



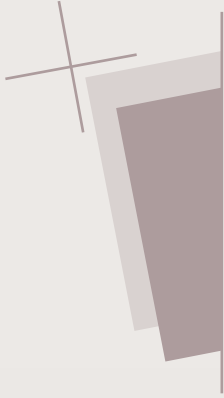
RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE

*Liberté
Égalité
Fraternité*



Janvier 2024

DEMANDE D'AUTORISATION ENVIRONNEMENTALE DU CIRES



Annexes

ANNEXE 3



Demande d'autorisation environnementale du Cires

Annexes

ACACIDOACID230068/B

ANNEXE 3

Synthèse des caractéristiques géologiques et de perméabilité de la barrière passive des alvéoles de stockage

Mise à jour du dossier de demande d'autorisation environnementale du Cires en vue de l'enquête publique

À la suite des avis du Conseil national de la protection de la nature (CNPN) et de l'Autorité environnementale (Ae) émis dans le cadre du processus d'instruction de la demande d'autorisation environnementale, des mises à jour ont été apportées par l'Andra dans certaines pièces du dossier (déposé pour instruction le 9 avril 2023) avant son passage en enquête publique.

Pour assurer la clarté de l'information du public, l'Andra assure la traçabilité de ces mises à jour.

Toutes les adaptations (modifications ou ajouts) se matérialisent par un **surlignage gris** dans le corps du texte, les corrections mineures de forme et de mise en cohérence ne sont pas matérialisées.

SOMMAIRE

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Sommaire | 3 |
| 1. Introduction | 6 |
| 2. Caractéristiques géologiques de la barrière passive | 7 |
| 2.1 <i>Lithologie</i> | 7 |
| 2.2 <i>Sédimentologie</i> | 10 |
| 2.3 <i>Approche structurale et géométrie</i> | 11 |
| 2.4 <i>Phénomènes d'altération</i> | 13 |
| 2.5 <i>Autres structures pouvant affectant la continuité de l'argile hôte</i> | 14 |
| 2.6 <i>La cartographie du toit de l'argile hôte</i> | 16 |
| 2.6.1 L'approche suivie pour établir la carte du toit des argiles de l'Aptien inférieur | 16 |
| 2.6.2 La plateforme 1 | 16 |
| 2.6.3 La plateforme 2 (projet PMA) | 17 |
| 2.6.4 L'alvéole dédiée | 17 |
| 2.6.5 Le projet ACACI (« tranche 3 ») | 19 |
| 3. Perméabilité de la barrière passive | 23 |
| 3.1 <i>Mesures de perméabilité de la barrière passive en phases de reconnaissance et de caractérisation</i> | 23 |
| 3.1.1 Mesures de la perméabilité des argiles de l'Aptien inférieur en forages | 23 |
| 3.1.2 Mesures de perméabilité des argiles de l'Aptien inférieur en surface | 24 |
| 3.1.3 Mesures de perméabilité en laboratoire sur des échantillons de carottes | 25 |
| 3.2 <i>Mesures de la perméabilité de la barrière passive en phase de réception d'alvéole</i> | 28 |

Figures

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figure 1 : Plan du CIRES (2019) | 6 |
| Figure 2: Coupe lithologique synthétique au droit du Cires | 8 |
| Figure 3: Les Argiles de l'Aptien supérieur et ses « hétérogénéités ». | 9 |
| Figure 4: Evolution lithostratigraphique des formations au droit du Cires | 10 |
| Figure 5: Carte géologique écorchée sous 3 mètres de formations superficielles (2001) | 12 |
| Figure 6 : Argiles reconstituées, frange d'altération et faciès kaki dans les alvéoles 19 et 11. | 13 |
| Figure 7 : Structures linéaires conjuguées observables sous la « zone de talweg » (alvéoles 16, 17, 18 et 19). | 15 |
| Figure 8 : Carte isohypse du toit de l'argile hôte de l'aptien inférieur (2020) | 20 |
| Figure 9 : Plan d'implantation prévisionnel de la tranchée (2019) | 20 |
| Figure 10 : Profil électrique PE6 Est-Ouest interprété traversant la « tranche 3 » (2001) | 21 |
| Figure 11 : Plan d'implantation des sondages réalisés (2020) | 25 |
| Figure 12 : Principe des mesures de perméabilité de la frange altérée des argiles | 26 |
| Figure 13 : Distribution des mesures de perméabilité en fond d'alvéoles et en couverture | 30 |
| Figure 14 : Plan d'implantation des mesures de perméabilité en fond d'alvéoles | 31 |

Tableaux

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tableau 1: Résultats des mesures de perméabilité pulse-tests | 24 |
| Tableau 2 : Mesures de perméabilité au toit des argiles de l'Aptien inférieur | 25 |
| Tableau 3 : Résultats des mesures en laboratoire de perméabilités sur carottes dans les argiles de l'Aptien inférieur | 27 |

Annexes

| |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Annexe 1 : TFAS20PEMN0006_M-Plan du Cires (ANDRA) (2019). |
| Annexe 2 : TFAQ25PEA0001_Cires- Plan des isohypses du toit des argiles en place (ANDRA) (2020). |
| Annexe 3 : Rapport d'intervention expertise tranchée (projet ACACI-CIRES) (AQUILA CONSEIL) (Août 2019). |
| Annexe 4 : Rapport d'intervention expertise sondages (projet ACACI-CIRES) (AQUILA CONSEIL) (Février 2020). |

Liste des documents consultés

- (1) : J.L. Kaelin (1990) - Région de Soulaines (Aube, France) – géologie, hydrogéologie et géotechnique, 161 p, 2 cartes H.T.
- (2) : F RP O ANT 00-207/A (2000) – Centre de stockage de déchets TFA – Etat initial des connaissances géologiques, hydrogéologiques et structurales sur le périmètre de recherche d'implantation du centre de stockage – Tome 1 et 2.
- (3) : F RP O ANT 00-197/A et F RP O ANT 00-198/A (2000) – Centre de stockage de déchets TFA – 1^{ère} phase : Sélection de la zone d'accueil du stockage – Rapport des zones 2, 3 et 7, Annexes 1 à 8.
- (4) : F RP O UCB TFA 00-204/A (2000) – Analyse sédimentologique de la série Albo-aptienne de Soulaines – Projet site TFA.
- (5) : F RP O AQI TFA 01-387/A (2001) – Rapport d'étude géologique – 2^{ème} phase : Caractérisation du site potentiel d'accueil du stockage – Centre de stockage de déchets TFA.
- (6) : TFA-Q-25-RBF-0500 A – Compte-rendu de mission – Identification des zones de substitution des argiles de l'Aptien-inférieur plateforme 1 – Plateforme TFA (30 septembre 2002).
- (7) : TFA-S-32-PP-GT-0019 B – Note technique – Caractérisation des argiles de l'Aptien-inférieur – Plateforme TFA (27 février 2003).
- (8) : ENV NT AEES 03-047 B – Note technique – Observation et lever géologique du talus Ouest de la plateforme TFA – Plateforme TFA (rapport Aquila Conseil) (15 octobre 2003).
- (9) : Etude géologique complémentaire – Projet P.M.A.- Centre de Stockage TFA (rapport ESI.RP.FPER.11.0018/A – EN.OM.FRA) (20 juin 2011).
- (10) : Carottages- Prélèvements de sols et essais en laboratoire – Exploitation TFA (rapport TFA.25.PM.504.EOF.0002/B – EN.OM.FRA) (25 avril 2013).
- (11) : Contrôle de la barrière passive des alvéoles– CSTFA / CIRES (18 rapports de 2003 à 2019).

1. Introduction

Ce document a pour objet de synthétiser et présenter les résultats des connaissances acquises sur la formation argileuse de l'Aptien inférieur (formation hôte) qui constitue la barrière passive des alvéoles de stockage du centre de stockage TFA dans le département de l'Aube (Cires). Il se présente sous la forme d'un rapport de synthèse, intégrant les connaissances acquises avant 2001 lors des phases de sélection et de caractérisation du site de stockage ; après 2003 lors des travaux de terrassements et de substitution des argiles des plateformes 1 et 2 (projet PMA) ; entre 2003 et 2019 lors des contrôles de réception géologique des alvéoles de ces plateformes ; en 2019 et 2020 lors des études préparatoires au projet ACACI (« Tranche 3 »).

La structure du document est la suivante :

- La synthèse des caractéristiques géologiques (s.l.) de la formation hôte, constitue la première partie du document. Elle adopte une logique thématique permettant d'apporter directement les résultats techniques utiles aux utilisateurs des informations, notamment pour les études spécifiquement menées dans le cadre du projet d'aménagement de la future zone de stockage au nord du Cires (projet ACACI).
- La deuxième partie de ce document analyse les résultats des nombreuses mesures de faibles perméabilités effectuées dans la barrière passive, notamment dans le cadre de la réception des alvéoles, à la lumière des caractéristiques géologiques observées depuis 2003.

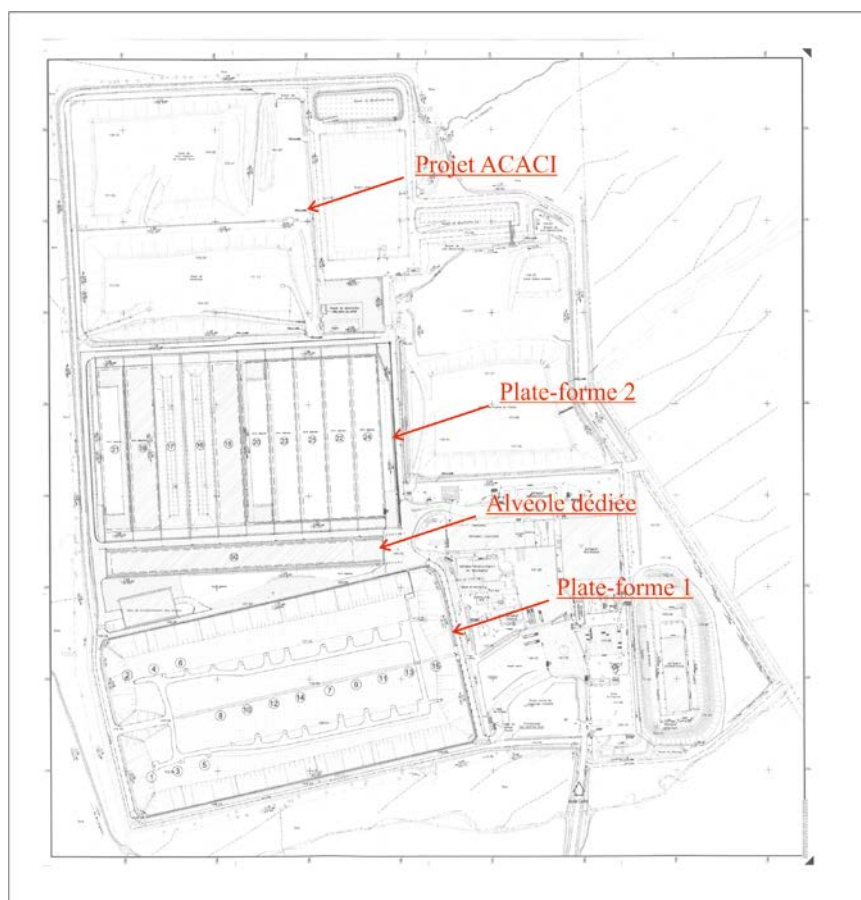


Figure 1 : Plan du CIREs (2019)

2. Caractéristiques géologiques de la barrière passive

Identifiée après la phase de reconnaissance comme susceptible d'accueillir des alvéoles de stockage de déchets TFA (concept d'argile hôte) en raison de ses qualités de continuité de faciès et d'épaisseur, la formation des argiles de l'Aptien inférieur, appelée dans la région « argiles à Plicatules », a fait l'objet au cours de l'année 2000 d'un programme de caractérisation approfondi [5]. Elle est présente dans la région au sein de la série crétacée qui est décrite structurellement comme un monoclinale de direction Nord-Ouest/Sud-Est, qui montre un pendage faible (inférieur à 1°) vers le Nord-Ouest.

