

**Cahier des charges****Diagnostic et comblement partiel
de piézomètres
des sites du CEA et de l'ASNR de
Fontenay-aux-Roses**

B	03/2026	A. JOSEPH <i>Intérimaire Manpower pour DG/P-SAC</i>	J. MACHETTO <i>CME pour DG/P-SAC</i> B. Du Gardin <i>DIF/DASE</i> A. MANNELLO <i>Responsable d'exploitation SCRE</i>	E. LANOUE <i>RQ SCRE</i>	J.M. FAUQUANT <i>Chef du SPRE</i>
A	09/2025	B. Du Gardin <i>Intérimaire Manpower pour DG/P-SAC</i>	J. MACHETTO <i>CME pour DG/P-SAC</i> A. MANNELLO <i>Responsable d'exploitation SCRE</i>	E. LANOUE <i>RQ SCRE</i>	J.M. FAUQUANT <i>Chef du SPRE</i>
Ind.	Date	Rédacteur	Vérificateur	F.Q.	Emetteur
		NOM, FONCTION et VISA			
CEA/P-SAC 91191 GIF-SUR-YVETTE CEDEX			Nom de fichier : SPRE-DIR-SP-018-B VF		
			CEA/P-SAC/DSPS/SPRE/DIR-FAR/SP/018		



Cahier des charges Diagnostic et comblement partiel de piézomètres des sites du CEA et de l'ASNR de Fontenay-aux-Roses	SPRE/DIR/SP/018	
	Indice B 03/2026	2/39

LISTE DE DIFFUSION	DIFFUSION MAIL	DIFFUSION PAPIER
POUR APPLICATION CEA/P-SAC/SMA/BMLT : P. HARLAUX CEA/P-SAC/DSPS/FLS FAR/DIR : CI voirie CEA/P-SAC/DSPS/SPRE/DIR : CI piézomètres et Station FAR ATMOS CEA/P-SAC/DSPS/SPRE/DIR : ISI ASNR/DSSP/DFAR/SESA-FAR	X X X X X X	
POUR INFORMATION CEA/P-SAC/DIR : Délégué Sûreté-Sécurité CEA/P-SAC/DIR CQSE : Chef de cellule CEA/P-SAC/DIR CCSIMN : Chef de cellule CEA/P-SAC/DSST/SLEM/GSG CEA/P-SAC/SMA/BMLT/DIR CEA/P-SAC/DSPS/SPRE/DIR : Coordinateur des actions environnementales CEA/P-SAC/DSPS/SPRE/LARP : Ingénieur Déchets CEA/P-SAC/DSPS/SPRE/SCRE/DIR CEA/P-SAC/DSPS/SPRE/SCRE FAR CEA/DES/DDSD/UADF/DIR CEA/DES/DDSD/UADF/SEID : CI INB 166 et CI INB 165	X X X X X X X X X X X X	
POUR ARCHIVAGE CEA/P-SAC/DSPS/SPRE/SCRE/RQ	X	X (original)

SUIVI DU DOCUMENT

INDICE	DATE	NATURE DE L'ÉVOLUTION	PAGES CHAPITRES
B	03/2026	Version modifiée	Toutes
A	09/2025	Emission initiale	Toutes



Cahier des charges Diagnostic et comblement partiel de piézomètres des sites du CEA et de l'ASNR de Fontenay-aux-Roses	SPRE/DIR/SP/018	
	Indice B 03/2026	3/39

SOMMAIRE

1 -	INTRODUCTION	5
1.1 -	CONTEXTE	5
1.2 -	DOCUMENTS DE REFERENCE	5
1.3 -	GLOSSAIRE.....	6
2 -	CONTEXTE NATUREL	7
2.1 -	GEOLOGIE.....	7
2.2 -	HYDROGEOLOGIE	7
2.3 -	GEOMECHANIQUE	8
3 -	CADRE REGLEMENTAIRE	9
4 -	PRESTATION ATTENDUE	10
4.1 -	DESCRIPTION DES PIEZOMETRES	10
4.2 -	DESCRIPTION DE LA PRESTATION.....	13
4.2.1 -	Déroulement de la prestation.....	13
	* Nota : Le poste 4e a lieu seulement si le poste 4c a réussi à étancher la fuite. Il est donc en BPU.	15
4.2.2 -	Bordereau sur prix unitaire (BPU).....	15
4.2.3 -	Préconisations, modalités pratiques	17
4.3 -	VISITE PREALABLE	20
5 -	EXIGENCES DE LA PRESTATION	20
5.1 -	EXIGENCES QUALITE	20
5.2 -	EXIGENCES SECURITE.....	20
5.2.1 -	Plan de prévention.....	21
5.2.2 -	Permis de feu.....	21
5.3 -	EXIGENCES ENVIRONNEMENT	22
5.3.1 -	Gestion des déchets et respect de l'environnement	22
5.3.2 -	Consommation énergétique et bilan carbone	22
5.3.3 -	Protection des biens, des personnes et des espaces verts.....	22
5.3.4 -	Nettoyage.....	23
5.4 -	RADIOPROTECTION – ZONAGE RADIOLOGIQUE – COMPOSITION DE L'EAU DE NAPPE	23
5.4.1 -	Radioprotection et zonage radiologique	23
5.4.2 -	Composition de l'eau de nappe	23
5.5 -	CONDITIONS D'EXECUTION	25
5.5.1 -	Modalités d'intervention	25
5.5.2 -	Conditions d'accès.....	25
5.5.3 -	Installation de chantier.....	25
5.5.4 -	Repli de chantier.....	25
5.6 -	SUIVI DE LA PRESTATION	26
5.7 -	LIVRABLES DE LA PRESTATION	26
5.8 -	PLANNING	27
6 -	DISPOSITIONS REGLEMENTAIRES.....	27
6.1 -	EXIGENCES REGLEMENTAIRES DE LA PRESTATION.....	27



Cahier des charges Diagnostic et comblement partiel de piézomètres des sites du CEA et de l'ASNR de Fontenay-aux-Roses	SPRE/DIR/SP/018	
	Indice B 03/2026	4/39

6.2 - CLASSIFICATION DE LA PRESTATION	27
6.3 - RECEPTION	28
7 - MOYENS MIS A LA DISPOSITION DU TITULAIRE	28
8 - ANNEXES	29
ANNEXE 1 : COUPES DES PIEZOMETRES	29
ANNEXE 2 : METHODE DE REBOUCHAGE PROPOSEE PAR LE BRGM.....	35
ANNEXE 3 : MODE OPERATOIRE PROPOSE POUR (DES)-EQUIPER LES PIEZOMETRES.....	36



Cahier des charges Diagnostic et comblement partiel de piézomètres des sites du CEA et de l'ASNR de Fontenay-aux-Roses	SPRE/DIR/SP/018	
	Indice B 03/2026	5/39

1 - INTRODUCTION

1.1 - CONTEXTE

Le CEA dispose de 13 forages équipés en piézomètres pour le suivi de la nappe des Sables de Fontainebleau sous son site de Fontenay-aux-Roses (FAR) et ses alentours immédiats :

- Onze forages sur le site principal du CEA de Fontenay-aux-Roses,
- Un forage en amont du site du CEA, sur le site de l'ASNR de Fontenay-aux-Roses,
- Et un forage en aval immédiat du site principal du CEA, en sa station de surveillance FAR ATMOS.

Ces ouvrages ont été réalisés en plusieurs campagnes entre les années 1984 et 2012.

Des investigations du BURGEAP, mandaté par le CEA, en 2014 dans 6 piézomètres (3 anciens et 3 nouveaux), ont montré que :

- Les 3 anciens piézomètres diagnostiqués mettent en relation deux niveaux aquifères, la nappe des Sables de Fontainebleau en partie supérieure, et la nappe des Calcaires de Brie en partie inférieure, provoquant un débit continu d'eau de la nappe supérieure vers la nappe inférieure *via* ces anciens piézomètres.
- Les 3 nouveaux piézomètres diagnostiqués captent uniquement l'aquifère supérieur.

Les niveaux statiques dans les forages, suivis par le CEA, indiquent que les autres anciens forages occasionnent également une fuite, tandis que les autres nouveaux forages n'en occasionnent vraisemblablement pas.

Dans ce contexte, le présent cahier des charges a pour objectif le diagnostic des piézomètres non encore diagnostiqués, leur entretien (nettoyage décennal) et le comblement du bas de tous les piézomètres occasionnant une fuite entre les deux aquifères, ou susceptibles d'en occasionner une vue leur profondeur comparée à celle de la couche imperméable intermédiaire entre les deux aquifères :

- Les 6 anciens piézomètres du site principal du CEA de Fontenay-aux-Roses, F1/A, F2/B, F3/C, F4/D, F7/G et F8/H, ainsi que deux nouveaux piézomètres F11 et F13 ;
- L'ancien piézomètre en amont du site du CEA, sur le site de l'ASNR de Fontenay-aux-Roses, F5/E.
- L'ancien piézomètre en aval immédiat du site principal du CEA, en sa station de surveillance FAR ATMOS, F6/F.

Au vu des coupes géologiques des foreurs et du suivi des niveaux statiques, le comblement partiel concernera 9 de ces piézomètres (les 10 piézomètres précités sauf F13). L'épaisseur exacte de comblement découlera des résultats du présent diagnostic.

1.2 - DOCUMENTS DE REFERENCE

Référence	Titre du document (document au dernier indice en vigueur)
CdT	Code du Travail
CdE	Code de l'Environnement
Arrêté du 11 septembre 2003	Arrêté du 11 septembre 2003 portant application du décret n° 96-102 du 2 février 1996 et fixant les prescriptions générales applicables aux sondage, forage, création de puits ou d'ouvrage souterrain soumis à déclaration en application des articles



Cahier des charges Diagnostic et comblement partiel de piézomètres des sites du CEA et de l'ASNR de Fontenay-aux-Roses	SPRE/DIR/SP/018	
	Indice B 03/2026	6/39

	L. 214-1 à L. 214-3 du code de l'environnement et relevant de la rubrique 1.1.1.0 de la nomenclature annexée au décret n° 93-743 du 29 mars 1993 modifié.
Arrêté du 30 décembre 2022	Arrêté du 30 décembre 2022 modifiant l'arrêté du 11 janvier 2007 relatif aux limites et références de qualité des eaux brutes et des eaux destinées à la consommation humaine mentionnées aux articles R. 1321-2, R. 1321-3, R. 1321-7 et R. 1321-38 du code de la santé publique.
Arrêté du 9 octobre 2023	Arrêté du 9 octobre 2023 modifiant l'arrêté du 17 décembre 2008 établissant les critères d'évaluation et les modalités de détermination de l'état des eaux souterraines et des tendances significatives et durables de dégradation de l'état chimique des eaux souterraines.
CEA/P-SAC/DIR/PR11	Gestion des chantiers du CEA Paris-Saclay en matière d'hygiène et de sécurité.
CEA/P-SAC/DIR/PR37	Organisation générale de l'évacuation des Déchets, Matières et Matériels du CEA/P-SAC, Etablissement de FAR.
CEA/P-SAC/DIR/PR35	Travaux effectués par les entreprises extérieures sur les installations du CEA/P-SAC.
DRF/P-SAC/CQSE/CO/01	Instructions Générales de sécurité applicables aux entreprises extérieures et aux organismes en collaboration travaillant sur le centre Paris-Saclay.
CEA/P-SAC/DSST/SLM/GVDC-CO-06	Consigne à l'attention des entreprises extérieures - Evacuation des déchets conventionnels gérées en direct par les installations et pénalités applicables en cas de non-respect des consignes.
CEA/P-SAC/SPRE/SCRE/PR01	Procédure d'autorisation de transfert d'effluents liquides par bâchées dans les réseaux d'égouts des sites de Saclay et Fontenay-aux-Roses, indice H de juin 2021.
CEA/P-SAC/CCSIMN/2023/227	CEA Paris-Saclay - INB 166 - Dossiers de demande de modification du décret de démantèlement et de réexamen périodique, dossier de conception de l'EMC, DOS de la STD – Engagements post GP - 12 avril 2023.
CEA Paris-Saclay	Guide de tri <i>(des déchets conventionnels)</i> – sept 2025
ASNR : GUI-00092	Guide de tri et de collecte des déchets conventionnels Fontenay-aux-Roses <i>(Avec l'ancien logo IRSN, mais reste applicable)</i> .
ASNR : CNS-00054	Consignes générales de d'hygiène et de sécurité applicables aux entreprises extérieures sur le site de Fontenay-aux-Roses.
Guide technique AFB – février 2018	Bonnes pratiques environnementales – Protection des milieux aquatiques en phase chantier – Chapitre VII : Gérer les hydrocarbures, les laitances béton et les autres sources potentielles de pollutions chimiques.

1.3 - GLOSSAIRE

Sigles	Définitions
ASNR	Autorité de Sûreté Nucléaire et de Radioprotection
CEA	Commissariat à l'Energie Atomique et aux énergies alternatives
FAR	Fontenay-aux-Roses
HTG	Haut du Tube-Guide
INB	Installation Nucléaire de Base
ICP	Inspection Commune Préalable (à la signature du plan de prévention)
SCRE	Section de Contrôle des Rejets et de l'Environnement
SPRE	Service de Protection contre les Rayonnements ionisants et de surveillance de l'Environnement



Cahier des charges Diagnostic et comblement partiel de piézomètres des sites du CEA et de l'ASNR de Fontenay-aux-Roses	SPRE/DIR/SP/018	
	Indice B 03/2026	7/39

2 - CONTEXTE NATUREL

2.1 - GEOLOGIE

Les sites du CEA et de l'ASNR à Fontenay-aux-Roses se trouvent sur la bordure du dôme topographique de Meudon-Clamart, qui surplombe la vallée de la Seine au Nord et la vallée de la Bièvre à l'Est.

Ce dôme topographique est essentiellement constitué par les terrains de l'Oligocène, et en particulier par les Sables de Fontainebleau, épais de 60 m.

Au droit des sites du CEA et de l'ASNR à Fontenay-aux-Roses, on trouve la succession suivante des étages géologiques, avec, en partant des formations les plus jeunes vers les plus anciennes (c'est-à-dire du haut vers le bas) (voir Figure 1) :

- **Formations superficielles et quaternaires**, comprenant des éboulis et des limons des plateaux, de l'ordre de quelques mètres,
- **Stampien s.s. (Oligocène)**, constitué des unités stratigraphiques suivantes :
 - Meulière et argiles à meulière de Montmorency, épaisse de quelques mètres ;
 - Sables de Fontainebleau. Cette formation des sables fins siliceux, très bien granoclassés autour de 0,12 à 0,15 mm, très homogène, est épaisse de près de 60 m ;
 - Marnes à Huitres. Cette formation de marnes, bien continue dans le secteur du plateau de Meudon-Clamart et épaisse de 2,5 à 4 m ;
- **Sannoisien (Oligocène)**, constitué des formations suivantes :
 - Calcaire de Brie. Cet horizon constitué d'une alternance de marnes et de calcaires blanchâtres, est épais de 3 à 4 m ;
 - Argiles vertes, sur une épaisseur d'environ 2 m dans le secteur.
- **Succession des formations de l'Eocène**, sur une épaisseur de l'ordre d'une centaine de mètres environ.

2.2 - HYDROGEOLOGIE

La **première nappe continue** rencontrée au droit du plateau de Meudon-Clamart, est la nappe des **Sables de Fontainebleau**.

Cette nappe est alimentée directement par les précipitations au droit des zones d'affleurement des sables, ainsi que par drainage et infiltration lente des eaux à travers les argiles à meulière sus-jacentes.

Cette nappe repose sur les Marnes à Huitres, continues sur l'ensemble du plateau Meudon-Clamart et qui constituent un horizon très peu perméable. Elle s'écoule du centre du plateau vers la périphérie.

L'épaisseur de la nappe des Sables de Fontainebleau est au maximum de l'ordre de 15 m au centre du plateau. Sa profondeur (par rapport au terrain naturel) est comprise entre 40 et 50 m au centre du plateau. Au droit des sites du CEA et de l'ASNR à Fontenay-aux-Roses, en bordure de plateau, la profondeur de la nappe est entre 50 et 60 m par rapport au sol. Cette profondeur diminue ensuite le long de la pente jusqu'à ce que la nappe affleure ou bien s'écoule vers les couches inférieures en subsurface, à travers les éboulis et formations remaniées de bas de versant.



Cahier des charges		SPRE/DIR/SP/018	
Diagnostic et comblement partiel de piézomètres des sites du CEA et de l'ASNR de Fontenay-aux-Roses		Indice B 03/2026	8/39

Par ailleurs, le **Calcaire de Brie**, entre les marnes à huîtres et les argiles vertes, est également **aquifère** au droit du plateau de Meudon-Clamart.

L'aquifère du Calcaire de Brie est peu puissant et marneux (3 à 4 m de hauteur). Cet aquifère est alimenté, soit par les précipitations au droit de ses zones d'affleurement, soit par drainage vertical depuis les Sables de Fontainebleau, à travers les formations très peu perméables des Marnes à Huîtres ou à travers les formations remaniées de bas de versant.

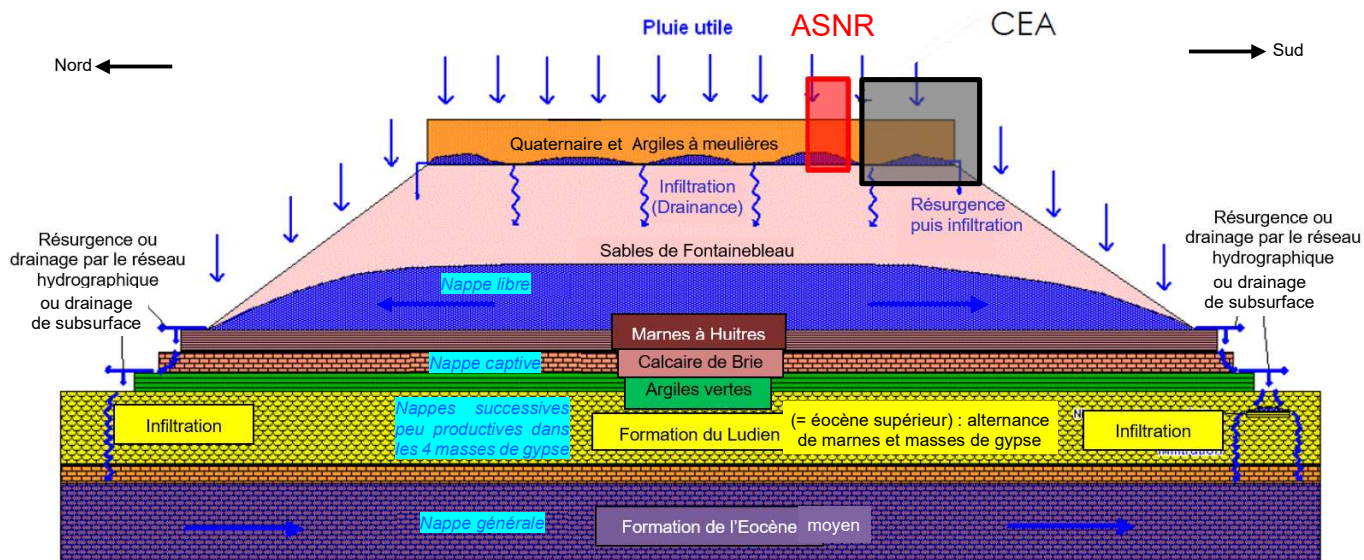


Figure 1 : Schéma hydrogéologique

2.3 - GEOMECHANIQUE

Le double comportement mécanique des Sables de Fontainebleau mérite d'être souligné, car il doit être pris en compte, il s'agit du comportement de sables mouvants.

Au repos, les sables de Fontainebleau de faciès ocre jaune avec 5 à 10% d'argile, rencontrés en région Ile de France, sont assez cohésifs quand ils sont humides à détrempés, ce qui est le cas sur toute la hauteur des crépines des piézomètres concernés par cette prestation. C'est localement encore plus vrai pour les sables de Fontainebleau sous Fontenay-aux-Roses et les communes avoisinantes, qui sont particulièrement cohésifs. Ainsi, de nombreuses sablières au XIX et début XXe siècle ont exploité et exporté ce sable en France et à l'international comme sable de fonderie, et si la plupart des sablières étaient à ciel ouvert, certaines étaient exploitées en galeries.

Sous sollicitation mécanique, quand ils sont gorgés d'eau, (vibration naturelle ou artificielle, injection d'eau ou d'air sous pression, brassage), les sables de Fontainebleau de la région perdent leur cohésion jusqu'à « couler ». Ils reprennent ensuite leur cohésion si on les laisse au repos.

Ainsi, les travaux veilleront à ne pas mobiliser involontairement les sables de Fontainebleau par des sollicitations mécaniques vigoureuses, au risque de voir ces sables envahir le massif filtrant voire l'intérieur du piézomètre.



Cahier des charges Diagnostic et comblement partiel de piézomètres des sites du CEA et de l'ASNR de Fontenay-aux-Roses	SPRE/DIR/SP/018	
	Indice B 03/2026	9/39

3 - CADRE REGLEMENTAIRE

Un projet de nouvelle décision d'autorisation par l'ASNR, de rejets du site CEA de FAR dans l'environnement, en sa version de février 2023, demande le comblement des anciens piézomètres qui mettent en communication les deux nappes, dans l'article ci-dessous :

« [FAR-47] Les piézomètres qui mettent en communication la nappe des calcaires de Brie avec la nappe des sables de Fontainebleau sont comblés par des techniques appropriées permettant de garantir l'absence de circulation d'eau entre les différentes nappes d'eau souterraine contenues dans les formations géologiques aquifères traversées et l'absence de transfert de pollution. »

De plus, le CEA s'est engagé le 12 avril 2023 envers l'ASNR dans le cadre du dossier de démantèlement de l'INB 166, à « reboucher la communication occasionnée par les **8 piézomètres anciens** entre la nappe des Calcaires de Brie et la nappe des Sables de Fontainebleau. » (1^{ère} des 3 actions de l'engagement E36 du courrier CCSIMN 2023-227).

Ce faisant, il les met en conformité avec la phrase suivante de l'article 7 de l'arrêté du 11 septembre 2003 :

« Un même ouvrage ne peut en aucun cas permettre le prélèvement simultané dans plusieurs aquifères distincts superposés. Afin d'éviter tout mélange d'eau entre les différentes formations aquifères rencontrées, lorsqu'un forage, puits, sondage ou ouvrage souterrain traverse plusieurs formations aquifères superposées, sa réalisation doit être accompagnée d'un aveuglement successif de chaque formation aquifère non exploitée par cuvelage et cimentation. »

Notons que les anciens forages ont été réalisés en 1984 (pour F1/A à F5/E) ou 1987 (pour F6/F) ou 2001 (pour F7/G et F8/H). Ils n'étaient pas soumis à cette exigence lors de leur construction.

Le CEA Paris-Saclay a choisi de procéder à un comblement partiel du bas des piézomètres fuyards ou susceptibles de le devenir afin :

- De mettre fin à la fuite significative d'eau, par ces piézomètres, depuis la nappe des sables de Fontainebleau vers la nappe des calcaires de Brie, et de prévenir une fuite ultérieure éventuelle.
- D'assurer, par les piézomètres partiellement comblés, la continuité de la surveillance de la qualité de la nappe des Sables de Fontainebleau, aux mêmes points.

Sans qu'il y ait d'obligation réglementaire, le CEA associe à cette prestation le diagnostic de deux nouveaux piézomètres, F11 et F13. Ils n'ont pas été investigués par Burgeap en 2014. Leur diagnostic est nécessaire car :

- Le piézomètre F11 a été creusé jusqu'à une cote 1,3 à 2 m inférieure à celle des autres nouveaux piézomètres qui l'entourent (F10, F13, F12) car l'interface entre marnes à Huîtres et sables de Fontainebleau y a été rencontrée, d'après le foreur, 1,3 à 2 m plus bas, ce qu'il est pertinent de vérifier (par gamma-ray), en plus du diagnostic visuel du foreur.
- Le piézomètre F13 voit ses instruments se recouvrir d'abondants dépôts couleur rouille donc sa crépine nécessite peut-être un nettoyage pour que ce piézomètre reste opérationnel pour les prélèvements d'eau de nappe.



Cahier des charges	SPRE/DIR/SP/018	
	Indice B 03/2026	10/39

4 - PRESTATION ATTENDUE

4.1 - DESCRIPTION DES PIEZOMETRES

Les coupes techniques des piézomètres se trouvent en Annexe 1. Les caractéristiques des piézomètres utiles pour la présente prestation sont rassemblées dans le Tableau 1.

	Unité	F1/A	F2/B	F3/C	F4/D	F5/E	F6/F	F7/G	F8/H	F11	F13
Diamètre de l'avant-puits	mm	250	250	250	250	250	270	273	273	203	203
Diamètre du tubage (int./ext.)	mm	127-143	127-143	127-143	127-143	127-143	125 int	126-140	126-140	126-140	126-140
Haut du piézomètre, géomètre juin 2013 (avant réfection début 2014 de F1/A à F4/D et de F6/F à F8/H)	m NGF	160,55	161,92	162,51	160,31	-	160,23	159,41	161,51	161,33	159,97
Haut du piézomètre, géomètre avril 2022	m NGF	160,90	162,33	162,73	160,64	162,57	160,77	160,28	162,30	161,36	159,97
Profondeur du piézomètre depuis haut initial	m	65,6*	68	68,6*	68	69,2*	70	61,9*	62,7*	62,35	59,70
Profondeur du piézomètre depuis haut actuel	m	66,0	68,4	68,8	68,3		70,5	62,8	63,5		
Cote du fond du piézomètre	m NGF	95,0	93,9	93,9	92,3	93,4	90,2	97,5	98,8	99,0	100,3
Profondeur haut crépine depuis haut actuel	m	49,5*	51,4	52,2*	53,3	52,2*	55,5	44,8*	45,5*	50,0	47,0
Profondeur base crépine depuis haut actuel	m	64,0	66,4	66,8	66,3	67,2	68,5	60,8	61,5	62	59
Profondeur toit des marnes à Huîtres (gamma-ray) depuis haut actuel du piézomètre	m	à définir	56,0**	56,8**	56,9**	à définir	à définir	à vérifier	à vérifier	à vérifier	à vérifier
Flux vertical descendant (micromoulinet)	m³/h	à définir	1,20**	0,60**	0,75**	à définir	à définir	à vérifier	à vérifier	à vérifier	à vérifier
Type de crépine		« Johnson fileté manchonnée inox AISI 304 slot 10 » (càd 0,25 mm)					Inox nervures horizontales	PVC crépiné manchonné fileté, slot 1 mm		Tube PVC crépiné 0,3 mm	
Type de massif filtrant		« Gravier siliceux 0,2 - 0,8 » (cm a priori)					Gravillon siliceux 2-4 mm	1,2 à 2,5 mm		Sableux 0,1 – 0,2 mm	
Haut du tube-guide (HTG) (repère des niveaux statiques) - haut actuel du piézomètre	m	0,07	0,07	0,07	0,07	0,03	0,07	0,07	0,06	0,07	0,06
Profondeur niveau statique (depuis HTG) le 3 fév 2025	m	57,70	53,43	51,00	51,55	50,77***	59,09	54,60	51,81	49,00	48,51

Cases grisées : valeurs approximatives, inconnues ou possiblement erronées.
 * Profondeurs corrigées ou confirmées lors d'un entretien en 2005. ** Mesures faites en fin 2014. *** le 5 février 2025

Tableau 1 : Caractéristiques des piézomètres



Cahier des charges		SPRE/DIR/SP/018	
Diagnostic et comblement partiel de piézomètres des sites du CEA et de l'ASNR de Fontenay-aux-Roses		Indice B 03/2026	11/39

Les têtes de piézomètres, sauf F5/E, se présentent comme sur la photo suivante.



Figure 2 : Photo de la tête du piézomètre F1/A

Excepté le piézomètre F5/E, les structures aériennes des piézomètres ont les caractéristiques suivantes (Figure 3), initialement depuis 2011 pour F11 et F13, ou depuis leur rénovation en 2014 pour les autres :

- Dalle béton ferrailée ancrée de 20 cm dans le sol ;
- Rehausse de regard béton de 30 cm de hauteur et ancrée de 10 cm dans du béton
- Couvercle inox muni d'un cadenas. Certains couvercles sont équipés de 2 vérins ;
- Pattes métalliques pour fixation du portique de levage en « U » (en vert sur la figure) ;
- Fourreau pour l'alimentation électrique. Cette alimentation électrique est raccordée au réseau actuellement seulement pour les nouveaux piézomètres (F11 et F13).
- Plaque inox sur la tête de piézomètre, en forme de disque de diamètre 190 ou 270 mm, perforée d'une fente et de trous pour le passage ou la suspension des équipements de l'intérieur du tubage.

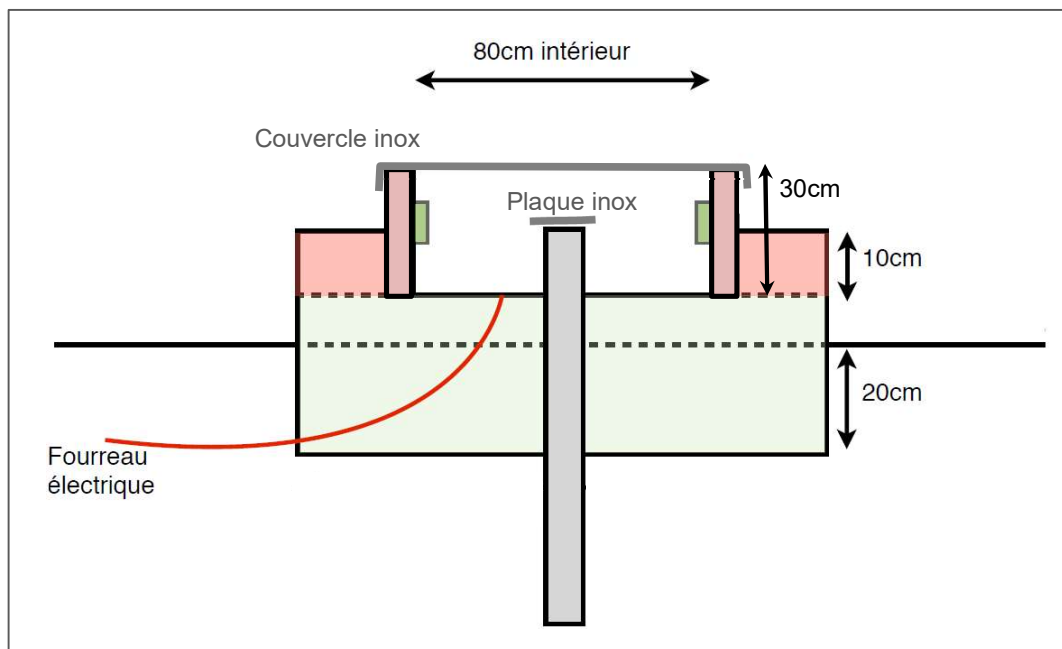


Figure 3 : Schéma de la structure aérienne des piézomètres sauf F5/E



Cahier des charges		SPRE/DIR/SP/018	
Diagnostic et comblement partiel de piézomètres des sites du CEA et de l'ASNR de Fontenay-aux-Roses		Indice B 03/2026	12/39

Le piézomètre F5/E, sur le site de l'ASNR, débouche dans un regard enterré et est fermé par une plaque en fonte de type « plaque d'égout » dans une zone de chaussée goudronnée. Il est muni :

- Des deux pattes de fixation du « portique en « U », scellées sur les bords intérieurs du regard.
- D'une plaque inox en forme d'octogone, vissée sur une plaque cylindrique en acier posée sur la tête du piézomètre. Elles sont perforées de trous pour le passage ou la suspension des équipements de l'intérieur du tubage.