2.1 Lithologie

A l'échelle du site du Cires du Nord au Sud, sous recouvrement à l'ouest des sables de l'Aptien supérieur, les argiles de l'Aptien inférieur ont montré une épaisseur remarquablement régulière autour de 26m.

Sur la série complète de ces argiles, on a pu distinguer trois faciès (**figure 2**) :

- A la base sur quelques mètres, une argile à faciès gris-bleuté,
- La masse principale des argiles à faciès kaki,
- Une partie sommitale de quelques mètres constituée par une argile à faciès gris-bleuté à bleu.

Si les deux faciès profonds ont été systématiquement observés dans tous les forages qui ont traversé la totalité de la série, le faciès sommital n'a lui été observé que localement et immédiatement sous les sables de l'Aptien supérieur. Le réexamen de la plupart des anciens forages situés à l'ouest du site a montré qu'il est souvent le premier faciès rencontré sous les sables de l'Aptien supérieur [2].

Sous l'angle descriptif, hormis cette variation verticale de couleur, la formation des argiles de l'Aptien inférieur se révèle très homogène à l'échelle du site. Néanmoins localement on observe d'une part, des niveaux pluri-millimétriques à centimétriques riches en oxydes de Fe et/ou Mn, des niveaux carbonatés pluri-centimétriques, des nodules gréseux et des fossiles pluri-centimétriques (Plicatules, huitres, ammonites) (**figure 3**).

Sous l'angle analytique :

- Les faibles teneurs mesurées en CaCO₃ (0,8 à 3,4%) soulignent le caractère « argileux » de la formation.
- L'importance des fractions granulométriques intermédiaires (en moyenne 48% de grains entre 2 et 80µm contre 50% de grain < à 2µm) affirme le caractère « silteux » de cette formation argileuse.
- La fraction argileuse type est composée de trois minéraux principaux selon la répartition suivante : 50% de kaolinite, 43% d'illite et 7 % de chlorite.

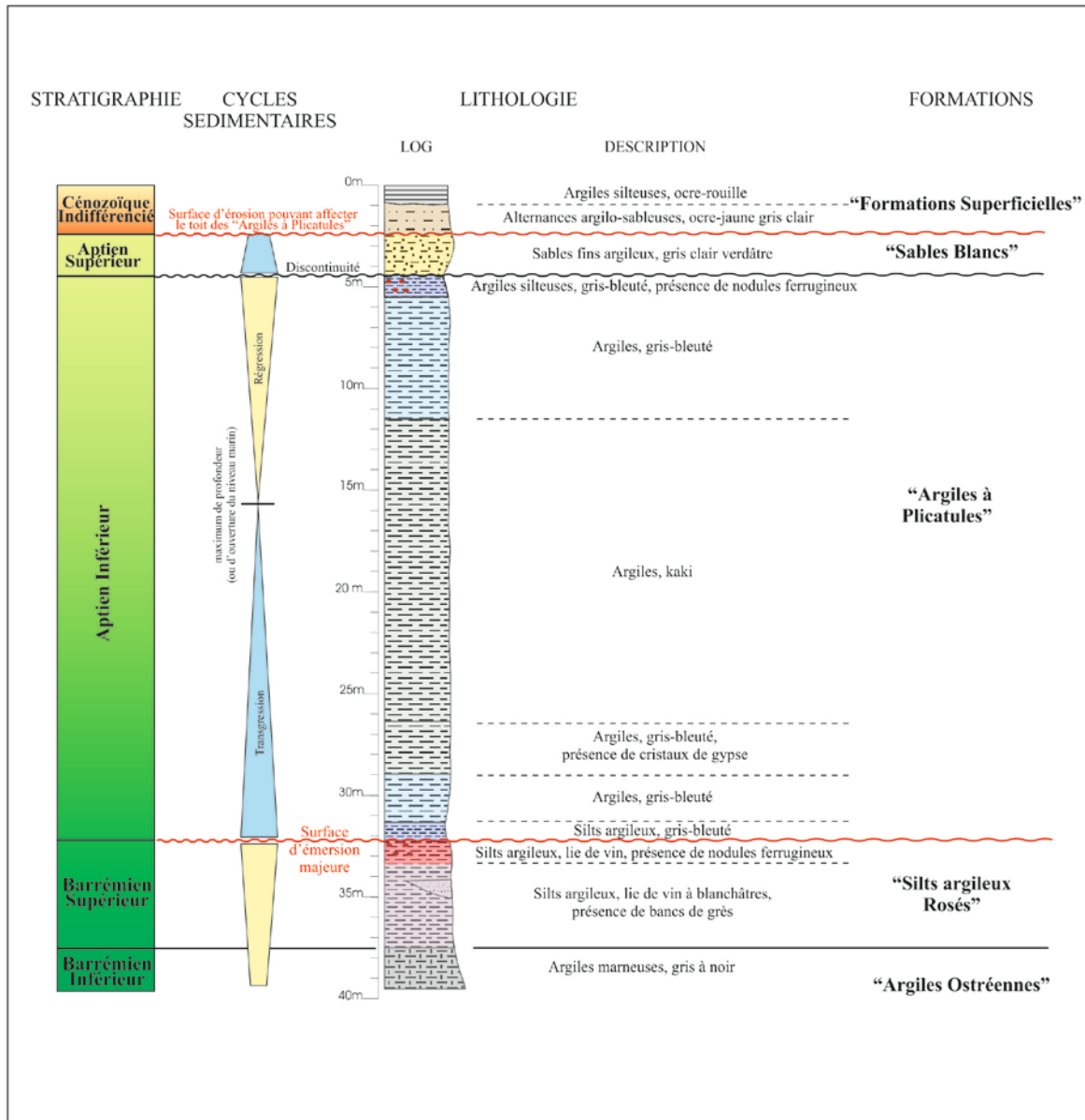


Figure 2: Coupe lithologique synthétique au droit du Cires



Figure 3: Les Argiles de l'Aptien supérieur et ses « hétérogénéités ».

2.2 Sédimentologie

D'après les résultats d'une étude sédimentologique de détail spécifiquement menée sur cette formation marine [4], les argiles de l'Aptien inférieur représenteraient globalement un cycle sédimentaire transgressif / régressif simple, de durée limitée, encadré par des périodes d'émersion.

La mise à l'horizontalité des descriptions de forage au niveau de la limite entre les argiles à faciès gris-bleuté basales et les argiles à faciès kaki permet de confirmer à l'échelle du site le schéma de dépôts proposé (figure 4).

Il montre en effet qu'après une période d'émersion relativement longue (paléo-relief anté-Aptien), des transgressions « flashes » comblent partiellement les dépressions héritées (« silts argileux kaki à brun »). Ces dépressions sont ensuite définitivement comblées avec le début du cycle majeur (dépôt des trois faciès caractéristiques de la formation). Le caractère lagunaire, sans énergie, de ce début de cycle (dépôts des argiles gris-bleuté) se poursuit par des dépôts témoignant d'un milieu marin plus ouvert mais peu profond (dépôts des argiles kaki). La fin du cycle semble correspondre localement au dépôt des argiles à faciès gris-bleuté sommital. A l'issue de ce cycle une période d'émersion relativement courte doit exister avant le dépôt des séries albo-aptiennes sus-jacentes (autre séquence de dépôt).



Figure 4: Evolution lithostratigraphique des formations au droit du Cires

2.3 Approche structurale et géométrie

L'approche géométrique et structurale a fait l'objet d'une attention particulière car cette formation d'une puissance régulière de 24 à 26m au niveau régional [1] [5] a été localement érodée, lors de son histoire géologique récente.

Ainsi, des formations superficielles plus ou moins anciennes globalement de nature argilo-sableuse à sablo-argileuse, incompatibles avec les critères retenus pour le concept d'argile hôte sur le site du Cires, se sont déposées (dépôts continentaux) et ont évolué (altérations et pédogénèse) dans la région depuis le Cénozoïque (figure 4) [3] [5].

Parmi celles-ci, des alluvions quaternaires récentes de nature sablo-argileuse ont rempli les thalwegs de ruisseaux temporaires peu marqués dans le paysage lors des phases de reconnaissance et de caractérisation du site.

Ces alluvions, qui ont été reconnues par forages sur des épaisseurs de 5 à 6 mètres [5], remplissent des « saignées » (paléo-reliefs érosifs) très étroites dans les argiles de l'Aptien inférieur qui traversent la partie nord de la zone de stockage du Cires :

- Une première saignée d'orientation Sud-Ouest/Nord-Est traversant la plateforme 2 (projet PMA) en direction du bassin d'orage et affectant le coin SE de la future plateforme 3 (projet ACACI) avait fait l'objet d'importants travaux de décapage et de reconstitution.
- Une seconde saignée d'orientation plutôt Ouest-Sud-Ouest / Est-Nord-Est qui avait potentiellement été identifiée lors de la caractérisation du site [5], a fait l'objet d'investigations en 2020 pour en cerner la géométrie (structure appelée « thalweg Nord » dans le projet ACACI) (annexe 4).

Présentes initialement sur la quasi-totalité de la zone d'étude à l'exclusion des zones alluvionnaires, des formations récentes appelées « altérites », apparaissent sous la forme de plaquages argilo-sableux d'épaisseurs variables. Témoignant de l'histoire récente de la zone étudiée, elles correspondent à des phénomènes d'altérations des formations affleurantes (paléosols périglaciaires, colluvionnement et pédogénèse actuelle).

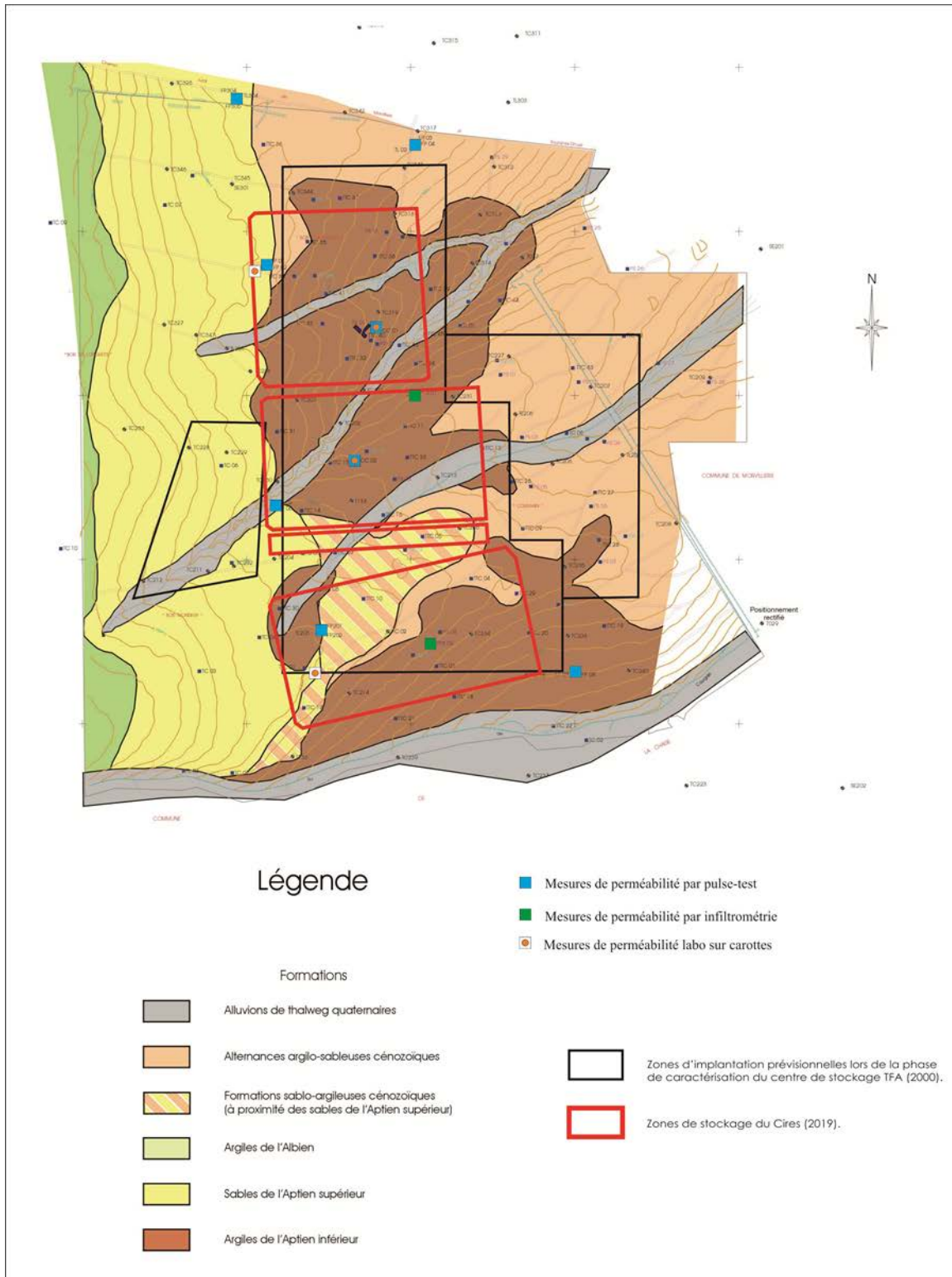


Figure 5: Carte géologique écorchée sous 3 mètres de formations superficielles et localisation des mesures de perméabilités (2001).

2.4 Phénomènes d'altération

En dehors des formations superficielles sus-jacentes, les argiles de l'Aptien inférieur présentent une frange d'altération (« argile altérée ») d'épaisseur variable, comprise en général entre 0.2 et 4m (**figures 4 et 6**).

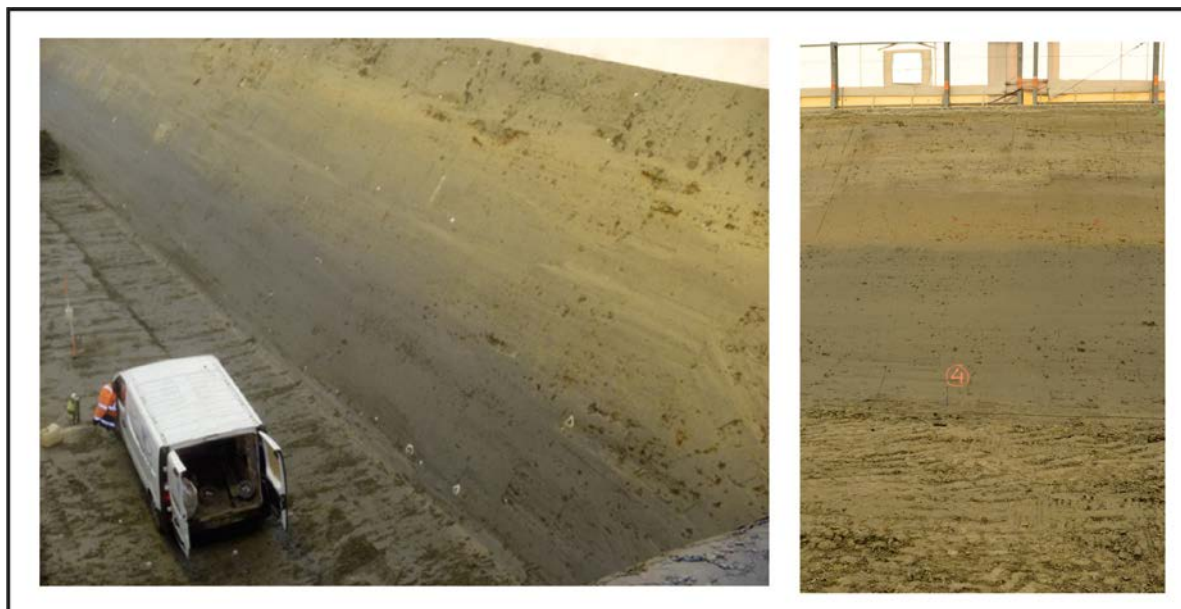


Figure 6 : Argiles reconstituées, frange d'altération et faciès kaki dans les alvéoles 19 et 11.

Dans les forages, cette frange d'altération se traduit sous l'angle descriptif généralement dans la formation par des marbrures ocres à rouilles et des « reliques » couleur kaki, bleutées ou grises. Localement, l'altération peut prendre une couleur lie-de-vin associée à la proximité de nodules ferrugineux. Globalement, la frange d'altération est moins épaisse sous recouvrement des sables de l'Aptien supérieur et plus épaisse sous les « formations superficielles » au sens large.

Sous l'angle analytique, l'altération des argiles semble se traduire au moins localement par l'apparition de vermiculite gonflante et/ou de minéraux argileux inters stratifiés (notamment vermiculite-smectite). Un léger enrichissement en fractions granulométriques plus grossières (> 80µm) y semble aussi associé.

La présence au sommet des argiles de l'Aptien inférieur de cette frange d'altération continue mais irrégulière a été examinée lors de l'étude de la perméabilité de l'argile hôte lors de la phase de caractérisation du site (voir paragraphe 3.1.2) [5].

Entre 2003 (réception des alvéoles 1 « Sud » et 2 « Nord ») et 2019 (réception de l'alvéole 19) en parallèle aux mesures de perméabilités effectuées en fond d'alvéole, l'examen géologique des flancs et du fond des alvéoles nouvellement creusées sur une hauteur de 6 à 8m ; a constitué un outil d'évaluation de l'homogénéité de la partie supérieure de la barrière passive. Ces audits visuels des faciès et des structures observables sur les parois et le fond des alvéoles qui ont pour objectif initial d'identifier la présence d'éventuelles structures pénalisantes pour l'imperméabilité de la barrière passive, ont permis de mieux cerner ces différents phénomènes d'altération qui par endroit peuvent se superposer.

Tout d'abord, on note que les hétérogénéités présentes dans les argiles de l'Aptien inférieur (nodules gréseux, fossiles) prennent systématiquement une couleur rouille ou marron clair dans la frange d'altération (**figure 3**).

A l'extrémité sud du site, au niveau de la plateforme 1 (sud des alvéoles 10,12, 14 et sud des alvéoles 11, 13 et 15) on a noté par exemple la présence locale d'un « pavage » de structures polygonales. Ces structures de tailles décimétriques sont délimitées par des joints millimétriques de couleur claire, eux même bordés de part et d'autre d'une auréole centimétrique de couleur marron clair affectant la masse des argiles kaki. Ces joints sont localement tapissés de cristaux de gypse feuilletés formant des traces blanches. Ces structures, qui rappellent les vestiges de fentes de dessiccation, suggèrent que cette partie supérieure de la séquence des argiles de l'Aptien inférieur aurait pu dans cette zone être proche de l'émersion (milieu lagunaire), en accord avec la fin du cycle régressif des argiles aptiennes [4]. Ces structures ont aussi été observées sur la plateforme 2 dans la partie centrale des alvéoles 16 et 18 et dans la partie nord de l'alvéole 17 (**figure 3**).

On a aussi noté au niveau de la plateforme 1 que les zones où les épaisseurs des formations superficielles sont les plus faibles (<1 m par exemple au sud de l'alvéole 13), pouvaient être affectées par la présence de racines entraînant une altération des argiles plus marquée. Au centre de la plateforme 2, la présence de nombreuses racines dans l'argile hôte a même nécessité d'effectuer des reconstitutions partielles pour garantir le critère de perméabilité de la barrière passive.

La plateforme 2 est traversée par une « zone de talweg », un paléo relief érosif dans les argiles remplies d'alluvions sablo-argileuses quaternaires d'orientation Sud-Ouest/Nord-Est qui a fait l'objet d'une reconstitution spécifique sur plusieurs mètres. Dans l'argile hôte sous cette zone reconstituée et confortée par deux risbermes dans le flanc des alvéoles, on a observé des alignements linéaires et sub-verticaux d'argile plus claire soulignés parfois par des cristaux de gypse et qui sont organisés suivant deux directions conjuguées et sécantes (NNE-SSO et NNO et SSE). Ces structures qui se propagent *per descensum* depuis la base du paléo relief, semblent provoquer une remobilisation partielle du gypse qui peut être présent initialement dans les argiles aptiennes. Les investigations menées ont démontré qu'elles s'amortissaient rapidement en profondeur jusqu'à disparaître (**figure 7**). Ces structures singulières pourraient constituer, mais sans remplissage sédimentaire, des structures périglaciaires au même titre que les fentes de gel observées localement dans les sables de l'Aptien supérieur à l'ouest du site mais aussi dans des remplissages sablo-argileux quaternaires qui traversent le site [8].

En dehors de certaines zones localisées qui pourraient avoir un fort développement racinaire, ces audits visuels accompagnés de mesures de perméabilités ont validé le fait que la présence d'une frange d'altération au voisinage du toit des argiles n'était intrinsèquement pas pénalisante pour l'imperméabilité de l'argile hôte (cf. Chapitre 3).

2.5 Autres structures pouvant affectant la continuité de l'argile hôte

Deux types de structures présentes dans la région auraient pu éventuellement affecter la continuité de l'argile hôte :

- La présence possible d'un accident tectonique, d'orientation quasi Est-Ouest et localisé entre la plateforme 1 et la plateforme 2 du Cires, a été évoquée lors de la phase de caractérisation [5]. Les données géologiques acquises sur cette zone à l'époque relativisaient cependant l'importance de cette structure hypothétique par l'absence d'un décalage notable entre les formations de part et d'autre de

cette structure. En 2011, les investigations complémentaires associées aux travaux de creusement de l'alvéole dédiée ont montré que la continuité de l'argile hôte ne semblait pas affectée dans ce secteur [9].

- Lors de la phase de caractérisation [5], la recherche de fentes de gel ou de filons clastiques a été effectuée dans des zones où l'argile hôte était sub-affleurante ; la présence de telles structures pouvant en effet potentiellement constituer des drains verticaux dans les argiles. En 2003, l'examen détaillé du talus Ouest de la plateforme 1a montré que ce type de structures, associé à un contexte périglaciaire observé dans les sables de l'Aptien supérieur sus-jacent, n'affectait pas les argiles de l'Aptien inférieur [8].