Quand le piézomètre est équipé, les niveaux statiques sont mesurés par un trou dans la plaque inox posée sur le haut du tubage piézométrique. Ce trou est bordé d'une rehausse qui, pour F5/E, est un petit filetage creux de 3 cm de haut, et pour tous les autres piézomètres, est le haut du tube-guide (HTG), 6 à 7 cm au-dessus de la plaque inox.

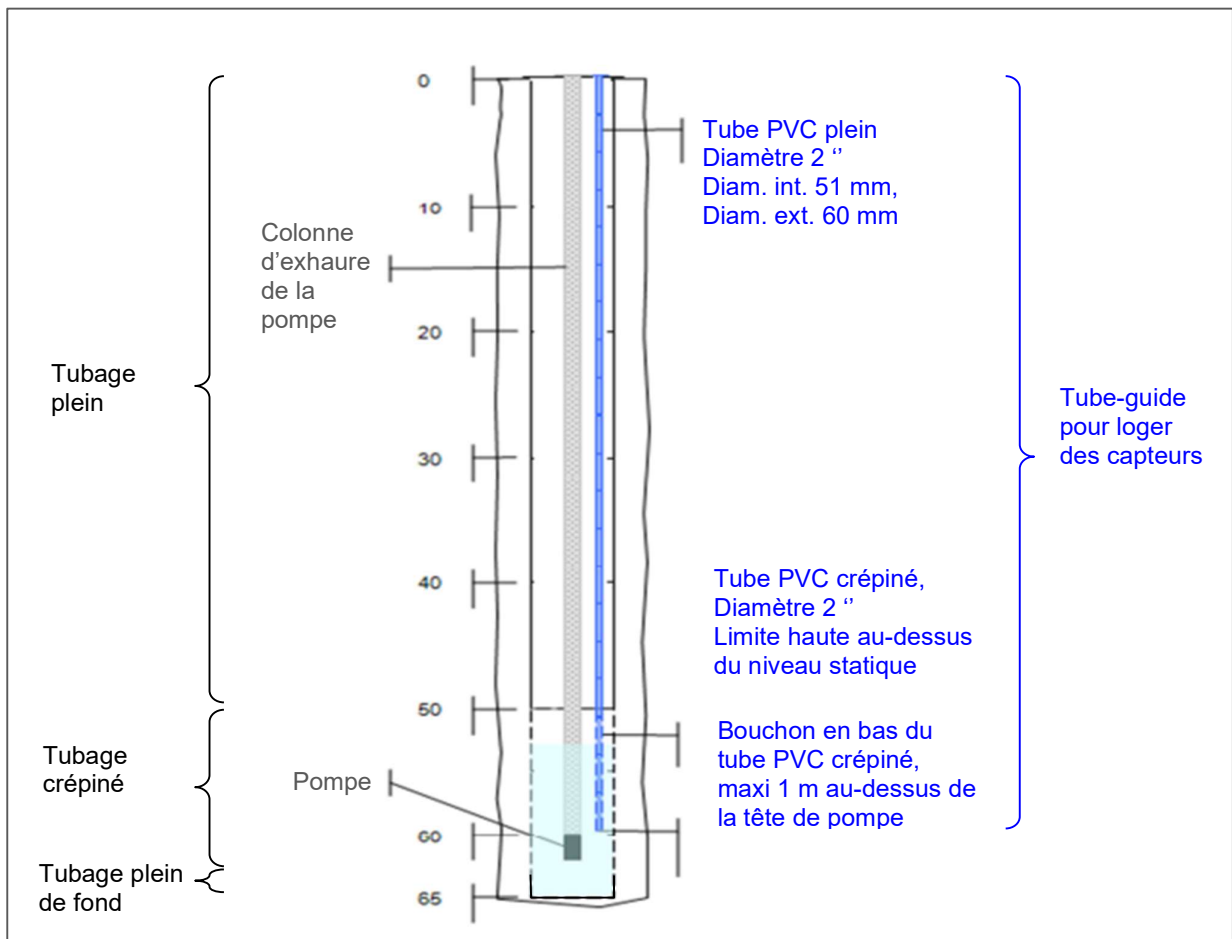


Figure 4 : Equipement du piézomètre F1/A à l'intérieur de son tubage.

L'équipement des autres piézomètres est le même, adapté à leur profondeur, sauf :

- Le piézomètre F5/E n'est pas équipé de tube-guide.
- Le fond des nouveaux piézomètres (F11 et F13) n'est pas en tube plein, leur crépine est ancrée dans un bouchon bentonite.

La partie enterrée des piézomètres est équipée de la manière suivante, à l'intérieur de son tubage (voir Figure 4) :

- Une pompe « Grundfoss SQ 2-70 » de poids 5,4 kg et sa colonne d'exhaure souple « Promatco » pour tous les piézomètres. Elles sont retenues par une élingue inox sauf pour F5/E.



Cahier des charges		SPRE/DIR/SP/018	
Diagnostic et comblement partiel de piézomètres des sites du CEA et de l'ASNR de Fontenay-aux-Roses		Indice B 03/2026	13/39

- Un tube-guide en PVC rigide pour loger des capteurs, installé en 2014, pour tous les piézomètres sauf F5/E. Ce tube-guide est plein en partie haute, crépiné en partie basse. Il est constitué de cylindres de 3 m de long chacun, vissés les uns aux autres. Le cylindre du haut fait 1 m de haut seulement et est muni, à son sommet, d'une tête en acier élargie, reposant sur la plaque inox, dans laquelle passe une barre métallique horizontale d'environ 50 cm de long (formant deux bras), utile pour soulever le tube-guide.

Les 2 nappes communiquent *via* certains piézomètres en raison :

- Du tubage crépiné en acier inoxydable,
- Du massif filtrant (sable ou gravillons) présent autour du tubage sauf les 1 à 10 m supérieurs (cimentation de tête), voir les coupes des piézomètres en Annexe 1. D'après les dimensions de l'avant-puits et du tubage, l'épaisseur de massif filtrant est respectivement de 53 mm pour F1/A à F5/E, de 66 mm pour F6/F à F8/H, et de 31 mm pour les nouveaux piézomètres (F11 et F13).

4.2 - DESCRIPTION DE LA PRESTATION

4.2.1 - Déroulement de la prestation

Cette prestation se déroulera en 2 temps. Le CEA souhaite garder les piézomètres anciens pour poursuivre la surveillance de la nappe notamment en aval du site et souhaite pour cela boucher partiellement les piézomètres en stoppant la fuite entre les 2 nappes. Afin de définir une méthodologie de bouchage partiel des piézomètres, la part forfaitaire qui correspond à la première partie de la prestation consiste à réaliser un état des lieux des piézomètres en retirant les équipements et en réalisant des inspections visuelles et de diagraphie. Puis en réalisant un test de bouchage partiel sur deux piézomètres préalablement choisis par le CEA (F2/B et F8/H).

La part forfaitaire comprend également les actions à réaliser sur le piézomètre F13.

Selon les conclusions obtenues du test sur les piézomètres F2/B et F8/H, le CEA optera pour un chantier global de bouchage partiel ou total. Cette deuxième partie de la prestation étant incertaine à la rédaction de ce cahier des charges, elle sera réalisée en bordereau sur prix unitaire (BPU).

La prestation attendue pour la part forfaitaire (postes 1 à 4) est récapitulée dans le tableau ci-dessous :

Descriptif des différents postes 1 à 4 en part forfaitaire :		Piézomètres concernés
Poste 1	Retrait des équipements	
1a	Retrait du tube-guide, nettoyage à l'eau de l'équipement sorti, étiquetage puis rangement	9 (tous sauf F5/E)
1b	Retrait de la pompe et de la colonne d'exhaure, nettoyage à l'eau de l'équipement sorti, étiquetage puis rangement	10 (tous)
Poste 2	Investigations, analyse des résultats et définition de la méthode de nettoyage & comblement	
2a	Inspection télévisuelle pour vérifier la position des crépines et diagnostiquer leur état.	10 (tous)



Cahier des charges		SPRE/DIR/SP/018	
Diagnostic et comblement partiel de piézomètres des sites du CEA et de l'ASNR de Fontenay-aux-Roses		Indice B 03/2026	14/39

2b	Diagraphie gamma-ray, pour situer les niveaux argileux.	10 (tous)
2c	Débitmétrie verticale au micromoulinet, sans pompage, pour quantifier le débit de fuite (ou pour l'actualiser pour ceux mesurés fin 2014).	10 (tous)
2d	Sondage de la profondeur totale et du dépôt de fond : épaisseur, consolidé ou non.	10 (tous)
2e	Analyse des résultats des investigations du poste 2, définition du mode opératoire des postes 3 et 4, et rédaction du 1er rapport récapitulant les postes 1 et 2.	
<p>⇒ <i>Point de validation n°1 : Acceptation par le CEA du 1^{er} rapport récapitulant les postes 1 et 2 et le mode opératoire du comblement partiel qui sera testé sur les piézomètre F2/B et F8/H ainsi que du nettoyage du F13 (postes 3 et 4). Dans le cas de F11, statuer sur la présence d'une fuite entre les deux nappes.</i></p> <p><i>Les approvisionnements ne pourront avoir lieu qu'après la validation du 1er rapport</i></p>		
Poste 3	Entretien puis remise en fonction du F13	
3a	Nettoyage mécanique et hydraulique voire chimique.	1 (F13)
3b	Inspection télévisuelle de vérification du nettoyage. ⇒ <i>Validation par le CEA de l'efficacité du nettoyage par la consultation de l'inspection télévisuelle et par la qualité de l'eau pompée en fin de nettoyage.</i>	
3c	Remise en place de la pompe et son tuyau d'exhaure puis du tube-guide.	
3d	Essais de pompage et interprétation en termes de débit et durée de purge actualisés, à appliquer lors des prélèvements.	
Poste 4	Opérations de comblement partiel (Test F2/B et F8/H)	
4a	Nettoyage mécanique, hydraulique, voire chimique, de l'intérieur du piézomètre et retrait du dépôt de fond.	2 piézomètres test (F2/B et F8/H)
4b	Ouverture ou perforation des crépines et/ou du manchon (perçage mécanique, abrasion par jet, torsion des fils...), nettoyage complémentaire du piézomètre et du massif filtrant.	2 piézomètres test (F2/B et F8/H)
4c	<u>Colmatage imperméable du massif filtrant à travers la crépine (et le manchon)** en plusieurs passes, avec suivi du niveau d'eau jusqu'à sa stabilisation, entre chaque passe</u> ⇒ <i>Vérification par le CEA du niveau statique entre chaque passe.</i> ⇒ <i>Décision du CEA de cesser les opérations de colmatage :</i> - <i>Soit parce le colmatage a réussi, car le niveau statique a atteint la cote correspondant au colmatage complet de la fuite.</i> - <i>Ou sinon, parce que le niveau statique n'a pas atteint cette cote malgré tous les essais tentés.</i>	2 piézomètres test (F2/B et F8/H)
4d	Débitmétrie verticale au micromoulinet, sans pompage, pour quantifier le débit de fuite.	2 piézomètres test (F2/B et F8/H)



Cahier des charges		SPRE/DIR/SP/018	
Diagnostic et comblement partiel de piézomètres des sites du CEA et de l'ASNR de Fontenay-aux-Roses		Indice B 03/2026	15/39

	⇒ Consultation par le CEA des résultats du micromoulinet puis décision par le CEA de la suite des opérations : si fuite étanchée, poste 4f, pour F2/B et/ou F8/H ; si fuite non étanchée, poste 6 pour F2/B et poste 8 pour F8/H.	
4e (BPU) *	<u>Comblement imperméable</u> du tube piézométrique jusqu'à 1 m sous le toit des marnes à huîtres* en plusieurs passes, avec mesure de la nouvelle profondeur de l'ouvrage entre chaque passe. ⇒ Validation par le CEA du comblement par la mesure de la nouvelle profondeur de l'ouvrage.	2 piézomètres test (F2/B et F8/H)
4f	Rédaction du 2 ^{ème} rapport, récapitulant les postes 3 et 4 et définition d'une méthodologie pour le comblement partiel et total des autres piézomètres.	
⇒ Point de validation n°2 : Validation par le CEA du 2 ^{ème} rapport récapitulant les postes 3 et 4		

* Nota : Le poste 4e a lieu seulement si le poste 4c a réussi à étancher la fuite, il est donc à chiffrer en BPU.

4.2.2 - Bordereau sur prix unitaire (BPU)

Les étapes suivantes seront réalisées en bordereau de prix unitaires suivant les décisions prises par le CEA à l'issue du poste 4.

Suivant les conclusions des tests sur les piézomètres F2/B et F8/H et le rapport n°2 rédigé en fin de poste 4, le CEA aura plusieurs options à demander au titulaire :

- Procéder au comblement partiel de l'ensemble des autres piézomètres en suivant le poste 5 ou,
- Tester un nouveau comblement partiel sur un autre piézomètre à définir avec le CEA ou,
- Boucher totalement les piézomètres (en suivant le poste 6) ou,
- Passer directement au nettoyage des piézomètres et remonter les équipements pour certains forages (postes 7 et 8).

Les postes 5 à 8 sont décrits dans le tableau ci-dessous :

Descriptif des différents postes 5 à 8 en BPU :		Piézomètres pouvant être concernés
Poste 5	Opérations de comblement partiel	
5a	Nettoyage mécanique, hydraulique, voire chimique, de l'intérieur du piézomètre et retrait du dépôt de fond.	7 (tous sauf F2/B, F8/H et F13)
5b	Ouverture ou perforation des crépines et/ou du manchon (perçage mécanique, abrasion par jet, torsion des fils...), nettoyage complémentaire du piézomètre et du massif filtrant (cf Annexe 2).	7 (tous sauf F2/B, F8/H et F13)
5c	<u>Colmatage imperméable du massif filtrant</u> à travers la crépine (et le manchon) ** en suivant la méthodologie établie lors du test, en plusieurs passes, en mesurant le niveau statique entre chaque passe. ⇒ Selon la cote atteinte, décision par le CEA de poursuivre ce colmatage (en continuant le poste 5c), ou de considérer le colmatage réussi (et passer au poste 5d), ou d'y renoncer (en passant au poste 6 pour les piézomètres F1/A à F6/F).	7 (tous sauf F2/B, F8/H et F13)



Cahier des charges		SPRE/DIR/SP/018	
Diagnostic et comblement partiel de piézomètres des sites du CEA et de l'ASNR de Fontenay-aux-Roses		Indice B 03/2026	16/39

5d	Comblement imperméable du tube piézométrique jusqu'à 1 m sous le toit des marnes à huîtres* en plusieurs passes, en mesurant la nouvelle profondeur de l'ouvrage entre chaque passe. ⇒ Validation par le CEA du comblement, par la mesure de la nouvelle profondeur de l'ouvrage.	7 (tous sauf F2/B, F8/H et F13)
Poste 6	Opérations de comblement total si le poste 4 et/ou 5 a été non-concluant (interrompu avant le poste 4e ou 5d) ou si le CEA décide de combler totalement directement	
6a	Si nécessaire, ouverture ou perforation supplémentaire des crépines, puis vidange du massif filtrant, sans aspirer l'encaissant	6 (F1/A à F6/F)
6b	Colmatage de la fuite d'eau d'une nappe vers l'autre à travers la crépine (et le manchon) en plusieurs passes avec mesure du niveau statique entre chaque passe ⇒ Vérification par le CEA du niveau statique, jusqu'à atteinte de la cote correspondant au colmatage complet de la fuite.	6 (F1/A à F6/F)
6c	Comblement imperméable de l'ouvrage jusqu'au niveau du sol, avec cimentation sur les 2 derniers mètres.***	6 (F1/A à F6/F)
6d	Rédaction du 3 ^{ème} rapport, récapitulant les postes 5 et/ou 6, incluant le mode opératoire proposé pour les postes 7 et 8.	
⇒ Validation par le CEA du 3 ^{ème} rapport récapitulant les postes 5 et/ou 6		
Poste 7	Entretien des piézomètres partiellement comblés après consolidation du comblement (4 semaines)	
7a	Nettoyage mécanique, hydraulique voire chimique des crépines à la hauteur des sables de Fontainebleau, en protégeant le récent comblement par un obturateur.	Tous sauf F13
7b	Nettoyage à l'eau du piézomètre jusqu'à stabilisation des paramètres physico-chimiques de l'eau pompée (notamment pH, turbidité)	Tous sauf F13
7c	Inspection télévisuelle de vérification de l'état et du nettoyage des crépines. ⇒ Validation par le CEA de la qualité du nettoyage par la consultation de l'inspection télévisuelle et par la qualité de l'eau pompée.	Tous sauf F13
Poste 8	Remise en fonction des piézomètres partiellement comblés	
8a	Remise en place de la pompe et du tuyau d'exhaure en les adaptant à la nouvelle profondeur de l'ouvrage.	Tous sauf F13 + nouvelle pompe F4/D
8b	Remise en place du tube-guide en l'adaptant à la nouvelle profondeur de l'ouvrage.	Tous sauf F13 et F5/E
8c	Essais de pompage et interprétation en termes de débit et durée de purge actualisés, à appliquer lors des prélèvements.	Tous sauf F13
8d	Rédaction du 4 ^{ème} rapport récapitulant les postes 7 et 8	
⇒ Validation par le CEA du 4 ^{ème} rapport récapitulant les postes 7 et 8.		



Cahier des charges	SPRE/DIR/SP/018	
	Indice B 03/2026	17/39

⇒ Réception du chantier par le CEA, acceptation par le CEA du Rapport Final d'Intervention (regroupant les 4 rapports précités) et du Dossier des Ouvrages Exécutés.

* Volume à combler pour l'ensemble des piézomètres dans l'intérieur des tubes : environ $1,0 \text{ m}^3$ soit 2,0 à 2,5 tonnes de matériau de comblement.

** Le volume à combler pour les 9 piézomètres dans la porosité du massif filtrant (en considérant une porosité de 45% et un volume total de massif filtrant de $2,9 \text{ m}^3$) est $1,3 \text{ m}^3$ soit 2,5 à 3 tonnes de matériau de comblement.

*** Le volume moyen de comblement complet d'un seul piézomètre est composé de $0,8 \text{ m}^3$ de volume intérieur du tubage et de $1,1 \text{ m}^3$ de porosité dans le massif filtrant (avec la même hypothèse d'une porosité de 45%, et un volume moyen de massif filtrant de $2,4 \text{ m}^3$), soit $1,9 \text{ m}^3$ à combler, soit 4 à 4,5 tonnes de matériau de comblement.

Les quantités notées ci-dessus par le CEA sont données à titre indicatif et ne sont pas engageantes. Ces quantités seront néanmoins prises en considération dans le cadre de la comparaison des offres.

4.2.3 - Préconisations, modalités pratiques

- Mode opératoire de comblement partiel (postes 4 et 5)

L'objectif principal du Titulaire sera de combler partiellement les piézomètres par des techniques appropriées permettant de garantir l'absence de circulation d'eau entre les différentes nappes et respectant les normes en vigueur.

Le soumissionnaire proposera d'effectuer les opérations de nettoyage et de percement (4a, 4b) dans l'ordre qui lui semble adapté, éventuellement intercalées avec les opérations de colmatage (4c).

Le Titulaire effectuera le percement des crépines et/ou du manchon (4b) au niveau de la base de la couche argileuse (Marnes à Huîtres) ou plus profondément, en veillant à ne pas détériorer les crépines en regard des Sables de Fontainebleau, ni à solliciter mécaniquement les sables de Fontainebleau en place. Il utilisera une méthode de percement qui soit adaptée à l'état de corrosion éventuelle des crépines et qui garantisse la profondeur d'intervention (utilisation d'un voire deux obturateurs). Il maîtrisera la taille des perforations pratiquées afin que le massif filtrant ou l'encaissant ne se déverse pas incidentellement dans l'ouvrage à travers ces perforations.

Il pourra utiliser un obturateur (si le type de crépine le permet) placé dans la partie supérieure des marnes à huîtres pour évaluer la part de la fuite ayant lieu à travers le massif filtrant.

Le comblement se terminera par un scellement pour que l'étanchéité réalisée résiste aux nettoyages ultérieurs.

Pour information, la méthode proposée par le BRGM est donnée en Annexe 2. D'autres méthodes peuvent être envisagées. Le soumissionnaire proposera l'utilisation successive de plusieurs matériaux non cohésifs et méthodes de colmatage, jusqu'à obtenir la cessation de la fuite, avant de réaliser le comblement et son scellement final.

- Mode opératoire de comblement complet (poste 6)

Pour les ouvrages à crépine métallique (F1/A à F6/F), le soumissionnaire proposera un mode opératoire pour faire cesser la fuite entre les nappes en détériorant les crépines donc en condamnant l'ouvrage (poste 6) au cas où, après concertation avec le CEA, il est acté que la mise en œuvre des différents essais de colmatage par les diverses méthodes n'a pas permis de colmater le bas de l'ouvrage tout en gardant le haut de l'ouvrage fonctionnel. Les piézomètres ainsi complètement comblés cesseront d'être fonctionnels ; ils ne seront donc pas concernés par les postes 7 et 8.



Cahier des charges Diagnostic et comblement partiel de piézomètres des sites du CEA et de l'ASNR de Fontenay-aux-Roses	SPRE/DIR/SP/018	
	Indice B 03/2026	18/39

Pour les ouvrages à crépine PVC (F7/G et F8/H), si leur colmatage du bas de l'ouvrage, en gardant le haut de l'ouvrage fonctionnel, échoue, la méthodologie pour un comblement total devra être différente de celle des ouvrages à crépines métallique et n'est pas prévue dans ce cahier des charges.

- Injection de matériau dans le piézomètre (postes 4, 5 et 6)

Les quantités de matériau injectées, pour le colmatage, le comblement, le scellement, seront quantifiées avant injection et présentées en réunion de chantier hebdomadaire de chantier, pour éviter tout surplus qui pourrait nécessiter le re-pompage de matériau injecté.

Les injections auront lieu au moyen de cannes d'injection bien positionnées, progressivement remontées pendant l'injection, pour maîtriser la profondeur d'injection et éviter la formation de « vides » par « effet de pont ».

- Nettoyage (postes 3a, 4a, 5a, 7a&b)

Le nettoyage mécanique ou hydraulique est privilégié.

Le nettoyage chimique ne sera effectué qu'en cas de nécessité, sur crépines en plastique (F7/G à F13) et avec l'accord du CEA, à l'acide chlorhydrique (pour détartrer) ou à l'eau de javel (pour désinfecter avant remise en fonction, postes 3a ou 7a). Une quantité minimale de produit chimique sera utilisée pour atteindre l'objectif en limitant les intrants chimiques à l'environnement. Le nettoyage chimique sera suivi d'un pompage jusqu'à revenir à des eaux, extraites du piézomètre, avec un pH compris entre 6,0 et 7,5.

Pour les crépines en acier (piézomètres F1/A à F6/F), le nettoyage sera adapté à leur état de corrosion et veillera à préserver la patine ou surface passivée qui protège l'acier.

Le nettoyage veillera à ne pas solliciter mécaniquement les sables de Fontainebleau en place.

- Traitement des eaux pompées et des eaux de lavage (tous les postes) :

Postes 1a à 2e : Les eaux de nappe, ou de rinçage des équipements extraits du piézomètre, pourront être rejetées vers l'herbe.

Postes 3, 4, 5, 6 et 7: Les eaux de nettoyage des piézomètres, qu'il soit mécanique, hydraulique ou chimique, ou des équipements ayant permis d'injecter des matériaux (sable, limon, argile, ciment, additifs) dans le piézomètre, devront être collectées dans des cuves ou bacs de décantation. Le prestataire pourra effectuer un rééquilibrage de pH si besoin par addition de gaz carbonique ou HCl (si $\text{pH} > 8,5$), ou bicarbonate de soude (si $\text{pH} < 5,5$). Un échantillon de l'eau surnageante devra être transmis au CEA pour analyse, qui déterminera l'exutoire de cette eau en fonction de sa composition (voir SCORE/PR01) : les eaux usées, ou vers une filière agréée par le Titulaire. Le pompage de nettoyage final d'un piézomètre donné (postes 3a, 7a&b) durera jusqu'à obtenir une eau de composition compatible avec la qualité initiale de l'eau de nappe.

Poste 4, 5 et 6 : Les eaux de lavage de ciment, après décantation, seront le plus possible réutilisées sur place pour préparer du nouveau ciment.

Postes 3b, 7c et 8 : Les eaux de nappe, pompées lors des essais de pompage, ou de rinçage des appareils utilisés dans le piézomètre, pourront être directement rejetées vers le milieu naturel (herbe).

Les boues de décantation seront mises à sécher pour être évacuées comme résidu sec dans les filières agréées, par le Titulaire.

- Résultats déjà connus (à propos du poste 2) :

Les piézomètres F2/B, F3/C, F4/D ont fait l'objet en novembre-décembre 2014 de diagraphies gamma-ray et de débitmétrie verticale au micromoulinet, par Burgeap. Ces mesures ont permis de situer les niveaux argileux,



Cahier des charges Diagnostic et comblement partiel de piézomètres des sites du CEA et de l'ASNR de Fontenay-aux-Roses	SPRE/DIR/SP/018	
	Indice B 03/2026	19/39

notamment la cote du toit des marnes à huîtres, et de quantifier les flux verticaux descendants (en 2014) dus à la communication entre les nappes via ces piézomètres (cf Tableau n°1).

- Résultats à acquérir (postes 2b à 2e) :

Le Titulaire utilisera les résultats de ses mesures pour déterminer :

- L'altitude du toit des marnes à huîtres à partir des mesures gamma-ray dans les 10 piézomètres F1/A, F2/B, F3/C, F4/D, F5/E, F6/F, F7/G et F8/H, F11, F13, et le cas échéant, du toit des argiles vertes, du toit des marno-calcaires de Brie et du toit des marnes à huîtres. Le CEA fournira au titulaire le rapport de mesures gamma-ray réalisé en 2015 afin de pouvoir comparer et confirmer les résultats précédemment obtenus pour F2/B, F3/C et F4/D.
- Le débit descendant actuel à partir de la débitmétrie au micromoulinet dans les 10 piézomètres. Il pourra les comparer aux débits mesurés dans F2/B, F3/C et F4/D en 2014.
- La profondeur actuelle du fond du forage et le type et l'épaisseur de sédiment accumulé (plus ou moins cohésif).

- Mode opératoire de montage / démontage des équipements (postes 1, 3c, 8a à 8c) :

Le mode d'emploi indicatif, pour extraire les tubes-guides et les pompes, puis les remettre, est en Annexe 3.

Le portique en « U » pour extraire les pompes et leur colonne d'exhaure sera fourni par le CEA. Il permet d'accrocher une poulie ou un palan, pour remonter manuellement les pompes et leur colonne d'exhaure en redirigeant l'effort à fournir (avec une poulie simple), ou en le redirigeant et en le divisant (avec un palan). Les tourets de stockage des tuyaux d'exhaure sont à fournir par le Titulaire.

Le dispositif de levage pour les tubes-guides est à fournir par le Titulaire. Il peut notamment être un bras de levage ou un chariot élévateur.

Ci-dessous les poids approchés maximaux, pour une nappe à 58 m de profondeur (cas maximal, pour F6/F) et une immersion des équipements sous la surface de la nappe de 10 m.

- La charge à soulever pour les pompes est constituée de la pompe Grundfos (environ 6 kg), sa colonne d'exhaure souple et ses deux raccords (environ 11 kg), son élingue (maximum 13 kg), l'eau contenue dès que ses contenants sortent de la nappe et que leur poids n'est plus compensé par la poussée d'Archimède (maximum 9 kg dans la pompe et 22 kg dans la colonne), soit au maximum environ 61 kg.
- La charge à soulever pour le tube-guide est similaire. Le tube-guide est crépiné en bas, donc sa partie au-dessus de la nappe se vide de son eau à la remontée. Le poids au-dessus de la nappe est au maximum 70 kg (tube PVC plein, sans eau). Le surpoids (non compensé par la poussée d'Archimède) de PVC crépiné dans la nappe est maximum 4 kg.

- Zones de stockage général

Deux zones de stockage de matériel, sur deux parkings à l'intérieur du site du CEA, seront définies et balisées par le CEA. Le Titulaire y stockera le matériel du CEA retiré des piézomètres (pompes, tuyaux d'exhaure enroulés sur des tourets, tubes-guides par éléments rigides de 3 m de long) ainsi que son propre matériel (engins, fournitures et entreposage de déchets).

Le poste 8 décrit le remontage du matériel. A la fin du poste 4, le CEA pourrait décider de faire remettre en place les équipements de certains piézomètres le temps de statuer sur la suite de la prestation et ainsi libérer de la place sur les parkings.

- Zones de chantier autour de chaque piézomètre



Cahier des charges Diagnostic et comblement partiel de piézomètres des sites du CEA et de l'ASNR de Fontenay-aux-Roses	SPRE/DIR/SP/018	
	Indice B 03/2026	20/39

Le CEA (ou l'ASNR pour le piézomètre F5/E) définira et balisera une zone de chantier autour de chaque piézomètre pour les postes qui le nécessitent, éventuellement en condamnant temporairement l'accès à un parking, une voirie ou un chemin piétonnier. Elles ne seront pas mises en place simultanément pour tous les piézomètres, pour minimiser la perturbation sur les autres usagers du site, mais par lots de 2 ou 3 piézomètres, pour permettre au Titulaire de gagner du temps en parallélisant certaines actions.