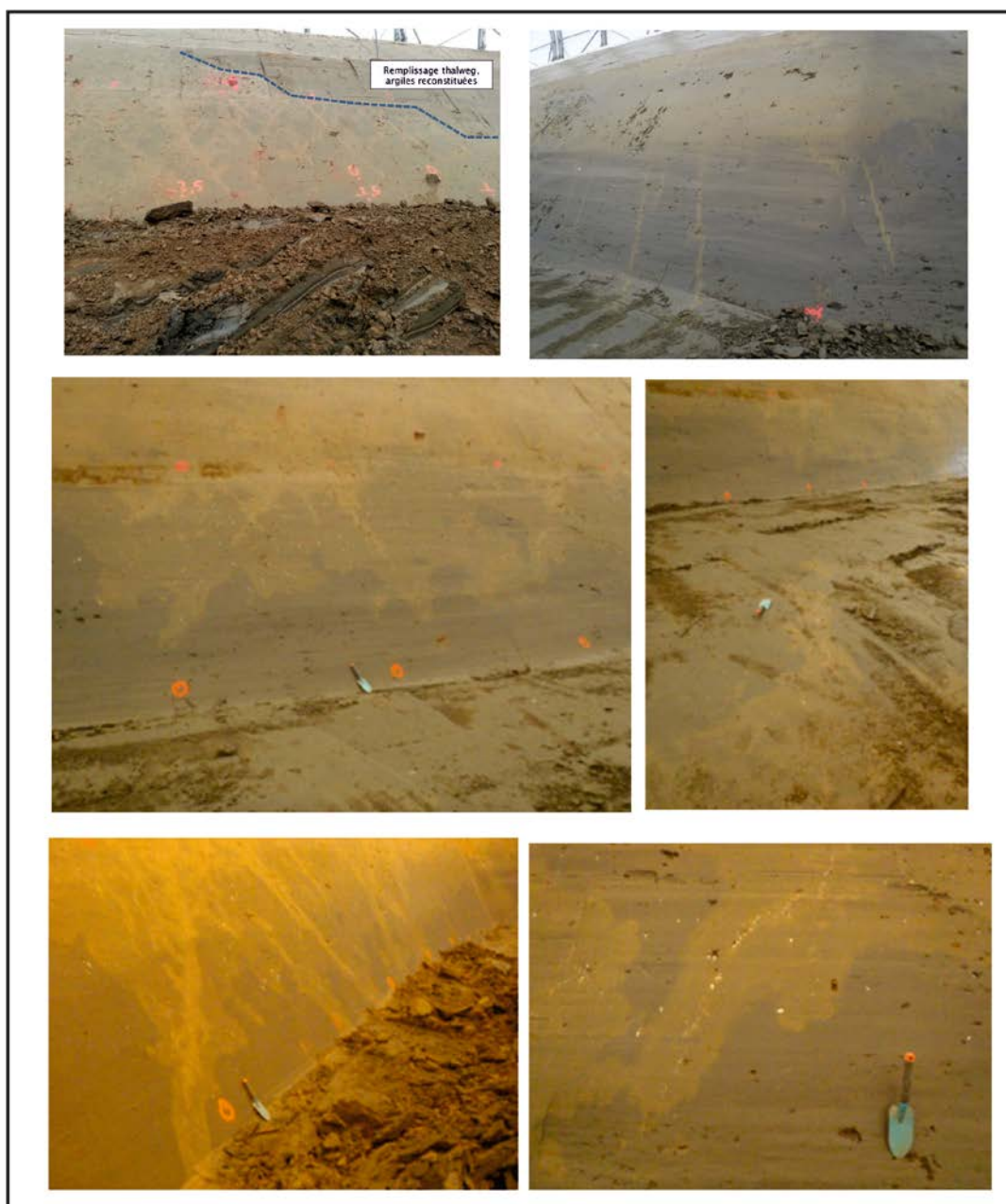


Figure 7 : Structures linéaires conjuguées observables sous la « zone de talweg » (alvéoles 16, 17, 18 et 19).

2.6 La cartographie du toit de l'argile hôte

2.6.1 L'approche suivie pour établir la carte du toit des argiles de l'Aptien inférieur

La carte élaborée par l'ANDRA en **annexe 2 (TFAQ25PEA0001)** représente, à l'échelle du Cires, un plan des isohypses du toit des argiles de l'Aptien inférieur en place. Elle a été réalisée à partir des différentes données du toit des argiles de l'Aptien inférieur obtenues sur les différentes zones du site.

Ainsi, les informations qui figurent sur cette carte ont été acquises dans des conditions différentes en fonction du stade de reconnaissance ou d'aménagement des différentes zones concernées :

- Sur les plateformes aménagées 1 et 2 et l'alvéole dédiée, le modelé du toit des argiles a été obtenu après les travaux de décapage des formations superficielles. Il s'agit en fait de levés topographiques très denses, réalisés lors de la réception finale de la surface servant de base aux travaux de reconstitution partielle de la barrière passive jusqu'à la cote d'aménagement des plateformes. On notera pour mémoire que le décapage des formations superficielles a tout d'abord été réalisé suivant les plans d'exécutions produits à l'issue des différentes campagnes de reconnaissance géologiques. Les observations réalisées par les géologues présents sur le terrain lors des travaux de dégagement des surfaces ont ensuite permis d'affiner la purge de certaines zones limitées, affectées par la présence de racines au sein des argiles ou par des surcreusements locaux remplis par des formations superficielles récentes (paléo-thalwegs, filons sableux...).
- Sur les autres zones aménagées du Cires (sans alvéoles de stockage), la carte du toit des argiles présente les isohypses de la première carte élaborée par AQUILA CONSEIL en 2001 pour la caractérisation du site TFA avant défrichement, aucune donnée complémentaire n'ayant été acquise depuis sur ces zones [5].
- Sur la zone du projet ACACI (« *tranche 3* »), la carte des isohypses du toit des argiles (**Figure 8**) a été produite en 2020 par AQUILA CONSEIL grâce à une synthèse géologique des résultats de sondages issus de plusieurs phases de reconnaissance. Ont ainsi été utilisées les données acquises pour la caractérisation initiale du site finalisée en 2001, et celles acquises pour la reconnaissance préalable de la plateforme 2 en 2011. Ces informations, qui ont permis d'obtenir l'allure générale du toit des argiles dans ce secteur, ont ensuite été complétées par une étude spécifique conduite en 2019 et 2020 en vue de reconnaître la géométrie des deux paléo-thalwegs affectant ce secteur (tranchée et sondages carottés sous gaine).

2.6.2 La plateforme 1

Sur cette zone aujourd'hui aménagée, les isohypses du toit des argiles de l'Aptien inférieur correspondent au lever topographique réalisé lors de la réception de cette surface après décapage des formations superficielles en 2003 (**annexe 2**). Son allure générale est celle d'un axe haut d'orientation WSW-ENE et d'altitude proche de 148 m NGF, s'approfondissant progressivement vers l'est. La **figure 5** montre que dans cette zone la surface des argiles a été générée par deux phénomènes érosifs d'âges très différents :

- Au sud, les argiles aptiennes, proches de la surface, ont été érodées très récemment par le thalweg formé par le cours d'eau longeant la bordure sud du site (le ru Courgain).
- Au nord, le toit des argiles forme une « gouttière », résultat d'une érosion plus ancienne comblée par des dépôts argilo-sableux devenant plus sableux vers l'ouest en s'approchant de la zone d'apport des sables de l'Aptien supérieur. Ce sont ces alternances argilo-sableuses qui ont été

appelées « formations argilo-sableuses d'âge Cénozoïque » en phase de caractérisation [5] et « faciès gouttière » et/ou « Mio-Pliocène probable » en phase de reconnaissance du site TFA [3].

Le modelé final du toit de l'argile hôte, plutôt régulier sur la zone de la plateforme 1, n'a que peu changé depuis la première carte issue de l'interprétation géologique qui a été produite lors de la caractérisation du site en 2001. Les contours établis alors par un maillage assez lâche de sondages et une campagne géophysique avaient été précisés en 2002 par des investigations complémentaires (16 fosses à la pelle mécanique et 20 profils EM-31) puis en 2003 par un maillage dense de sondages dans le cadre du lot de terrassement - VRD (40 sondages à la pelle mécanique) [6] [7].

2.6.3 La plateforme 2 (projet PMA)

Les isohypses de cette zone actuellement aménagée ont été obtenues à partir du relevé topographique du toit des argiles tel qu'il a été réceptionné en 2013 avant les travaux d'aménagement finaux de la plateforme. Au final, le modelé du toit de l'argile hôte s'est révélé relativement accidenté sur cette zone avec un approfondissement abrupt du toit de l'argile hôte le long d'une « saignée » Sud-Ouest/Nord-Est qui traverse la plateforme (**annexe 2**).

Cette structure, liée à l'action érosive d'un petit cours d'eau¹, constitue ainsi une « saignée » étroite et profonde de quelques mètres au travers des formations superficielles puis entaillant la surface du toit des argiles de l'Aptien inférieur. Elle a été remplie d'alluvions sablo-argileuses quaternaires aux performances de perméabilité médiocres qui ont dû être purgées lors des travaux de décapage puis a fait l'objet d'une reconstitution spécifique sur plusieurs mètres. On notera que les travaux de reconstitution réalisés ont obligé les engins de chantier à réaliser un élargissement de cette structure initialement très étroite (4 m minimum pour faire passer les compacteurs en fond de fouille).

Après les investigations effectuées lors de la phase de caractérisation, des investigations complémentaires ; 6 forages carottés sous gaine de type Géoprobe et 6 fosses à la pelle mécanique ont été effectués respectivement en 2011 et 2012 au niveau de cette plateforme pour affiner les zones de substitution des argiles de l'Aptien inférieur [8]. Au centre de la plateforme, dans la zone la moins couverte par les formations superficielles, la présence de nombreuses racines à la surface de l'argile hôte a nécessité d'effectuer des reconstitutions partielles pour garantir le critère de perméabilité de la barrière passive.

2.6.4 L'alvéole dédiée

Comme pour la plateforme 2, les isohypses de cette zone ont été obtenues en 2013 à partir du relevé topographique des côtes du toit des argiles de l'Aptien inférieur purgé de toutes ses formations superficielles. Le modelé du toit de l'argile hôte y présente un approfondissement localisé du toit de l'argile hôte de l'ouest vers l'est (**annexe 2**).

La **figure 5** montre que dans cette zone, au-delà des formations superficielles habituelles (altérites), les terrains de cette zone étaient traversés par les alternances argilo-sableuses des « formations argilo-sableuses d'âge Cénozoïque ». Dans sa partie ouest, les terrains de cette zone étaient marqués localement par des remplissages sableux entaillant le toit de l'argile hôte et par la présence au sein des argiles de

¹ La carte géologique de la figure 5 montre que dans cette zone, le passage d'un ancien thalweg d'orientation Sud-Ouest/Nord-Est (en gris sur la figure 5).

bancs gréseux plus nombreux qu'à l'habitude. Ces zones ont dû faire l'objet d'une reconstitution spécifique sur plusieurs mètres.

Postérieurement aux investigations effectuées lors de la phase de caractérisation, qui avaient révélé en géophysique la présence d'anomalies résistantes sur cette zone (voir chapitre 2.5), des investigations complémentaires ont été effectués en 2012 (3 forages carottés sous gaine de type Géoprobe et 3 fosses à la pelle mécanique). Cette même année, 6 profils de panneaux électriques ont été effectués pour vérifier la continuité géologique de l'argile hôte à l'échelle de la zone [10].

2.6.5 Le projet ACACI (« tranche 3 »)

A la différence des plateformes 1 et 2, où le modelé de la carte isohypse du toit des argiles a été obtenu par les levés topographiques directs de ces surfaces décapées, c'est un raisonnement intégrant différentes informations géologiques ponctuelles qui a permis l'élaboration de la carte actuelle sur la zone du projet ACACI (**figure 8**). Nous résumons ici les phases d'acquisition des données et la démarche suivie pour cette interprétation.

- En 2001, les données acquises après les phases de reconnaissance et de caractérisation du site (forages, pelles mécaniques, panneaux électriques, cartographie EM31) ; ont permis de mettre en évidence l'existence d'une « saignée » remplie d'alluvions sablo-argileuses quaternaires d'orientation Sud-Ouest/Nord-Est traversant le site. Ce paléo relief érosif, marqué en surface par la présence d'un ruisseau (« thalweg Sud-Est »), et bien repéré lors de la phase de caractérisation [5], a été matérialisé à l'époque sur la carte du toit des argiles où il traverse la zone de la plateforme 2 et le coin sud-est du futur projet ACACI.
- En 2011, 14 forages carottés sous gaine de type Geoprobe complémentaires sont effectués dans la partie nord du Cires lors des travaux de préparation à l'aménagement de la plateforme 2. Les données de profondeur du toit de l'argile hôte identifiées au niveau de chaque forage sont intégrées à une carte isohypse modifiée du toit de l'argile hôte [9].
- En 2019, à la demande de l'ANDRA, une tranchée est réalisée à proximité du bassin d'orage du Cires (**figure 9** et **annexe 4**) pour préciser le passage de la « saignée » remplie d'alluvions sablo-argileuses quaternaires au sud-est de la zone. Sept points sont relevés au toit de l'argile hôte dans la tranchée pour être intégrés à la nouvelle carte isohypse du toit de l'argile hôte. Pour l'élaboration de la nouvelle carte, les côtes du toit de l'argile hôte des 14 forages de 2011 sont à cette occasion repositionnées (erreurs sur certains X, Y et Z TN à l'époque). Parallèlement les côtes du toit des argiles des 31 anciens forages présents sur la zone, sont réexaminées à la lumière des connaissances géologiques acquises lors de la réception des alvéoles des plateformes 1 et 2 (entre 2003 et 2019). Sur la partie nord de la zone, les données d'interprétation d'un unique forage (forage S2 carotté en 2011) montrent l'existence probable de formations argilo-sableuses quaternaires sur une épaisseur de presque 4m [9] au droit du passage d'un petit cours d'eau temporaire. L'hypothèse de la présence dans cette zone d'une seconde « saignée » remplie d'alluvions sablo-argileuses (« thalweg Nord ») est donc avancée (**figure 8**). On notera pour mémoire que l'examen des données du profil électrique PE6 (**figure 10**), acquis au cours de la phase de caractérisation du site TFA en 2001 [5], suggérait à l'époque l'existence possible de sédiments superficiels dans ce secteur malgré la présence d'artéfacts d'acquisition (mares en surface).
- En janvier 2020, une campagne complémentaire de 33 sondages carottés sous gaine de type Géoprobe est réalisée sur la zone ACACI (**figure 11** et **annexe 4**) pour reconnaître la géométrie de la structure érosive suspectée qui traverse cette zone (appelée « thalweg nord »). Les résultats obtenus montrent que, comme pour la première « saignée », des alluvions quaternaires récentes de nature sablo-argileuses ont rempli le thalweg d'un ruisseau temporaire. Celui-ci, plus méandrique et moins marqué dans le paysage que le ruisseau situé plus au SE de la zone présente néanmoins des surcreusements de plusieurs mètres qui nécessiteront la purge des formations de remplissage et la reconstitution de la barrière passive. On notera que la présence sur l'emprise du site des importants stocks d'altérites a empêché de reconnaître l'intégralité du tracé de cette structure, obligeant les interpréteurs à extrapoler la présence de méandres sur-

creusés à partir des informations disponibles sur le passage du cours d'eau (carte topographique anté-défrichement levée en 2000).



Figure 8 : Carte isohypse du toit de l'argile hôte de l'aptien inférieur (AQUILA CONSEIL - 2020)

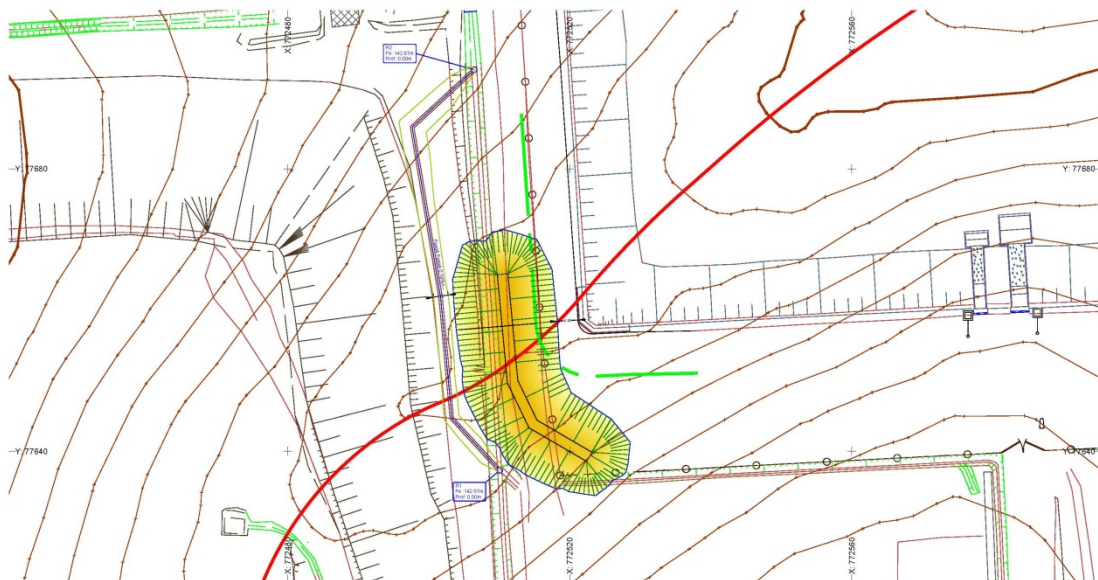


Figure 9 : Plan d'implantation prévisionnel de la tranchée (ANDRA - 2019)

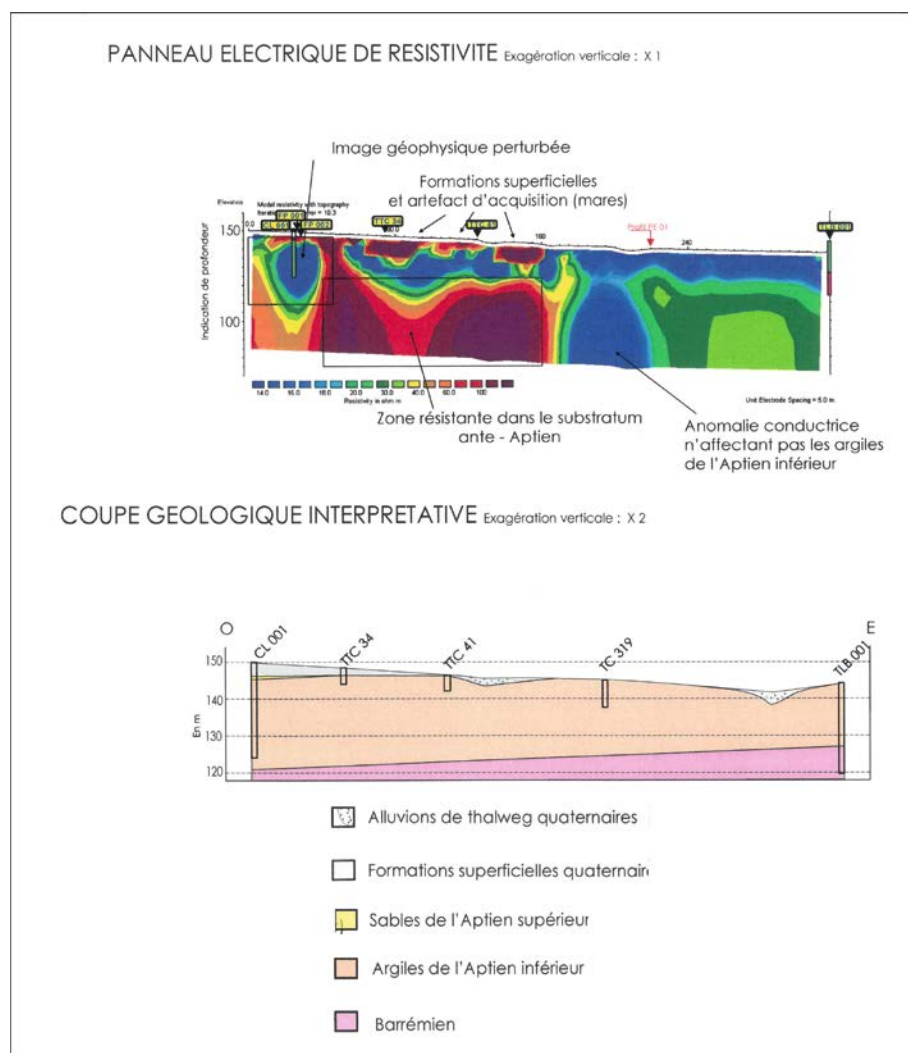


Figure 10 : Profil électrique PE6 Est-Ouest interprété traversant la « tranche 3 » (AQUILA CONSEIL - 2001)

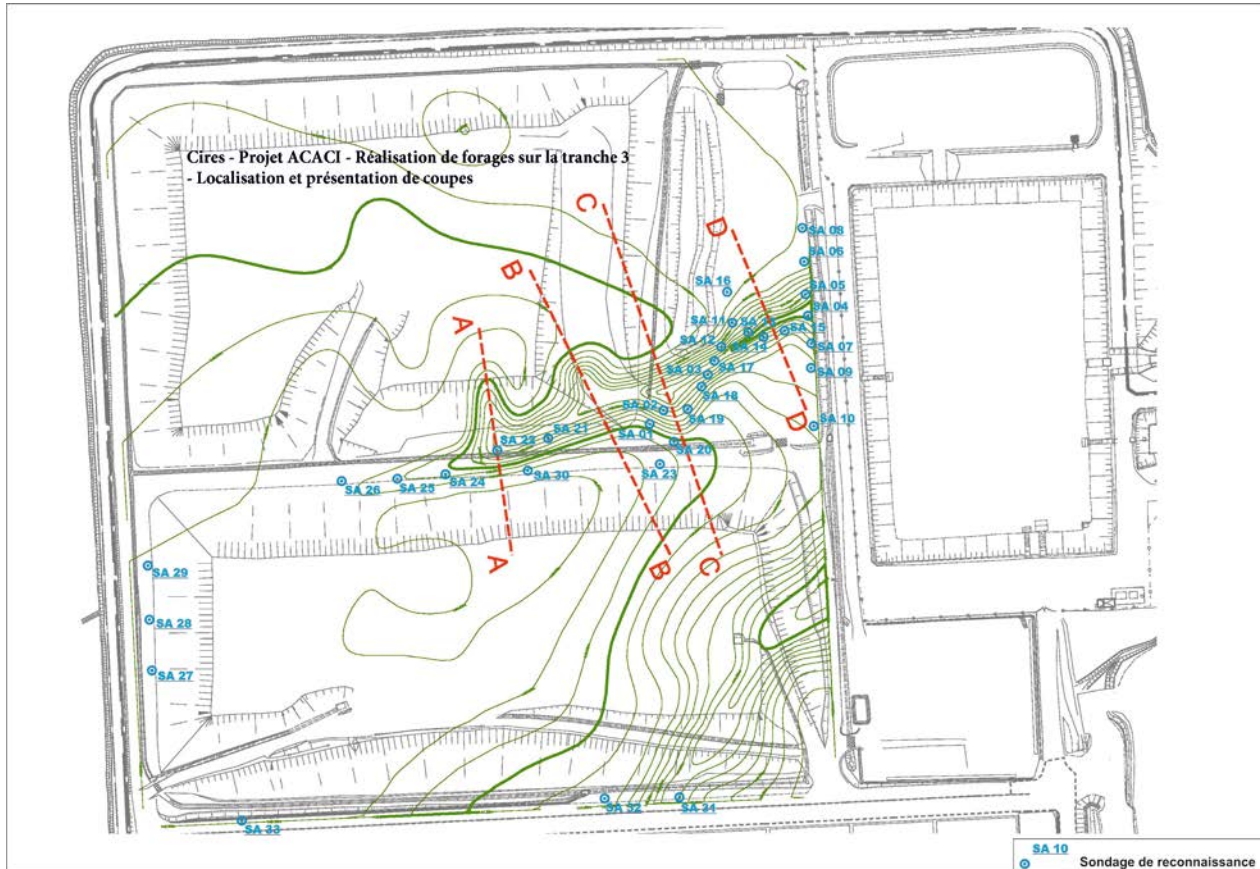


Figure 11 : Plan d'implantation des sondages réalisés (2020)

3. Perméabilité de la barrière passive

3.1 Mesures de perméabilité de la barrière passive en phases de reconnaissance et de caractérisation

Plusieurs dispositifs et méthodes de mesure de perméabilité ont été utilisés pour caractériser les argiles de l'Aptien inférieur lors des phases de reconnaissance [3] et de caractérisation [5], nous les passons en revue ci-après.

3.1.1 Mesures de la perméabilité des argiles de l'Aptien inférieur en forages

Des mesures de perméabilités *in situ* ont été réalisées en forages dans l'épaisseur de l'argile hôte, afin de vérifier leurs qualités à l'échelle pluri-métrique. Elles ont été mises en œuvre dans des forages spécifiquement équipés pour tester la perméabilité sur des intervalles de 5 mètres chacun. Certains ouvrages ont été groupés en « flûtes de Pan » pour tester des intervalles décalés en profondeur. Lors de la programmation des études, l'implantation des essais (voir **Figure 5**) a été étudiée de façon à optimiser la répartition spatiale des mesures en encadrant l'emprise du projet et en minimisant les impacts sur la barrière passive.