Le Titulaire pourra ainsi organiser des postes en parallèle sur différents piézomètres s'il le souhaite, tout en veillant à perturber le moins possible la circulation des autres usagers du site.

- Matériel résiduel (Postes 8a à 8c) :

Les éléments de colonne d'exhaure et de tube-guide enlevés, pour adapter les équipements à la nouvelle profondeur de l'ouvrage, seront conservés par le CEA comme matériel de rechange. Ils ne sont pas à compter parmi les déchets de la prestation (sauf s'ils sont endommagés). Le Titulaire les aura étiquetés (dimension, nom du piézomètre).

4.3 - VISITE PREALABLE

Les soumissionnaires devront, préalablement à leur réponse, participer à une visite des lieux obligatoire afin de pouvoir se rendre compte des conditions de réalisation, obtenir des précisions complémentaires qui y seront transmises et, le cas échéant, poser les questions nécessaires à l'élaboration de leur proposition.

Le CEA fournira notamment le plan des piézomètres et des deux zones de stockage général. Le CEA (ou l'ASNR pour le piézomètre F5/E) indiquera les points d'alimentation en fluides (électricité, eau de ville) et de rejets aux eaux usées, à proximité de chacun des piézomètres.

5 - EXIGENCES DE LA PRESTATION

5.1 - EXIGENCES QUALITE

Le Titulaire remettra au CEA lors de la réunion d'enclenchement un planning actualisé de la prestation, des documents relatifs à l'organisation des travaux : modes opératoires applicables, analyse de risques...et proposera toute optimisation en termes de délai de réalisation.

5.2 - EXIGENCES SECURITE

La sécurité est une exigence majeure au CEA comme à l'ASNR. Les chefs d'entreprises extérieures sont responsables :

- Du respect des lois et règlements en vigueur.
- Du respect de règles imposées contractuellement par le CEA et l'ASNR de Fontenay-aux-Roses, à savoir :
 - Les règles générales, « Instructions générales QSE de sécurité, applicables aux entreprises extérieures » (CQSE/CO/01) pour le CEA, ainsi que « Consignes générales de d'hygiène et de sécurité applicables aux entreprises extérieures sur le site de Fontenay-aux-Roses » (CNS-00054) pour l'ASNR.



Cahier des charges Diagnostic et comblement partiel de piézomètres des sites du CEA et de l'ASNR de Fontenay-aux-Roses	SPRE/DIR/SP/018	
	Indice B 03/2026	21/39

Ces documents sont communiqués aux responsables de l'entreprise par les gestionnaires des contrats ou des commandes.

- Les dispositions particulières retenues lors de l'Inspection Commune Préalable, détaillées dans le Plan de Prévention.
- De l'information de leur personnel concernant les prescriptions ci-dessus.

Le Titulaire s'engagera à :

- Faire appliquer les consignes de sécurité à son personnel émanant des règles ci-dessus,
- Faire intervenir du personnel dont la qualification et la compétence professionnelles sont en accord avec les exigences techniques et professionnelles de l'opération,
- Intervenir avec du matériel et de l'outillage conformes aux normes en vigueur,
- Prévenir le CEA en cas d'accident du personnel (et l'ASNR en cas d'accident sur son site).

Le CEA se réserve le droit de refuser la poursuite des opérations si les conditions de l'intervention ne lui paraissent pas satisfaire aux exigences de sécurité.

5.2.1 - Plan de prévention

Une ICP (Inspection Commune Préalable) sera réalisée à l'initiative du CEA Fontenay-aux-Roses, avec la participation de l'ASNR, au cours de laquelle un plan de prévention sera rédigé. Le Titulaire doit désigner un responsable en charge d'effectuer les formalités administratives et veiller à la bonne réalisation des travaux. Ce responsable devra être présent impérativement à l'ICP. Les travaux ne pourront débuter sans la signature du plan de prévention.

En amont de l'ICP, au moins 5 jours avant, le Titulaire devra faire parvenir les éléments suivants :

- Un mode opératoire détaillé des opérations qui seront réalisées avec pour chaque opération, une présentation des risques engendrés et des dispositions de prévention et de protection associées.
- Une liste des opérateurs intervenants présentant leurs habilitations à effectuer les opérations (pour rappel, une habilitation est une reconnaissance de l'employeur faite à un salarié sur sa capacité à effectuer une opération).
- Les coordonnées de sa médecine du travail.

Le jour de l'ICP, le signataire du Titulaire devra, le cas échéant, remettre une délégation de signature à jour.

5.2.2 - Permis de feu

Tout travail par point chaud, soudure, découpage, tronçonnage etc. ainsi que l'utilisation de produits inflammables devra faire l'objet d'une autorisation écrite d'un représentant du Maître d'ouvrage, permettant la rédaction d'un permis de feu par l'ingénieur de sécurité de l'installation.



Cahier des charges Diagnostic et comblement partiel de piézomètres des sites du CEA et de l'ASNR de Fontenay-aux-Roses	SPRE/DIR/SP/018	
	Indice B 03/2026	22/39

5.3 - EXIGENCES ENVIRONNEMENT

5.3.1 - Gestion des déchets et respect de l'environnement

Le CEA et l'ASNR privilégient le tri et la valorisation des déchets. Le Titulaire veillera à optimiser au mieux le poids et le volume des déchets.

Le titulaire devra se référer aux consignes énoncées dans l'analyse environnementale de chantier annexé au présent cahier des charges.

Les déchets solides et liquides seront stockés dans une ou plusieurs cuves ou bennes, fournies par le prestataire, notamment les eaux de nettoyage des piézomètres et de rinçage des outils et des récipients concernant les matériaux de comblement (sable, limon, argile, ciment, additifs éventuels du ciment...). Ces cuves ou bennes seront munies d'un couvercle pour éviter qu'une forte pluie ne les fasse déborder.

Sur le site de l'ASNR, le titulaire se conformera au guide de tri GUI-00092 (qui sera fourni au Titulaire), qui renvoie aux procédures du CEA hormis pour les déchets ménagers, papier et carton.

La réglementation déchets du CEA demande au soumissionnaire de faire figurer au devis :

- L'estimation de la quantité totale de déchets générée sur la durée du chantier et leur nature ;
- Les modalités de gestion des déchets sur le chantier (effort de tri effectué, nature) ;
- Les modalités de gestion des effluents (dont les eaux de lavage de ciment) ;
- L'estimation des coûts associés à la gestion des déchets : tri, entreposage, évacuation.
- Les exutoires prévus d'évacuation des déchets.

Le Titulaire ne devra polluer ni l'environnement ni les réseaux d'eaux (pluviales et/ou égout unitaire) notamment par la laitance de ciment, les hydrocarbures et les produits chimiques :

- Les eaux de nappe issues des piézomètres, ainsi que les eaux de rinçage à l'eau de ville des équipements trempés dans l'eau de nappe, pourront être déversées vers le sol naturel pour infiltration. Les autres eaux du chantier (voir § 4.2.3 - devront être décantées, puis analysées par le CEA selon la procédure SCORE/PR01 (dont pH, matières en suspension), qui pourra autoriser le rejet aux eaux usées, ou sinon elles devront être évacuées vers une filière agréée par le Titulaire.

Les soumissionnaires proposeront un choix de matériaux de nettoyage et de comblement, ainsi qu'un mode opératoire de mise en œuvre, permettant de minimiser leur impact sur la qualité des sols adjacents et des eaux de la nappe.

5.3.2 - Consommation énergétique et bilan carbone

Le CEA demande au soumissionnaire de minimiser la consommation énergétique et le bilan carbone de sa prestation notamment en proposant, à performance technique égale, des matériaux optimisés de par leur composition.

5.3.3 - Protection des biens, des personnes et des espaces verts

Il est précisé que les travaux se dérouleront à proximité de bâtiments en exploitation, de parkings et de voies de circulation. Toutes les dispositions seront prises pour gêner le moins possible les occupants de ces bâtiments.



Cahier des charges	SPRE/DIR/SP/018	
	Indice B 03/2026	23/39

**Diagnostic et comblement partiel
de piézomètres
des sites du CEA et de l'ASNR de
Fontenay-aux-Roses**

Le balisage et la délimitation des zones de chantier condamnant temporairement un parking, une voirie ou un chemin piéton incombent au CEA (ou à l'ASNR pour le piézomètre F5/E). Même à l'intérieur de ce balisage de chantier, le Prestataire stockera en sécurité le matériel et les produits chimiques ; notamment, les couvercles des cuves ou bennes doivent permettre d'éviter que quelqu'un y tombe.

Le cas échéant, les éventuelles dégradations des biens immobiliers ou espaces verts occasionnées par la prestation seront identifiées (si elles surviennent) et les dépenses correspondantes seront prises en charge par le Titulaire ou ses assurances.

Le CEA gèrera la communication inter-sites pour informer l'ensemble du personnel.

5.3.4 - Nettoyage

Le nettoyage, dans la zone des travaux, incombe au Titulaire. Toutefois, en cas de défaillance, le CEA fera intervenir une entreprise spécialisée, et la dépense correspondante sera déduite du décompte du Titulaire.

5.4 - RADIOPROTECTION – ZONAGE RADIOLOGIQUE – COMPOSITION DE L'EAU DE NAPPE

5.4.1 - Radioprotection et zonage radiologique

La prestation se déroulera sur les sites du CEA et de l'ASNR de Fontenay-aux-Roses dans les aires extérieures. Tous les piézomètres sont situés en extérieur. Les aires extérieures sont hors zone radiologique.

Aucune disposition de radioprotection n'est requise.

5.4.2 - Composition de l'eau de nappe

La qualité de l'eau de nappe, du point de vue chimique et radiologique, dans ces piézomètres, est similaire à celle de l'eau de nappe des aquifères concernés à ses exutoires en amont ou en aval du site (résurgences, fontaines). Nous donnons ci-dessous, pour information, les paramètres investigués pour lesquels les normes de qualité ou les valeurs seuils de l'arrêté du 9 octobre 2023 relatif à la qualité des eaux souterraines, ou à défaut, les limites ou références de qualité de l'arrêté du 30 décembre 2022 relatif aux eaux de boisson, sont dépassées dans un ou plusieurs piézomètres.

- Paramètres physico-chimiques (valeurs mesurées de mars à mai 2023, ou février 2025, sauf dans F4/D) :
 - Conductivité électrique rapportée à 25°C : 950 à 1238 $\mu\text{S/cm}$ (sauf F11 : 1600 $\mu\text{S/cm}$; F13 : 1640 $\mu\text{S/cm}$; F6/F : 2240 $\mu\text{S/cm}$) – *valeur seuil : 1100 $\mu\text{S/cm}$*
 - pH : *in situ*, entre 6,9 et 7,2 (sauf F1/A, F2/B et F6/F : entre 6,0 et 6,4) ; en laboratoire d'analyse, entre 6,5 et 7,1 (sauf F6/F : 6,4) – *référence de qualité : entre 6,5 et 9*.
 - Turbidité : inférieure à 1,4 NFU (sauf F7/H : 4,5 NFU ; F5/E : 178 NFU ; F11 et F13 : non mesurée) – *valeur seuil : 1 NFU*.
- Teneurs en éléments chimiques (valeurs mesurées en 2012 et 2013 dans F4/D, en mars ou mai 2023 dans F11 et F13 ou en février 2025 dans les 7 autres piézomètres) :



Cahier des charges Diagnostic et comblement partiel de piézomètres des sites du CEA et de l'ASNR de Fontenay-aux-Roses	SPRE/DIR/SP/018	
	Indice B 03/2026	24/39

- Nitrates : 32 à 55 mg/L (sauf F6/F : 68,5 mg/L ; F4/D et F11 : 73 mg/L ; F13 : 80 mg/L) – *Norme de qualité : 50 mg/L – Valeur seuil : 100 mg/L.*
- Carbone organique total : 1,5 à 2,0 mg/L (sauf F11 : 2,2 et 2,6 mg/L en 2012-2013 ; F4/D : 2,6 mg/L ; F13 : 2,3 et 3,6 mg/L en 2012-2013 ; F6/F : 3,7 mg/L et F5/E : 4,6 mg/L) – *référence de qualité : 2 mg/L.*
- Sulfates : 195 à 300 mg/L (sauf F11 : 490 mg/L ; F13 : 530 mg/L ; F6/F : 884 mg/L) – *Valeur seuil : 250 mg/L.*
- Fer et Aluminium : en-dessous de 68 µg/L (sauf F5/E : 414 µg/L de Al et 436 µg/L de Fe) – *Valeur seuil : 200 µg/L pour Fe et pour Al.*
- Paramètres microbiologiques (valeurs mesurées en février 2025 sauf dans F4/D, F11 et F13) :
 - Bactéries coliformes : pour les 7 piézomètres, le laboratoire mentionne « une sélectivité insuffisante du milieu de culture préconisé par la norme ne nous permet pas de conclure sur l'absence ou la présence de coliformes ». Sauf dans F5/E où le test est lisible et elles sont absentes. – *référence de qualité : 0 germe / 100 mL.*
 - Bactéries Escherichia coli : absentes sauf dans F6/F : test illisible - *limite de qualité : 0 germe / 100 mL.*
 - Bactéries entérocoques intestinales : absentes sauf dans F6/F : 1 germe / 10 mL – *limite de qualité : 0 germe / 100 mL.*
 - Micro-organismes sulfito-réducteurs + spores : absents sauf F2/B : 13 germes / 10 mL ; F8/H : 24 germes / 10 mL ; F6/F : 85 germes / 10 mL – *référence de qualité : 0 germe / 100 mL.*
- Teneurs en radioéléments (valeurs mesurées en 2023 ou 2024) :
 - Radioactivité alpha globale : 0,12 à 0,26 Bq/L (sauf F4/D : 0,32 Bq/L ; F13 : 0,64 Bq/L ; F6/F : 1,0 ou 1,2 Bq/L) - *valeur indicative : 0,1 Bq/L et référence de qualité : 0,1 mSv/an.*

NB : Les mesures chimiques, physico-chimiques et microbiologiques effectuées en février 2025 n'ont pas pu être faites dans le piézomètre F4/D (pompe en panne). Elles seront effectuées par le CEA en début de prestation, dès le remplacement de sa pompe. Les mesures microbiologiques n'ont pas été effectuées dans F11 et F13.

Les eaux de nappe de ces piézomètres sont :

- Toutes potables du point de vue radiologique (dose totale indicative largement sous les 0,1 mSv/an) ;
- Toutes non-potables du point de vue physico-chimique (sauf F8/H potable physico-chimiquement) à cause de leur pH, leur turbidité et/ou leur conductivité électrique ;
- Non-potables du point de vue de leur composition chimique (sauf F3/C, F7/G et F8/H potables chimiquement) à cause de leur teneur en nitrates, sulfates et/ou carbone organique total, (et en aluminium et fer pour F5/E) ;
- Toutes non-potables du point de vue microbiologique (sauf F5/E potable microbiologiquement) à cause du doute sur la présence de bactéries coliformes (test illisible), à cause de la présence de microorganismes sulfito-réducteurs et/ou leurs spores (F2/B, F6/F, et F8/H) et de bactéries entérocoques intestinales (F6/F) voire de bactéries Escherichia coli (F6/F).