Les mesures ont été réalisées suivant la méthode du Pulse-test et interprétées à l'aide de logiciels spécialisés. C'est cette même méthode qui a été ultérieurement normalisée en 2002 sous la référence NF X 30-425.

Les résultats obtenus par les 14 pulse tests réalisés en forages pendant les deux phases successives de l'étude sont homogènes (**Tableau 1**) et sont compris entre $8.8 \text{ E}^{-10} \text{ m/s}$ et $3.4 \text{ E}^{-11} \text{ m/s}$ (exception faite du forage FP8)².

| N°ouvrage | Prof. / Haut. mesurée (m) | Méthode | Description | Perméabilité (m/s) |
|-----------|---------------------------|-----------------------|--------------------------------------------------|----------------------------|
| FP 304 | 4.5 – 9.05 | IS – Imp ³ | Argile kaki sèche | 2.1 E^{-10} (~H) |
| FP 303 | 9.25 – 13.85 | IS – Imp | Argile kaki foncé | 3.5 E^{-11} (~H) |
| FP 01 | 7 – 12 | IS – Mul ⁴ | Argile kaki à nodules Mn, Fe altérée (sur 0.5 m) | 4.0 E^{-10} (~H) |
| FP 02 | 12 – 17 | IS – Mul | Argile kaki foncé | 4.8 E^{-10} (~H) |
| FP 03 | 6.5 – 11.5 | IS – Mul | Argile kaki clair plastique altérée (sur 2 m) | 1.6 E^{-10} (~H) |

² La valeur de $3.4 \text{ E}^{-9} \text{ m/s}$ obtenue sur le forage FP8, légèrement supérieure à la norme de $1 \text{ E}^{-9} \text{ m/s}$, a été expliquée lors du contrôle qualité réalisé sur le chantier par une malfaçon dans l'équipement de l'ouvrage de mesure (existence d'une zone remblayée de 1 mètre d'épaisseur sous la lanterne de mesure).

³ Mesure de la perméabilité par la méthode du pulse-test. Interprétation des mesures avec le logiciel IMPULSE du BRGM

⁴ Mesure de la perméabilité par la méthode du pulse-test. Interprétation des mesures avec le logiciel MULTISIM de COLENCO

| | | | | |
|--------|--------------|----------|---------------------------------------|---------------------------|
| FP 04 | 11.5 – 16.5 | IS – Mul | Argile kaki foncé | $4.7 \cdot 10^{-11}$ (~H) |
| FP 05 | 7 – 12 | IS – Mul | Argile grise puis kaki plastique | $3.4 \cdot 10^{-11}$ (~H) |
| FP 06 | 12 – 17 | IS – Mul | Argile kaki clair plastique | $9.9 \cdot 10^{-11}$ (~H) |
| FP 07 | 4 – 9 | IS – Mul | Argile kaki clair Altérée (sur 0.5 m) | $3.0 \cdot 10^{-10}$ (~H) |
| FP 08 | 9 – 14 | IS – Mul | Argile kaki foncé puis bleue | $3.4 \cdot 10^{-9}$ (~H) |
| CC1 | 9.3 – 14.3 | IS – Mul | Argile kaki à niveaux bleu-verdâtres | $8.8 \cdot 10^{-10}$ (~H) |
| CC2 | 10 – 15 | IS – Mul | Argile kaki sombre puis clair | $5.9 \cdot 10^{-10}$ (~H) |
| FP 201 | 4 – 8.75 | IS – Imp | Argile kaki | $4.0 \cdot 10^{-10}$ (~H) |
| FP 202 | 8.85 – 13.85 | IS – Imp | Argile kaki | $5.4 \cdot 10^{-11}$ (~H) |

Tableau 1: Résultats des mesures de perméabilité pulse-tests

3.1.2 Mesures de perméabilité des argiles de l'Aptien inférieur en surface

Des mesures de perméabilité ont été réalisées *dans deux tranchées* au toit des argiles aptiennes afin de tester l'influence des altérations de surface sur leurs qualités intrinsèques de perméabilité. Les tranchées (**figure 12**) ont été réalisées en pratiquant des gradins à différents niveaux de profondeur :

- Au niveau des argiles altérées sous le toit des argiles (-1 m),
- Au niveau de la zone de transition avec les argiles « saines » (-2 m),
- Au niveau des argiles non-altérées (-3 m).

La technique de mesure utilisée était un infiltromètre double anneau (norme NF X 30-418).

Les résultats des mesures réalisées dans les différents niveaux (voir **Tableau 2**) montrent que les performances d'imperméabilité de l'argile hôte ne sont pas affectées par les phénomènes d'altération observés au voisinage du toit des argiles de l'Aptien inférieur.

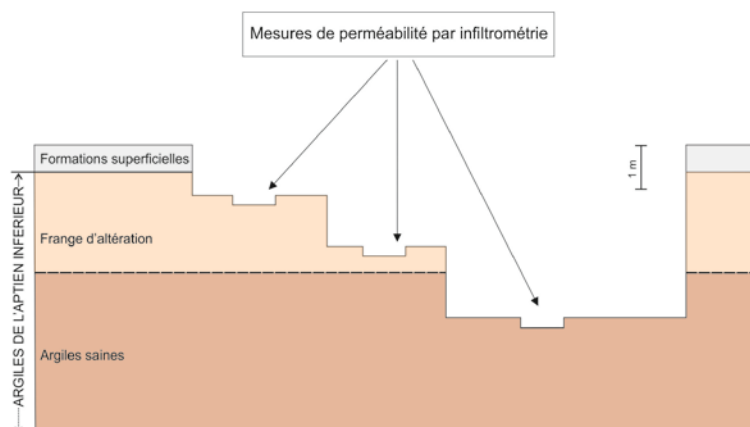


Figure 11 : Principe des mesures de perméabilité de la frange altérée des argiles

| N°ouvrage | Prof. / Haut. mesurée (m) | Méthode | Description | Perméabilité (m/s) |
|-----------|---------------------------|---------|------------------------------------------|---------------------------|
| PPS 01 | 1.1 | I - DA | Argile kaki altérée | $1.93 \cdot 10^{-10}$ (V) |
| PPS 01 | 2.1 | I - DA | Limite Argile kaki / argile kaki altérée | $2.78 \cdot 10^{-10}$ (V) |
| PPS 01 | 3.2 | I - DA | Argile kaki | $9.5 \cdot 10^{-11}$ (V) |
| PPS 02 | 1.25 | I - DA | Argile kaki altérée | $1.2 \cdot 10^{-10}$ (V) |
| PPS 02 | 2.2 | I - DA | Limite Argile kaki / argile kaki altérée | $7.2 \cdot 10^{-10}$ (V) |
| PPS 02 | 3.3 | I - DA | Argile kaki | $1.18 \cdot 10^{-10}$ (V) |

Tableau 2 : Mesures de perméabilité au toit des argiles de l'Aptien inférieur

3.1.3 Mesures de perméabilité en laboratoire sur des échantillons de carottes

Des mesures de perméabilité ont été réalisées en laboratoire indépendamment des mesures in situ. Elles ont concerné des échantillons de carottes prélevés dans les différents faciès rencontrés en forage sur la zone d'étude.

Deux types d'appareillages ont ainsi été utilisés pour mesurer la perméabilité verticale ; un perméamètre à paroi rigide (mesure à charge constante, abréviation E-INSa) et un bâti œdométrique (mesure à charge variable, abréviation E-Oed).

Les mesures de perméabilité réalisées en laboratoire indépendamment des mesures in situ, (voir **Tableau 3**) confirment les résultats précédents, les valeurs obtenues variant entre $1 \cdot 10^{-10}$ m/s et $1 \cdot 10^{-11}$ m/s. On constate en effet que les valeurs obtenues sont toutes inférieures au seuil de $1 \cdot 10^{-9}$ m/s, à l'exception d'un

échantillon à $7.8 \cdot 10^{-8}$ m/s (7.9 m sur CC1) où la présence locale de nodules calcaires perturbant la mesure a été décrite.

La comparaison de ces résultats de mesure avec les faciès décrits en forage permet de confirmer, comme dans les mesures de perméabilité in situ, l'absence de corrélation directe entre les phénomènes d'altération minéralogiques observés (frange d'altération) et les valeurs de perméabilité mesurées.

| N°ouvrage | Prof. / Haut. mesurée (m) | Méthode | Description | Perméabilité (m/s) |
|-----------|---------------------------|----------|----------------------------------------------|---------------------------|
| CL1 | 8.9 – 8.95 | E – Insa | Argile kaki | $5 \cdot 10^{-11}$ (V) |
| CL1 | 9.7 | E – Oed | Argile kaki clair | $1.2 \cdot 10^{-10}$ (V) |
| CL1 | 10.1 | E – Oed | Argile kaki clair avec « nodules calcaires » | $7.3 \cdot 10^{-11}$ (V) |
| CL1 | 12.7 | E – Oed | Argile kaki foncé | $6.1 \cdot 10^{-11}$ (V) |
| CL1 | 13.1 – 13.5 | E – Oed | Argile kaki foncé | $3.8 \cdot 10^{-11}$ (V) |
| CC1 | 2.5 | E – Oed | Argile kaki altérée | $1.2 \cdot 10^{-10}$ (V) |
| CC1 | 4.2 | E – Oed | Argile kaki clair altérée | $2.8 \cdot 10^{-11}$ (V) |
| CC1 | 5.4 – 5.8 | E – Oed | Argile kaki altérée | $4.3 \cdot 10^{-11}$ (V) |
| CC1 | 7.9 | E – Oed | Argile kaki clair, | $7.6 \cdot 10^{-8}$ (V) |
| CC1 | 9.5 – 9.9 | E – Oed | Argile kaki clair | $4.48 \cdot 10^{-11}$ (V) |
| CC1 | 12.5 – 12.8 | E – Oed | Argile « kaki bleu-verdâtre » | $7.2 \cdot 10^{-11}$ (V) |
| CC2 | 3.6 – 3.7 | E – Oed | Argile kaki altérée | $1.1 \cdot 10^{-10}$ (V) |
| CC2 | 4 – 4.2 | E – Oed | Argile kaki altérée | $4.4 \cdot 10^{-11}$ (V) |
| CC2 | 5.1 | E – Oed | Argile kaki peu altérée | $7.5 \cdot 10^{-11}$ (V) |

| | | | | |
|-----|-------------|---------|-------------------------|---------------------------|
| CC2 | 5.5 | E - Oed | Argile kaki peu altérée | $8.9 \cdot 10^{-11}$ (V) |
| CC2 | 7 | E - Oed | Argile kaki foncé | $9.7 \cdot 10^{-11}$ (V) |
| CC2 | 11.1 - 11.4 | E - Oed | Argile kaki sombre | $1.51 \cdot 10^{-10}$ (V) |
| CC2 | 14 | E - Oed | Argile kaki clair | $5.82 \cdot 10^{-11}$ (V) |
| CL2 | 11.7 | E - Oed | Argile kaki clair | $6.4 \cdot 10^{-11}$ (V) |
| CL2 | 13.2 - 13.6 | E - Oed | Argile kaki clair | $4.1 \cdot 10^{-11}$ (V) |

Tableau 3 : Résultats des mesures en laboratoire de perméabilités sur carottes dans les argiles de l'Aptien inférieur

Ces résultats dans leur ensemble, confirment bien par leur homogénéité et leur cohérence que les argiles de l'Aptien inférieur présentent globalement une perméabilité inférieure au seuil de $1 \cdot 10^{-9}$ m/s défini par la réglementation.



Photo 1 : Descente du train de mesure de "pulse test" dans un forage flûte de Pan

3.2 Mesures de la perméabilité de la barrière passive en phase de réception d'alvéole

Depuis 2003, date de création des premières alvéoles de stockage, l'ANDRA a confié à AQUILA-CONSEIL la mission d'effectuer le contrôle de réception des fonds l'alvéoles du Cires, conformément aux modalités prescrites par l'article 3.2.2 de l'arrêté préfectoral n°2012040-0002, « *Arrêté autorisant l'ANDRA à exploiter un centre de stockage de déchets de très faible activité* ». L'objectif technique de ces contrôles est de s'assurer en cours d'exploitation des qualités géologiques des argiles de l'Aptien inférieur qui constituent la barrière passive des alvéoles de stockage et de réaliser des mesures de perméabilité sur le fond de celles-ci.