L'eau de deux piézomètres a une composition particulière :

- F5/E a une eau très turbide, de couleur jaune-ocre typique des sables de Fontainebleau. Il est le seul où le seuil est dépassé pour les teneurs en aluminium et fer. Sa couleur vraie après filtration à 0,45 µm est inférieure à 5 unités Hazen (la limite de qualité étant 15), comme pour les 6 autres piézomètres. Les



Cahier des charges Diagnostic et comblement partiel de piézomètres des sites du CEA et de l'ASNR de Fontenay-aux-Roses	SPRE/DIR/SP/018	
	Indice B 03/2026	25/39

dépassements de seuils pour l'eau de F5/E sont donc probablement causés par des particules minérales en suspension, facilement éliminables sur les outils par simple rinçage. Il est le seul où l'absence de bactéries coliformes a pu être prouvé.

- Pour l'eau dans F6/F, les dépassements de seuils de qualité ou de potabilité sont assez marqués et concernent sa phase dissoute (turbidité < 0,3 NFU). Quelques précautions sont de mise : port de gants et rinçage complet des appareils utilisés.

Les dépassements des seuils de qualité ou de potabilité dans les piézomètres F1/A, F2/B, F3/C, F4/D, F7/E, F8/H, F11 et F13 sont légers, ce sont des teneurs habituelles des eaux de nappe superficielle, dues au bruit de fond naturel et anthropique régional.

Pour éviter des transferts entre piézomètres, le CEA demande au Titulaire, lors de l'utilisation d'appareils plongés successivement dans les différents piézomètres, de rincer impérativement l'appareil à l'eau potable de ville avant et après chaque piézomètre, avec une attention particulière pour le rinçage des appareils :

- Avant de les plonger dans le piézomètre F5/E (piézomètre « amont », sur le site de l'ASNR)
- Après les avoir plongés dans le piézomètre F6/F (piézomètre « aval », dans la station FAR ATMOS).

5.5 - CONDITIONS D'EXECUTION

5.5.1 - Modalités d'intervention

L'horaire normal de travail est de 8h30 à 17h10 les jours ouvrés, les interventions étant assurées principalement durant cet horaire normal.

5.5.2 - Conditions d'accès

Le Titulaire se conformera aux règles relatives aux conditions d'accès en vigueur sur les 2 sites (CEA et ASNR).

Pour des interventions de courte durée (< 32 j), l'accès au site est subordonné aux démarches suivantes :

- Pour du personnel originaire de l'UE, une demande d'accès devra être réalisée 7 jours calendaires minimum avant l'intervention sur site ;
- Pour du personnel hors UE, un délai de 21 jours devra être pris en compte.

Tous les détails des procédures et renseignements peuvent être obtenus auprès du chargé d'affaire.

5.5.3 - Installation de chantier

Les installations de chantier telles que vestiaires classiques, réfectoire, sanitaires et douches seront mises à disposition de chaque Titulaire par le CEA. Elles sont localisées au RDC du bâtiment 17.

5.5.4 - Repli de chantier

Le Titulaire devra refermer chaque jour en fin de journée le couvercle des casiers des piézomètres et remettre son cadenas (ou la plaque style « bouche d'égout » fermant le regard enterré, pour le F5/E). Dans la mesure du possible, il les refermera également lors de la pause de midi.



Cahier des charges Diagnostic et comblement partiel de piézomètres des sites du CEA et de l'ASNR de Fontenay-aux-Roses	SPRE/DIR/SP/018	
	Indice B 03/2026	26/39

Le Titulaire ramènera chaque soir, sur l'une des deux zones de stockage général, le plus de matériel possible, ne laissant sur place, près du ou des piézomètres en cours de chantier, que le minimum, difficile à déplacer et/ou amené à être encore utilisé le jour ouvrable suivant.

Le Titulaire ne devra en aucun cas stocker du matériel à proximité de la clôture du CEA.

Le repli de chantier, le nettoyage final et la gestion des déchets ne se feront qu'une fois les tubes guides ainsi que les pompes et tuyaux d'exhaure rééquipés dans l'ensemble des piézomètres à l'issue du poste 8 indiqué au BPU.

5.6 - SUIVI DE LA PRESTATION

Les réunions à prévoir sont les suivantes :

- **Réunion de démarrage** : elle sera réalisée au plus tôt après la réception du marché par le prestataire. Au cours de cette réunion, il sera procédé à l'examen et à la rédaction :
 - du plan de prévention et à l'organisation de l'inspection commune préalable (ICP) avec visite des lieux de travail,
 - des besoins en fluides (eau, électricité...) du Titulaire pour l'exécution de sa prestation,
 - du planning d'exécution de la prestation fourni par le Titulaire. Les délais accordés à la vérification et à la révision des documents par chacune des parties, retenus pour l'élaboration des plannings prévisionnels, seront examinés conjointement lors de cette réunion,
 - du calendrier des réunions d'avancement et techniques,
 - de l'architecture de la documentation.
- **Réunions intermédiaires** : elles auront notamment pour objet d'aborder des aspects liés :
 - à la sécurité (avenants au plan de prévention, autorisations de travail, coactivité...),
 - à la gestion des déchets et effluents
 - aux difficultés techniques rencontrées,
 - à l'avancement du projet (planning, points d'arrêt...)
 - à la présentation des rapports de fin de livrables ou du DOE.
- **Réunion de clôture** : elle sera réalisée après la réalisation de tous les postes du projet.

5.7 - LIVRABLES DE LA PRESTATION

Le Titulaire fournira au CEA un rapport à l'issue de chaque livrable.

Préalablement aux opérations de réception, et au plus tard 20 jours ouvrés après la fin des travaux, le Titulaire remettra, au CEA, le Rapport Final d'Intervention et le Dossier des Ouvrages Exécutés (DOE).

Le RFI réunira en un seul document les 4 rapports fournis au cours de la prestation, en leur version acceptée par le CEA. Chaque rapport comprendra, a minima, les éléments suivants :

- La chronologie et le descriptif des opérations réalisées, leur durée, les moyens matériels et humains,
- Les résultats des investigations et leur interprétation,
- Les incidents et/ou événements éventuels qui auraient pu se produire,
- L'état initial et final des piézomètres et de leur équipement,



Cahier des charges Diagnostic et comblement partiel de piézomètres des sites du CEA et de l'ASNR de Fontenay-aux-Roses	SPRE/DIR/SP/018	
	Indice B 03/2026	27/39

- Le retour d'expérience.

Le DOE contiendra les documents techniques ou administratifs nécessaires pour l'utilisation ultérieure des piézomètres issus de cette prestation (notices, garanties, certificats de conformité). Notamment, la composition chimique et minéralogique, la composition granulométrique et la tenue mécanique des matériaux de comblement introduits ; la durée et le débit de pompage préconisés pour les purges.

Le RFI et le DOE seront transmis sous format numérique, chacun en un seul document PDF. Le Titulaire fournira également les figures, schémas, photos, plans qu'il contiennent aux formats .pptx, .png .jpg ou .dwg et les vidéos des inspections caméra au format .mp4.

5.8 - PLANNING

Le Titulaire fournira un planning prévisionnel avec son offre mettant en évidence les différentes phases, à partir de la notification du marché.

Ces travaux pourront débuter à partir de la contractualisation du marché.

6 - DISPOSITIONS REGLEMENTAIRES

6.1 - EXIGENCES REGLEMENTAIRES DE LA PRESTATION

Le Titulaire doit respecter l'ensemble de la réglementation en vigueur au jour où il effectue son intervention, ainsi que les exigences spécifiques au CEA et à l'ASNR, dans les domaines de la sûreté, de la sécurité, de la radioprotection, de la qualité et de l'environnement.

Les exigences à respecter sont (voir aussi §1.2) :

- L'ensemble des prescriptions légales et réglementaires (textes législatifs et réglementaires français),
- Les réglementations locales,
- Le présent Cahier des Charges.

Les documents spécifiques au site du CEA de Fontenay-aux-Roses sont disponibles sur simple demande et consultables sur site.

6.2 - CLASSIFICATION DE LA PRESTATION

Pour la réalisation des prestations définies dans le présent cahier des charges, le CEA mettra à la disposition du Titulaire tous les documents nécessaires dont il dispose et dont le Titulaire aura fait la demande, notamment le plan de situation des piézomètres.

Les informations détenues par le CEA dont le Titulaire aurait connaissance à l'occasion de l'exécution de la prestation à réaliser présentent un caractère confidentiel.

Les données contenues dans ces documents techniques, ces fichiers ou programmes mis à disposition du Titulaire ne peuvent être exploitées par celui-ci que pour des besoins de la prestation qui lui est confiée. Toute autre diffusion



Cahier des charges Diagnostic et comblement partiel de piézomètres des sites du CEA et de l'ASNR de Fontenay-aux-Roses	SPRE/DIR/SP/018	
	Indice B 03/2026	28/39

ou exploitation, sous quelle que forme que ce soit, lui est interdite. De même, il lui est interdit d'effectuer des copies des documents techniques, des standards, des outils, des fichiers ou des programmes.

En conséquence, le Titulaire doit s'obliger à prendre toutes mesures tendant à s'assurer le secret le plus absolu sur les données communiquées. Tous les éléments relatifs aux informations transmises ne peuvent être communiqués qu'aux membres de son personnel, appelés à travailler pour la prestation considérée. A la fin de la prestation, le Titulaire devra restituer sans délais les documents techniques, les fichiers ou les programmes, ainsi que toutes les copies des documents techniques, des fichiers ou des programmes réalisées dans le cadre du bon déroulement de la prestation.

La communication à des tiers d'informations ou la copie de données détenues par le CEA sans autorisation est considérée comme une violation des dispositions relatives au respect du secret dans l'exécution de la prestation.

6.3 - RECEPTION

Un procès-verbal de réception signé des deux Parties sera établi après achèvement des prestations et remise du RFI et du DOE clairement définis dans le présent cahier des charges.

7 - MOYENS MIS A LA DISPOSITION DU TITULAIRE

Le CEA et l'ASNR fourniront :

- Les accès sur le site durant la consultation, pour les visites, et durant l'exécution du marché,
- La mise à disposition d'une zone d'entreposage pour l'entreposage du matériel du Titulaire,
- La maintenance préventive et corrective des installations mises à disposition par le CEA et par l'ASNR,
- Les fluides (eau, électricité). Pour la fourniture électrique, le soumissionnaire pourra proposer des alternatives.

Le CEA fournira :

- L'ensemble des données d'entrées disponibles et nécessaires au bon déroulement de la prestation.
- Le « portique en U » de levage des pompes, muni d'une accroche pour palan ou poulie.
- La pompe de rechange pour le piézomètre F4/D (si besoin)



Cahier des charges		SPRE/DIR/SP/018	
Diagnostic et comblement partiel de piézomètres des sites du CEA et de l'ASNR de Fontenay-aux-Roses		Indice B 03/2026	30/39

COUPE TECHNIQUE DU FORAGE

Fig. 2

F6

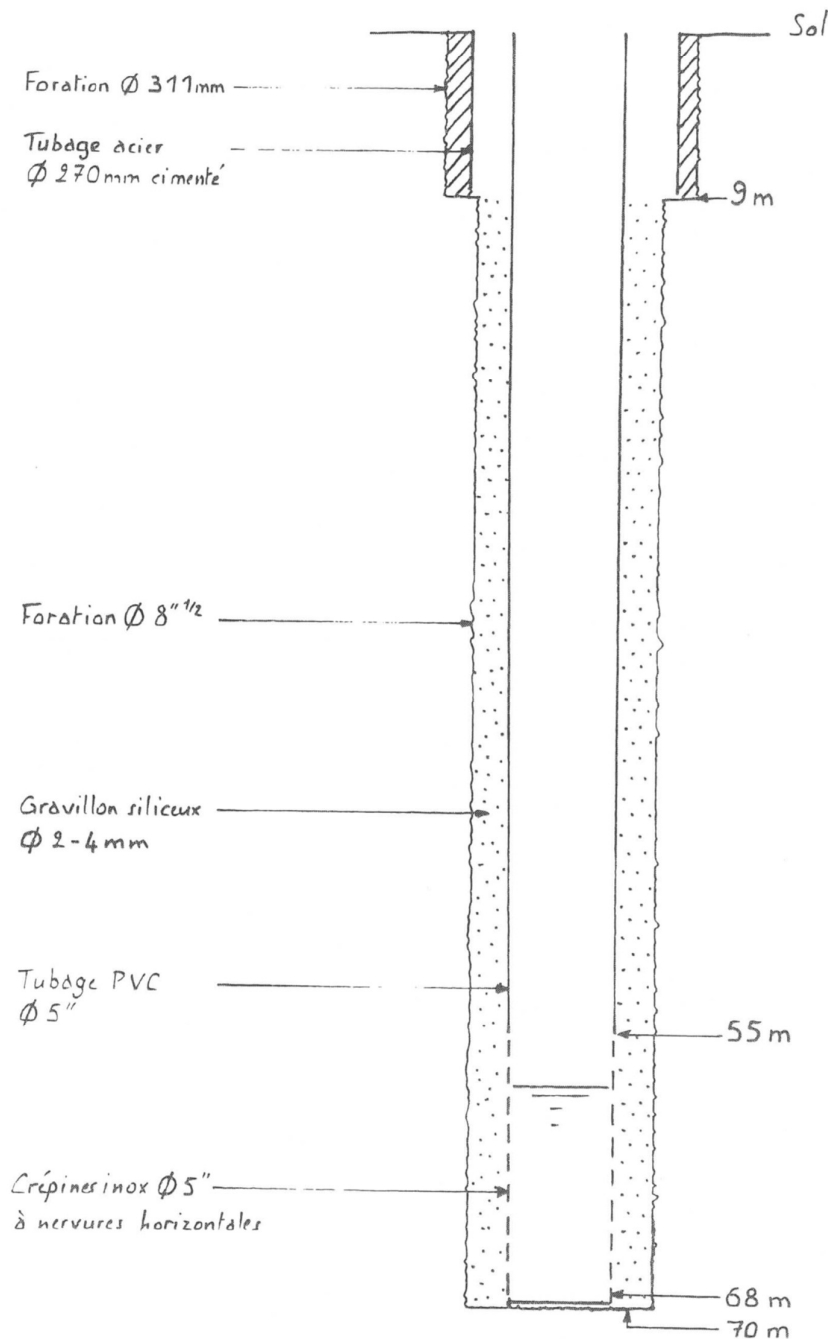


Figure 6 : Coupe technique du piézomètre F6/F

ANTEA

CEA

Nº A 23079

Travaux de réalisation de deux piézomètres
sur le site de Fontenay Aux Roses (92)

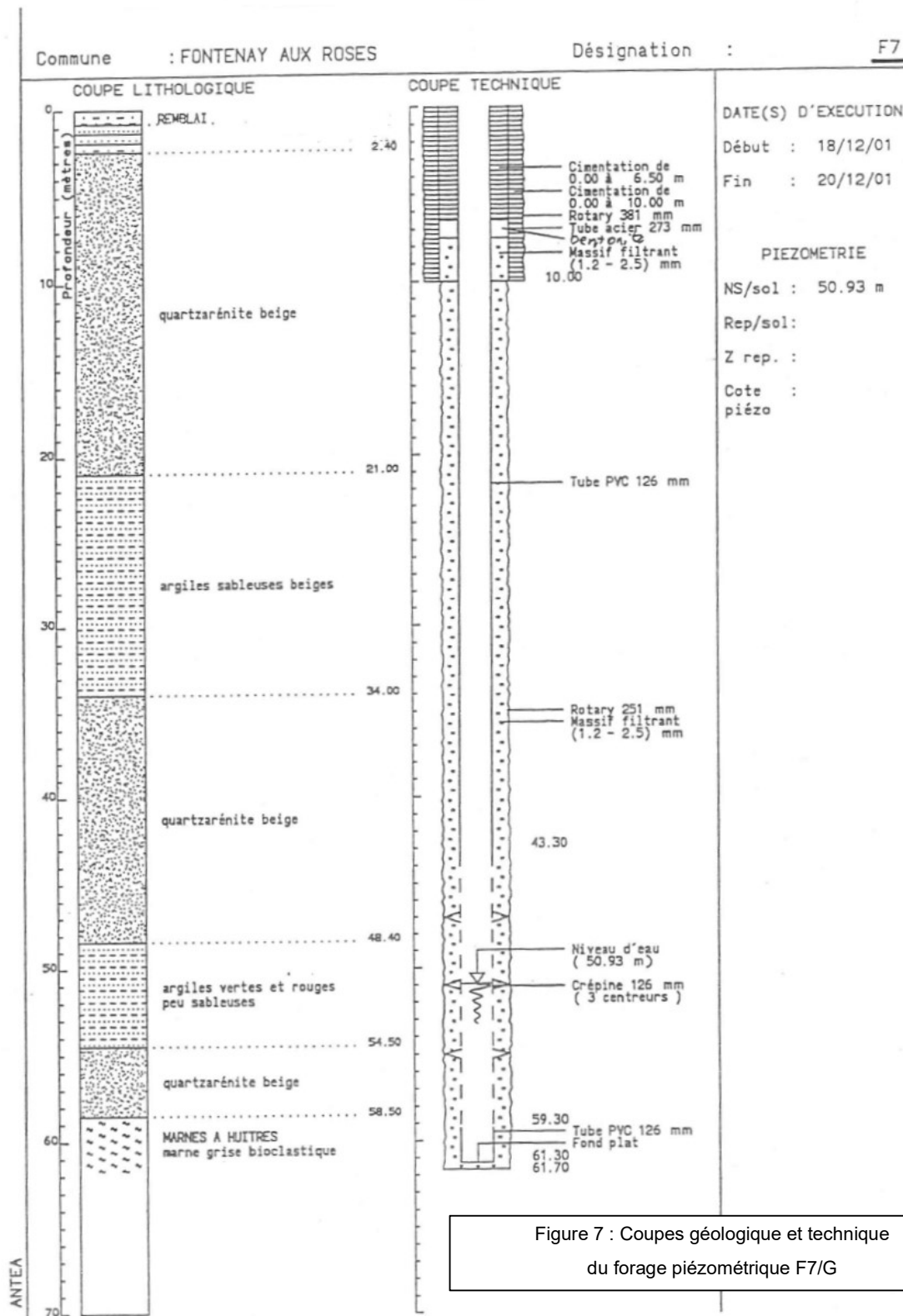


Figure 7 : Coupes géologique et technique
du forage piézométrique F7/G



Cahier des charges		SPRE/DIR/SP/018	
Diagnostic et comblement partiel de piézomètres des sites du CEA et de l'ASNR de Fontenay-aux-Roses		Indice B 03/2026	32/39

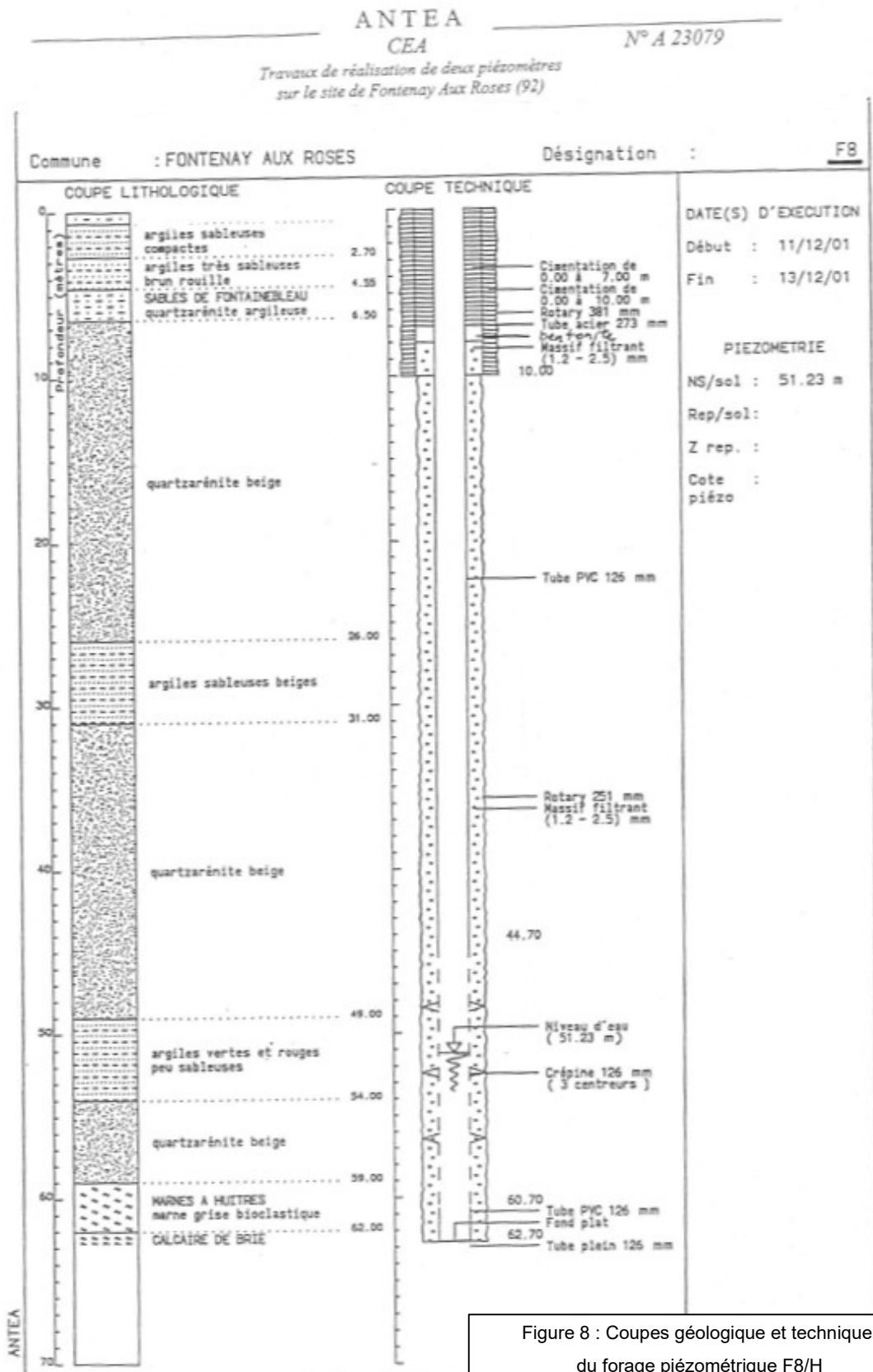


Figure 8 : Coupes géologique et technique
du forage piézométrique F8/H

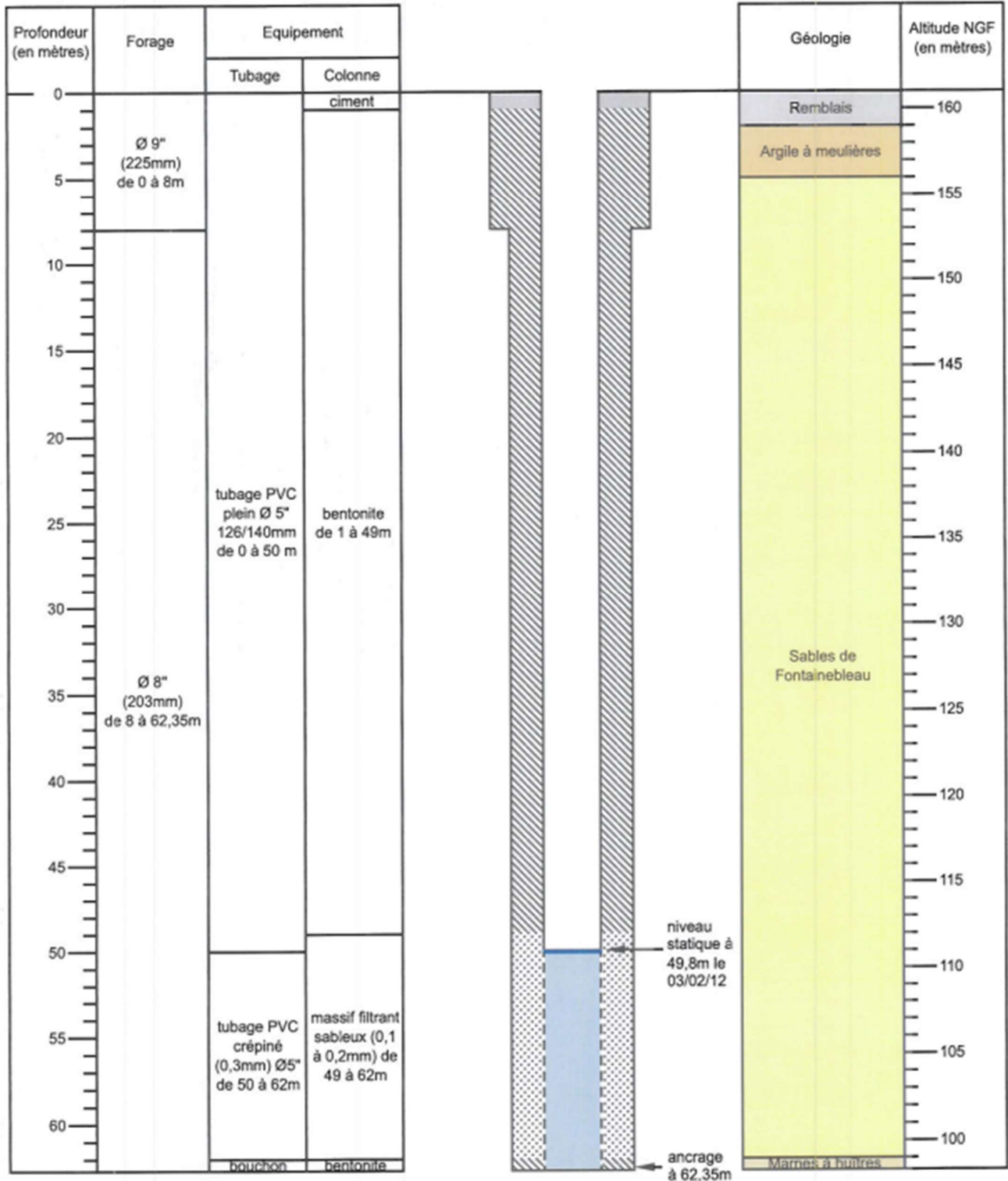


Cahier des charges		SPRE/DIR/SP/018	
Diagnostic et comblement partiel de piézomètres des sites du CEA et de l'ASNR de Fontenay-aux-Roses		Indice B 03/2026	33/39

SONDAGE n°: F11 (SC413)	PAGE 1 sur 1
CLIENT / LIEU : CEA-Fontenay aux Roses (92260)	SUIVI PAR : DR
MAITRISE D'ŒUVRE : Conseils & Environnement	DATE : 07 au 12/12/11
REFERENCE PROJET : P11NET167	METHODE : TruSonic
SONDEUR : BOARTLONGYEAR	PROFONDEUR : 62,35m
Coordonnées Lambert II étendu	X : 595469,526 Y : 2421275,409 Z : 161,34



Figure 9 : Coupes du
Forage F11



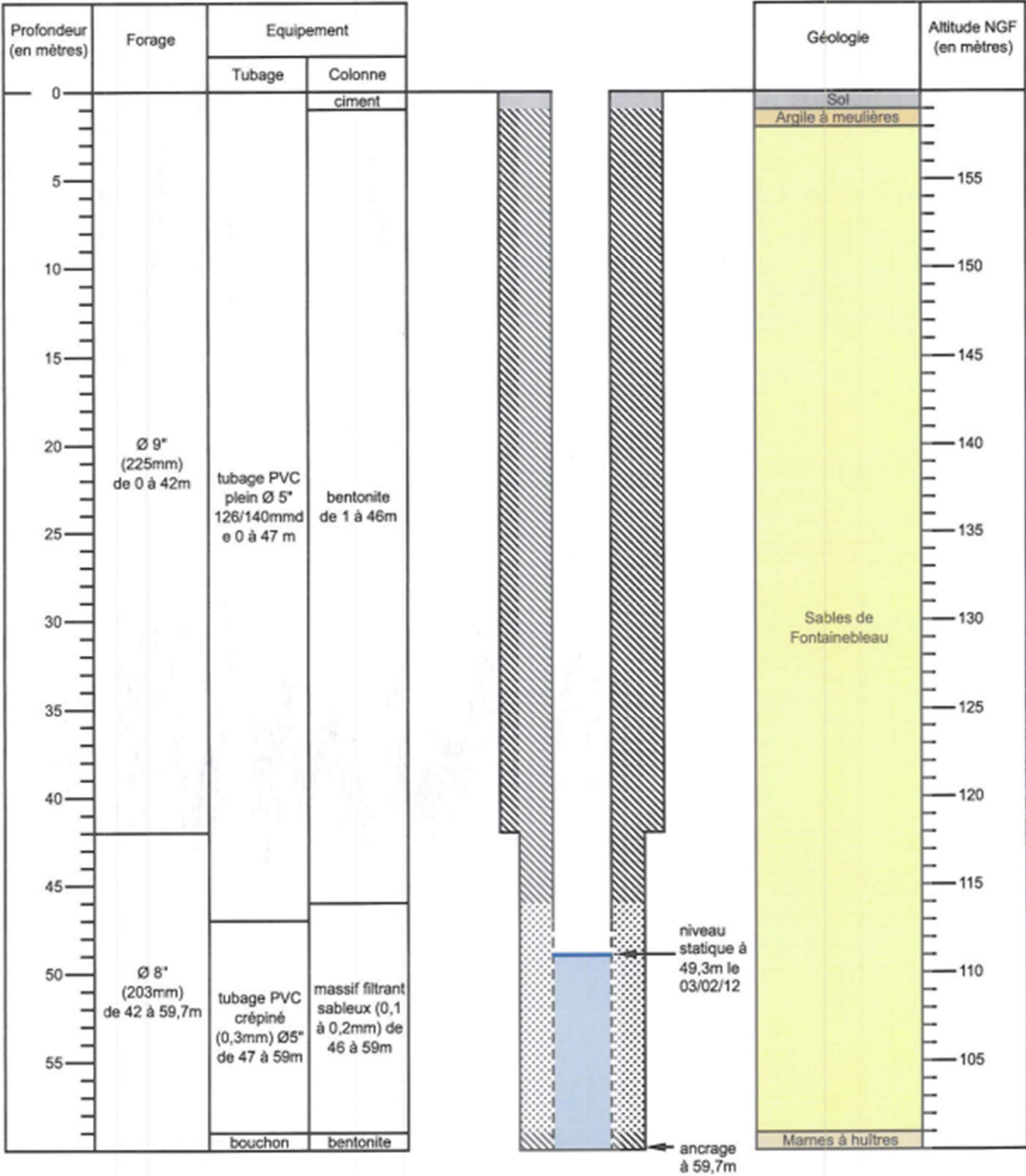


Cahier des charges		SPRE/DIR/SP/018	
Diagnostic et comblement partiel de piézomètres des sites du CEA et de l'ASNR de Fontenay-aux-Roses		Indice B 03/2026	34/39