Dans le cadre des missions de réception des alvéoles du Cires effectuées entre 2003 et 2019, **98 mesures** de perméabilité ont ainsi été réalisées en fond d'alvéole au sein de la barrière passive non reconstituée (voir plan en **figure 14**).

Seules deux mesures de perméabilités se sont révélées supérieures au seuil de 1.10^{-9} m/s (1 essai à $3,5.10^{-9}$ m/s dans l'alvéole 13 et $8. 10^{-8}$ m/s dans l'alvéole 17), ces résultats non conformes ayant révélé des conditions particulières d'implantation ou de réalisation des essais (voir les rapports de contrôles concernés) [11].

La distribution des mesures de perméabilité réalisées en fond des alvéoles a été comparée à celles réalisées dans les argiles reconstituées mises en œuvre dans la couverture définitive des ouvrages (tranche 1). L'analyse comparative révèle une dispersion plus grande des valeurs obtenues dans le terrain naturel que dans les matériaux reconstitués qui semblent montrer des performances légèrement meilleures. Cette observation, classiquement observée sur d'autres sites de stockage de déchets, reflète l'effet positif de l'homogénéisation et de l'hydratation supplémentaire des matériaux lors de leur mise en œuvre (**figure 13**).

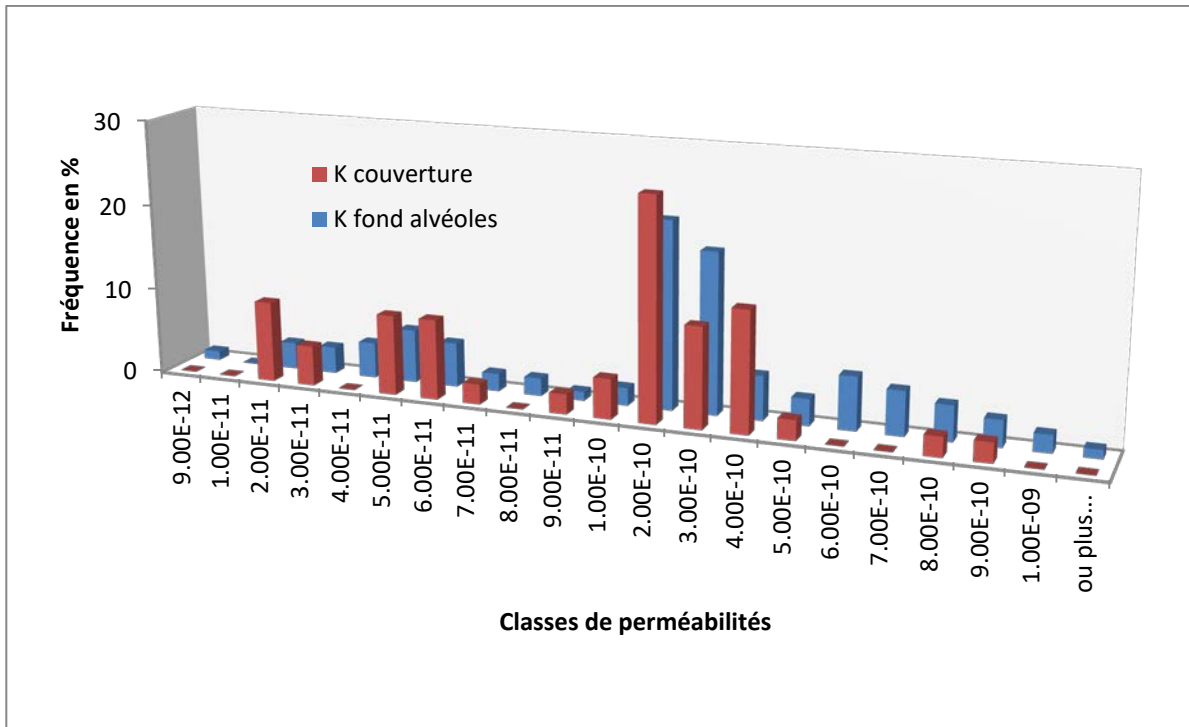


Figure 12 : Distribution des mesures de perméabilité en fond d'alvéoles et en couverture

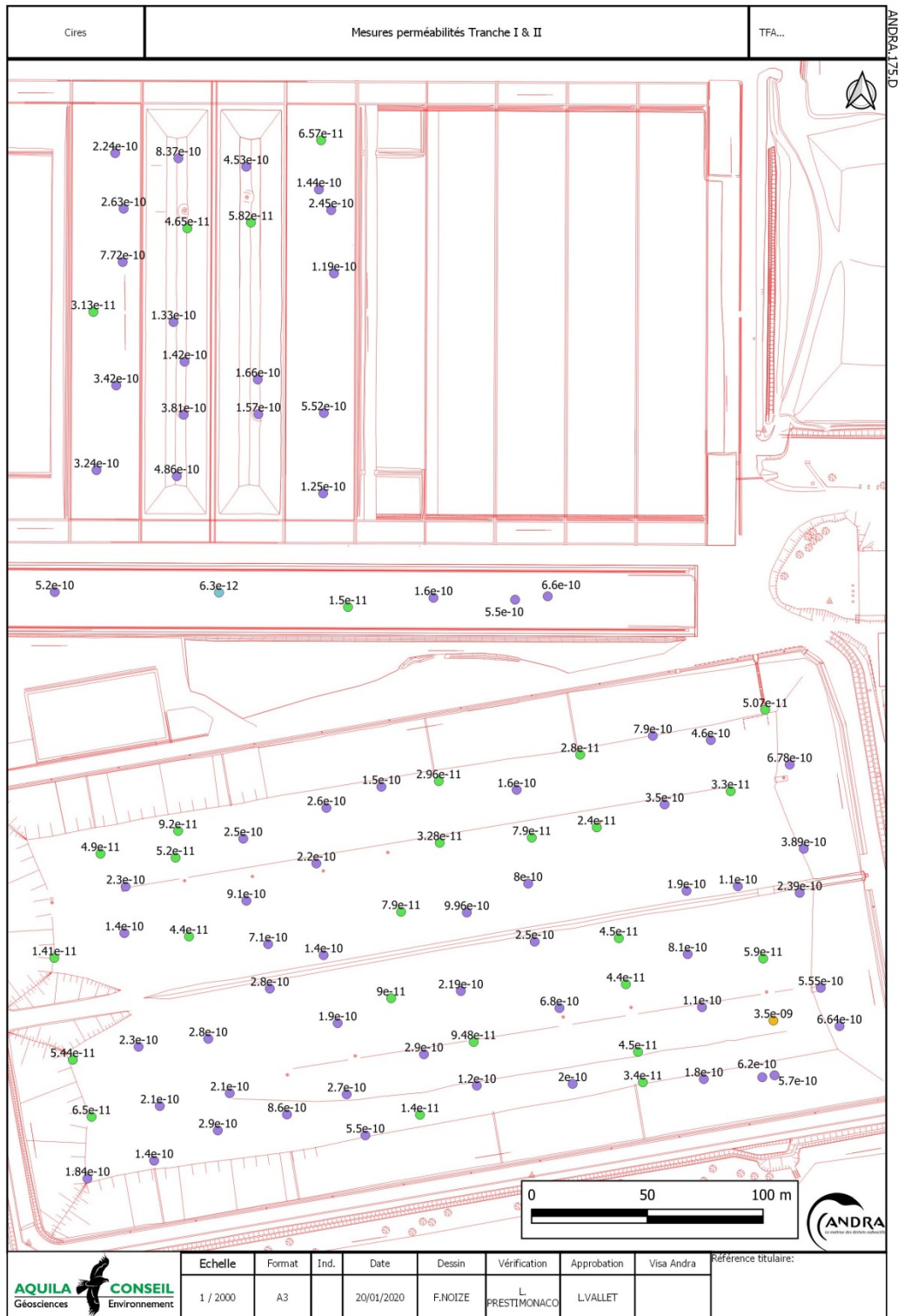


Figure 13 : Plan d'implantation des mesures de perméabilité en fond d'alvéoles

Annexes

Annexe 1 : TFAS20PEMN0006_M-Plan du Cires (ANDRA) (2019).

Annexe 2 : TFAQ25PEA0001_Cires- Plan des isohypses du toit des argiles en place (ANDRA) (2020).

Annexe 3 : Rapport d'intervention expertise tranchée (projet ACACI-CIRES) (AQUILA CONSEIL) (Août 2019).

Annexe 4 : Rapport d'intervention expertise sondages (projet ACACI-CIRES) (AQUILA CONSEIL) (Février 2020).

Annexe 1

| | | | | | | |
|-----|------------|-------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| M | 17/05/2019 | Nls Topographique | C. PETIT | V. LEBLANC | A. PRUCHONSKI | B. MOKOUILLON |
| L | 03/01/2018 | Nls Topographique | C. PETIT | A. PRUCHONSKI | A. PRUCHONSKI | B. MOKOUILLON |
| K | 05/01/2017 | Nls Topographique | C. PETIT | A. PRUCHONSKI | A. PRUCHONSKI | B. MOKOUILLON |
| J | 12/01/2016 | Nls Topographique | C. PETIT | A. PRUCHONSKI | A. PRUCHONSKI | B. MOKOUILLON |
| I | 10/02/2015 | Nls Topographique | JAM COURTAUX | V. BURCEZ | V. BURCEZ | B. MOKOUILLON |
| H | 10/02/2014 | Nls Topographique | JAM COURTAUX | B. BLUMEREL | V. BURCEZ | B. MOKOUILLON |
| Éd. | Date | Désignation | Dessin | Vérification | Approbation | Visa |
| | | | (nom + visal) | (n + v) | | Andra |

Ce document est la propriété de l'Andra et ne peut être reproduit ou communiqué sans son autorisation

ANDRA AGENCE NATIONALE POUR LA GESTION DES DÉCHETS RADIOACTIFS

Cires

Plan de Site

| | | | |
|----------------------|----------------------------|-----------------------|---------------------|
| Titulaire: | FP GEOMETRE EXPERT | Fuse du marché: | Suivi topographique |
| Référence du marché: | Geomètres-experts associés | N du marché: | ECOL |
| N° plan: | 1/1 | Echelle: | 1/1000 |
| Format: | 1050x891 | Identification Andra: | TFA S 20 PE MN 0006 |