SONDAGE n°: F13 (SC415)	PAGE 1 sur 1
CLIENT / LIEU : CEA-Fontenay aux Roses (92260)	SUIVI PAR : DR
MAITRISE D'ŒUVRE : Conseils & Environnement	DATE : 13/12/11 au 05/01/12
REFERENCE PROJET : P11NET167	METHODE : TruSonic
SONDEUR : BOARTLONGYEAR	PROFONDEUR : 59,7m
Coordonnées Lambert II étendu	X : 595502,108 Y : 2421240,782 Z : 159,98



Figure 10 : Coupes du forage F13

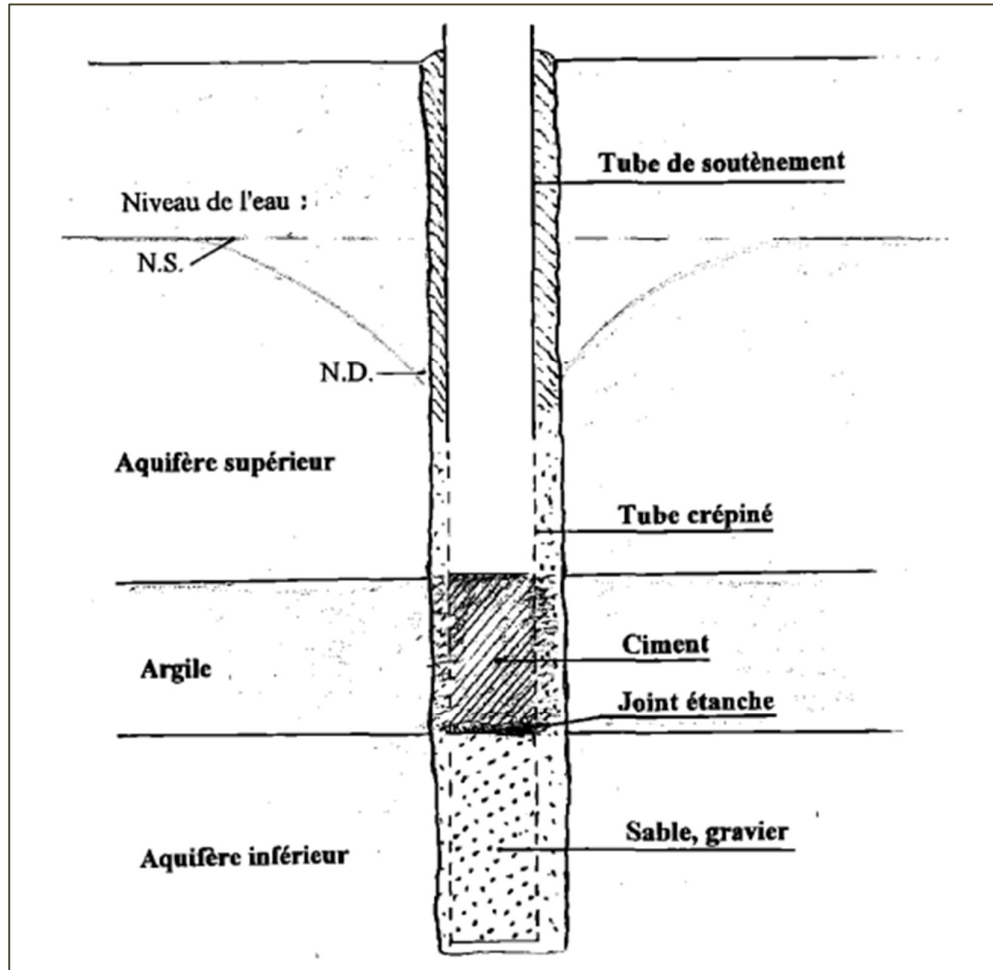




Cahier des charges	SPRE/DIR/SP/018	
	Indice B 03/2026	35/39

Diagnostic et comblement partiel
de piézomètres
des sites du CEA et de l'ASNR de
Fontenay-aux-Roses

ANNEXE 2 : METHODE DE REBOUCHAGE PROPOSEE PAR LE BRGM



Réhabilitation permettant de capter uniquement l'aquifère supérieur

Description des travaux :

- Comblement de la partie inférieure, jusqu'au toit de l'aquifère inférieur, par des cailloux, gravier, sable (suivant la perméabilité du milieu) siliceux, inerte et stable.
- Percement des crépines à la base de l'écran argileux (par charges creuses, abrasion par jet, ...), si l'on veut obtenir une isolation parfaite.
- Mise en place d'un joint étanche (type « Sobranite », boulettes d'argile gonflante) pour protéger le gravier sous-jacent de l'opération suivante, sur environ 50 cm de haut.
- Injection d'un bouchon par un laitier de ciment, par le bas, sur toute la hauteur de l'écran argileux. Et si possible sur une hauteur minimale de 4 m.

Vocabulaire : NS = niveau statique (sans pompage). ND = niveau dynamique (lors du pompage), qui forme un cône de rabattement autour du piézomètre.

Référence : BRGM/RP-51790-FR – Réhabilitation d'ouvrages de captage d'eau en région Centre pour la mise en conformité et comblement d'ouvrages – Ph. Maget – 2002



Cahier des charges Diagnostic et comblement partiel de piézomètres des sites du CEA et de l'ASNR de Fontenay-aux-Roses	SPRE/DIR/SP/018	
	Indice B 03/2026	36/39

ANNEXE 3 : MODE OPERATOIRE PROPOSE POUR (DES)-EQUIPER LES PIEZOMETRES

A LIRE IMPERATIVEMENT EN ENTIER AVANT TOUTES MANIPULATIONS

4.1. Protocoles d'opération de mise en place et remontée des tubes guides pour sondes piézométriques

Le présent protocole décrit les modalités pratiques et le matériel utilisé pour la mise en place et la remontée des tubes guides pour sondes sur les piézomètres situés au CEA de Fontenay-aux-Roses.

Conseils et Environnement propose ce protocole afin de faciliter la manutention et de minimiser les risques pour les opérateurs. Ce qui est formalisé par la suite constitue une proposition de protocole et n'est en aucun cas une obligation de réalisation. Les opérations (moyens techniques et humains) ainsi que leurs sécurités est en charge de l'entreprise réalisant les opérations.

Matériel nécessaire

- Pelle mécanique de capacité de levage supérieure ou égale à 4 m ;
- Tige métallique de 8 mm de diamètre et de 20 cm de longueur ;
- Elingue ronde de longueur utile 1 m et de 2 tonnes de capacité.

Les personnes intervenants lors de cette manipulation devront impérativement porter les équipements de protections individuels classiques : gants de manutention, casque, chaussures de sécurité, avec balisage de zone autour du piézomètre à accès restreint aux opérateurs.

Procédure de mise en place des tubes guides-sondes

La procédure suivante énonce les étapes permettant de mettre en place le tube guide :

1. S'assurer que le premier tube crépiné à mettre en place est équipé de son bouchon ;
2. Placer ce premier tube crépiné dans l'orifice de la plaque métallique de soutien prévue à cet effet et le maintenir en place manuellement de façon à ce qu'il ne tombe pas au fond du puits ;
3. Visser le tube crépiné suivant au sommet et descendre manuellement le tout de façon à pouvoir visser le tube suivant de la même façon ;
4. Répéter l'opération en commençant par les tubes crépinés, puis les tubes pleins non percés ;
5. Une fois le premier tube percé de deux trous vissé au sommet des autres, glisser la tige métallique dans les deux trous au sommet de façon à ce qu'elle maintienne le tube en place au sommet du piézomètre ;
6. Visser le tube de 1m surmonté de la tête en acier sur le tube plein suivant ;
7. Visser l'ensemble au sommet du tube en place dans le piézomètre ;
8. Suspendre l'elingue à l'extrémité du bras de la pelle mécanique et utiliser les deux boudes ainsi formées pour saisir les bras de la tête acier ;
9. Soulever l'ensemble, retirer la tige métallique et faire descendre le tube ;



Cahier des charges Diagnostic et comblement partiel de piézomètres des sites du CEA et de l'ASNR de Fontenay-aux-Roses	SPRE/DIR/SP/018	
	Indice B 03/2026	37/39

Rapport de fin d'intervention - Rénovation et aménagements sur les piézomètres implantés au CEA de Fontenay aux Roses - Référence Conseils & Environnement : P13NET512 - Indice A

10. Replacer la tige métallique au sommet du dernier tube de façon à ce qu'il repose dessus ;
11. Dévisser le tube de 1 m muni de la tête métallique et le placer au sommet du tube de 3 m suivant ;
12. Répéter les opérations 7 à 11.

Procédure de remontée des tubes guides-sondes

La procédure suivante énonce les étapes permettant de remonter le tube guide :

1. Suspendre l'élingue à l'extrémité du bras de la pelle mécanique et utiliser les deux boucles ainsi formées pour saisir les bras de la tête acier ;
2. Soulever l'ensemble jusqu'à rendre accessible le sommet du second tube percé et y glisser la tige métallique ;
3. Eloigner le bras de la pelle et dévisser le tube plein sorti ;
4. Dévisser le tube de 1 m muni de la tête acier et le replacer au sommet du tube en place dans le piézomètre ;
5. Saisir les bras de la tête acier avec l'élingue et soulever l'ensemble jusqu'à rendre accessible le sommet du second tube percé et y glisser la tige métallique ;
6. Répéter les opérations 3 à 5 jusqu'à atteindre les tubes non percés ;
7. Remonter manuellement les tubes restant en dévissant les tubes individuels au fur et à mesure de leur remontée.

Note importante :

1. **Toutes les sondes manuelles doivent être impérativement enlevées du piézomètre** avant d'initier la procédure de remontée ;
2. Pour effectuer la remontée, il est impératif de mettre la pompe hors tension, en **débranchant le boîtier électrique à voyants du boîtier d'alimentation ET en déconnectant la pompe du boîtier électrique à voyants.**



Cahier des charges		SPRE/DIR/SP/018	
Diagnostic et comblement partiel de piézomètres des sites du CEA et de l'ASNR de Fontenay-aux-Roses		Indice B 03/2026	38/39

4.2. Protocole de descente et de remontée des pompes immergées dans les piézomètres.

Le présent protocole décrit les modalités pratiques et le matériel utilisé pour la mise en place et la remontée des pompes dans les piézomètres situés au CEA de Fontenay-aux-Roses.

Matériels utilisés

- Palan électrique d'une capacité de 250 kg ;
- Portique en U fabriqué sur mesure, se logeant dans des pattes métalliques fixées directement dans les réhaussements bétons du massif de protection du piézomètre ;
- Dévidoir placé sur la remorque REM-09 du CEA (si jugée utile et pour la remontée seulement).

Procédure de mise en place des pompes immergées

Le treuil fixé au portique va permettre de descendre les pompes de la façon suivante :

1. Placer le portique dans la réhausse au-dessus du puits ;
2. Fixer le portique par les pattes métalliques prévues à cet effet ;
3. Enrouler le filin de sécurité de la pompe autour de l'enrouleur du palan ;
4. Relier l'extrémité du filin de sécurité à la pompe ;
5. Placer le treuil au droit du piézomètre (latéralement) et placer la pompe dans le puits ;
6. Descendre la pompe par le treuil électrique. Un opérateur aidera l'entrée du tuyau d'exhaure dans le puits ;
7. Une fois que la plaque repose sur la tête du piézomètre, enlever du treuil la boucle du filin de sécurité et l'attacher au crochet métallique situé dans la réhausse béton (pour les piézomètres F9 à F13).

Procédure de remontée des pompes immergées

La procédure suivante énonce les étapes permettant de remonter les pompes immergées :

1. Placer la remorque avec le dévidoir à l'endroit le plus accessible du piézomètre (si jugé utile) ;
2. Placer le portique dans les pattes métalliques à l'intérieur de la réhausse ;
3. Fixer le treuil au portique (ajouter une élingue de sécurité) ;
4. Attacher la câble du treuil de la remorque REM-09 au raccord pompier (tête-de-chat) ou laissé libre ;
5. Raccorder le filin du treuil électrique au filin de sécurité de la pompe via la manille ;
6. Actionner le treuil manuel de la remorque REM-09 afin de monter le tuyau d'exhaure (ou manuellement) et de détendre le filin de sécurité de quelques centimètres ;
7. Actionner le treuil électrique pour libérer le filin de sécurité du crochet ;
8. Actionner à nouveau le treuil électrique afin d'enrouler le filin de sécurité ;



Cahier des charges Diagnostic et comblement partiel de piézomètres des sites du CEA et de l'ASNR de Fontenay-aux-Roses	SPRE/DIR/SP/018	
	Indice B 03/2026	39/39

Rapport de fin d'intervention - Rénovation et aménagements sur les piézomètres implantés au CEA de Fontenay aux Roses - Référence Conseils & Environnement : P13NET512 - Indice A

9. Lors de la remontée de la pompe : enrouler en même temps l'ensemble tuyau d'exhaure et alimentation électrique autour du déversoir (ou laisser libre) ;
10. Attention à bien placer la plaque métallique avec les connectiques à l'endroit prévu à cet effet sur le déversoir, l'y aider grâce à la barre.

Note importante :

1. **Toutes les sondes manuelles doivent être impérativement enlevées du piézomètre** avant d'initier la procédure de remontée ;
2. Pour effectuer la remontée, il est impératif de mettre la pompe hors tension, en **débranchant le boîtier électrique à voyants du boîtier d'alimentation ET** en déconnectant la pompe du boîtier électrique à voyants.

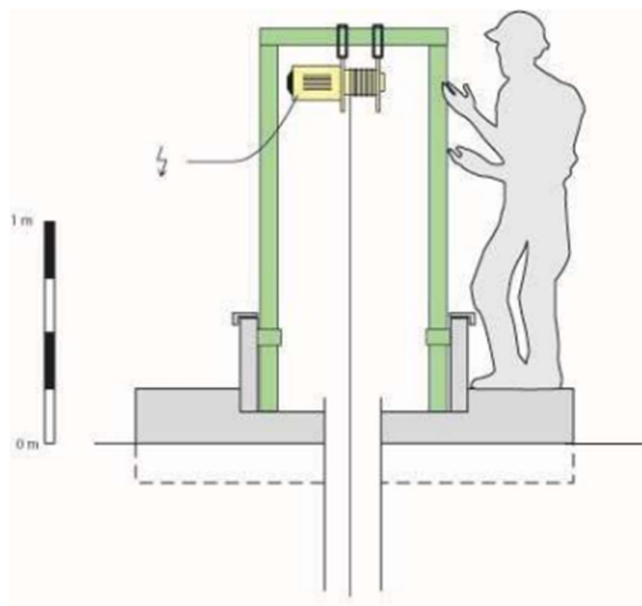


Schéma de principe de l'installation pour descente/remontée des pompes immergées