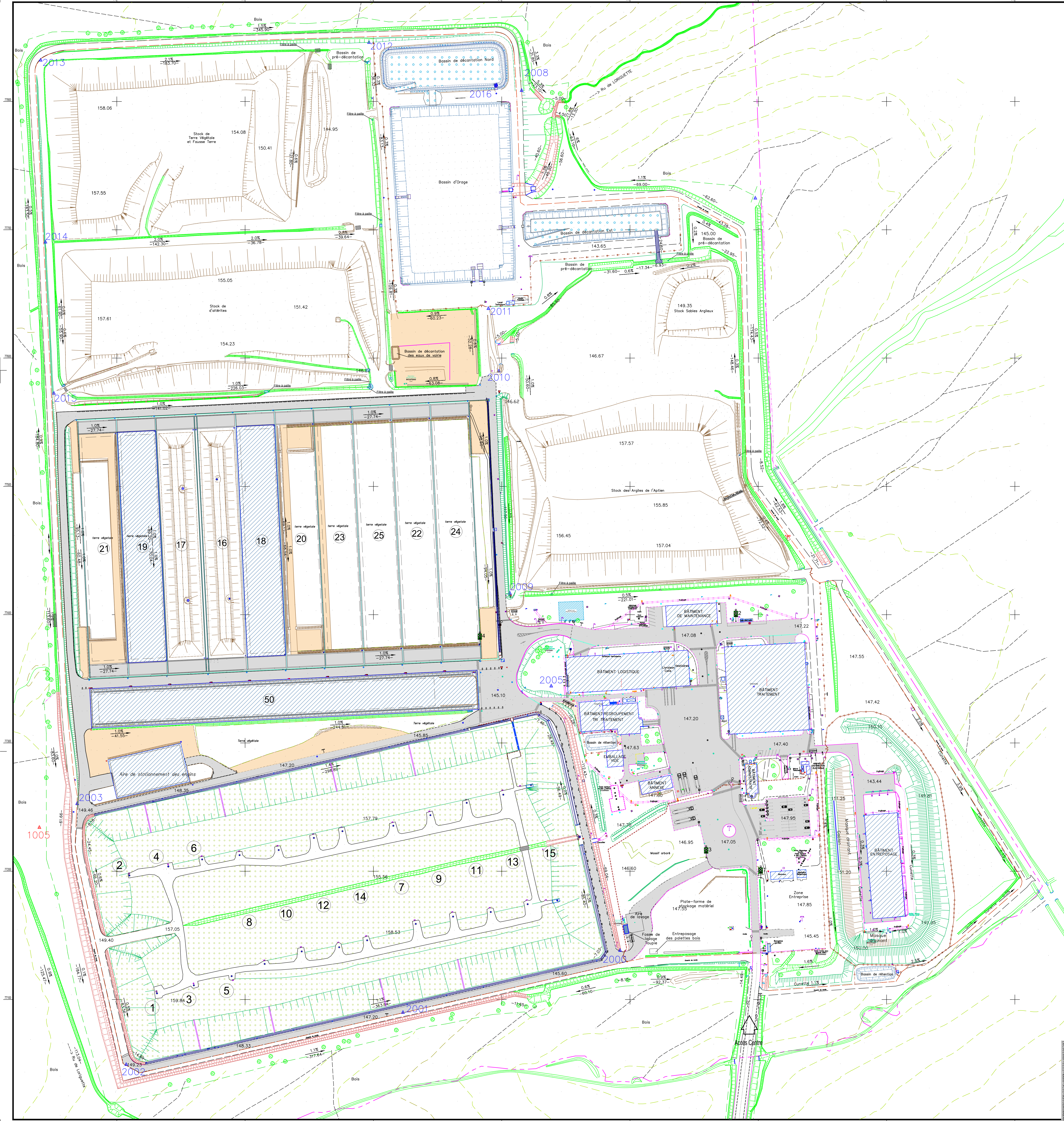
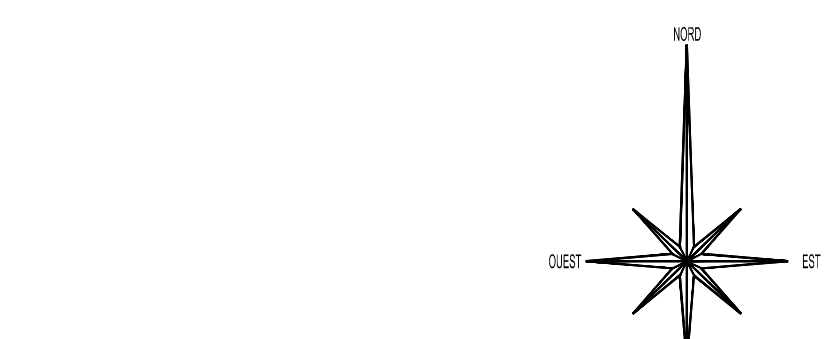
Fond de plan topographique abord du site F P MN 0004-05-06-09

LEGENDE

- Clôture hauteur 1 m
- Clôture hauteur 2 m
- Clôture hauteur 3 m
- Limite de clôture de l'ICPE
- Limite de Propriété
- Fossé empierré
- Fossé végétalisé
- Fossé béton
- Talus Végétalisé
- Talus Stocks-Alvéolés
- Bord forêt
- Courbe Primaire
- Courbe Secondaire
- Pente, sens d'écoulement et linéaire de fossé
- Talus des bassins
- Hachure bâtiment
- Arbres
- Paillasses
- Bordure béton
- poteau de signalisation routier
- Aplati route enrobée
- Aplati Plateforme D3
- Aplati ouvrage béton
- Aplati engazonnement terre végétale tranche 1
- Zone des piquets de suivi de couverture
- Dallot béton
- Caniveau béton
- Filtre à palette

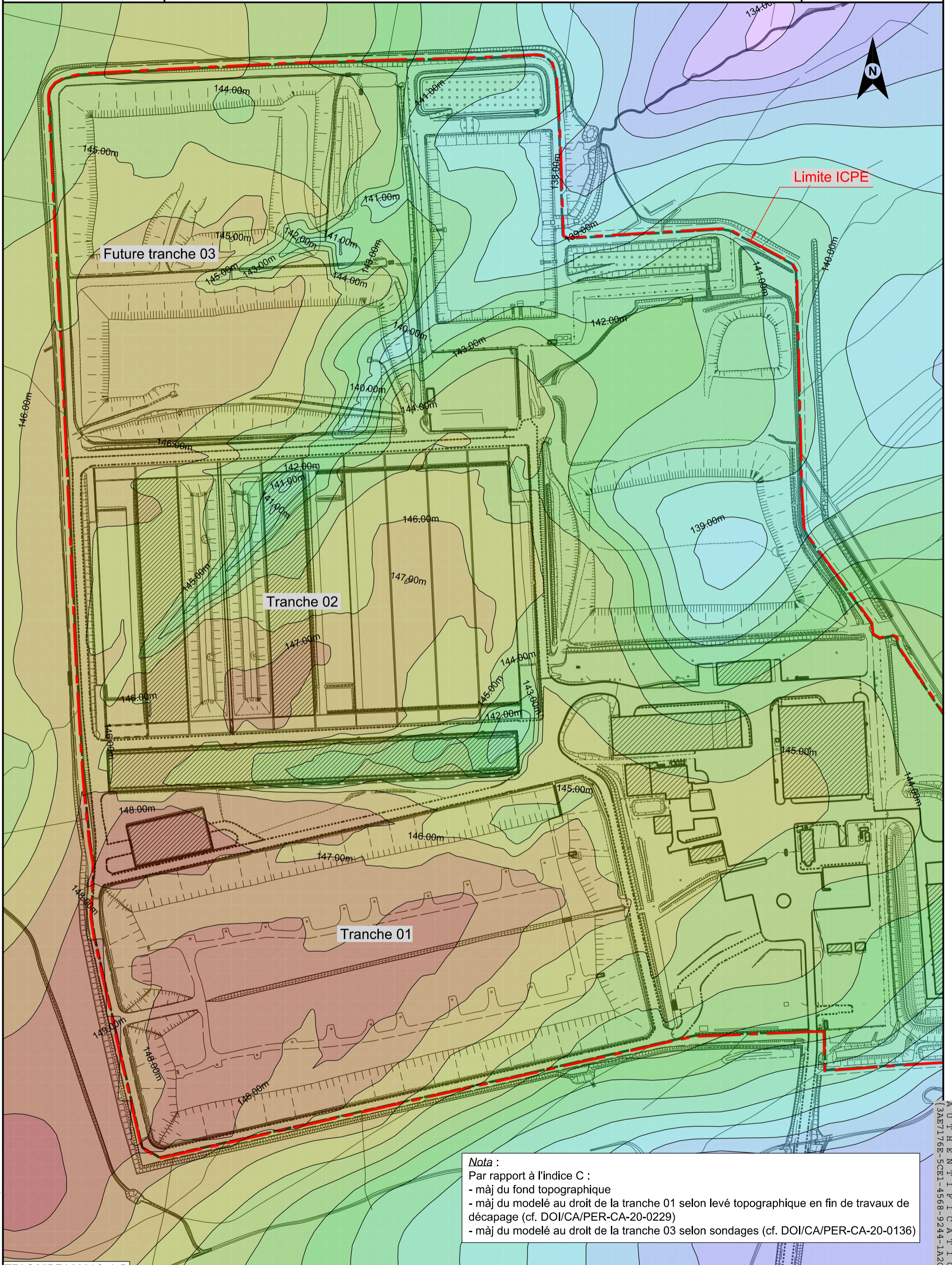
Données issues du document TFA S 23 S 504 PP 0001 A

| Identification | X | Y | Z | Observations |
|----------------|-----------|----------|--------|-----------------------------------------------------------|
| 2000 | 77262.22 | 77138.16 | 145.32 | Tranche 1 |
| 2001 | 77263.05 | 77089.81 | 147.12 | Tranche 1 - non stationnable |
| 2002 | 77263.98 | 77049.00 | 149.46 | Tranche 1 |
| 2003 | 77269.12 | 77252.58 | 149.61 | Tranche 1 - non stationnable |
| 2006 | 77268.81 | 77244.23 | 147.13 | Tranche 1 |
| 2009 | 77269.37 | 77169.62 | 148.74 | Angle sud-ouest du stock d'argile de l'apton |
| 2010 | 77259.80 | 77889.72 | 146.52 | Angle ouest du stock de sable argileux |
| 2011 | 77269.04 | 77038.50 | 144.28 | Portail bassin d'orage |
| 2012 | 77246.58 | 77845.89 | 144.61 | Angle est du stock de terre végétale |
| 2013 | 77240.66 | 77832.07 | 149.29 | Angle ouest du stock de terre végétale |
| 2014 | 77244.41 | 77069.31 | 149.63 | Angle sud-ouest du stock de terre végétale |
| 2015 | 77250.95 | 77872.44 | 149.75 | Angle sud-ouest de la plateforme de stockage des alvéolés |
| 2016 | 77259.80 | 77812.80 | 144.04 | Structure béton du bassin de décontamination |
| 1001 | 77273.95 | 76446.85 | 156.13 | Caniveau 80/80 |
| 1002 | 77274.31 | 76981.58 | 144.68 | Bord voie d'accès ouest |
| 1005 | 77229.69 | 77234.02 | 152.61 | Fossé d'entretien ouest |
| 1008 | 77279.68 | 77724.53 | 145.35 | Fossé d'entretien est |
| 2008 | 772615.55 | 77808.45 | 143.55 | Bassin d'orage (extérieur clôture) |



1:1000
 10/02/2014
 C. PETIT
 A. PRUCHONSKI
 B. MOKOUILLON

Annexe 2



Nota :
 Par rapport à l'indice C :
 - māj du fond topographique
 - māj du modelé au droit de la tranche 01 selon levé topographique en fin de travaux de décapage (cf. DOI/CA/PER-CA-20-0229)
 - māj du modelé au droit de la tranche 03 selon sondages (cf. DOI/CA/PER-CA-20-0136)

Fichiers sources : /

TFAQ25PEA0001 ind. D

| | | | | | | | | | |
|----------------------------------------------------------|-----------|---------|-------|------|------------|--------|--------------|-------------|-----------------------|
| AGENCE NATIONALE POUR LA GESTION DES DÉCHETS RADIOACTIFS | Diffusion | Echelle | Forma | Ind. | Date | Dessin | Vérification | Approbation | Identification Andra: |
| | Limitée | 1/2500 | A3 | D | 09/04/2020 | | | | TFAQ25PEA0001 |

AUTHENTIFICATION (3AE7176E-50E1-4568-9244-1A2C78E44A30)

Annexe 3

Compte-rendu d'intervention

Expertise géologique Projet EXCAP-CIRES Aout 2019



AQUILA-CONSEIL

11 avenue Pierre Semard-ZI La Piche
31600 SEYSSES
Tel. : 05 61 41 11 22 - Fax : 05 61 41 02 24

SOMMAIRE

| | | |
|----------|----------------------------------------------|----------|
| 1 | OBJET DU DOCUMENT | 3 |
| 2 | CONTEXTE TECHNIQUE DE LA MISSION..... | 4 |
| 3 | DEROULEMENT DES OPERATIONS | 5 |
| 4 | RESULTATS DES INVESTIGATIONS..... | 9 |

1 OBJET DU DOCUMENT

Ce document a pour objet de rendre compte de la mission d'expertise géologique réalisée par Aquila-Conseil du 19 au 21 août 2019 sur le site du CIREs à la demande de l'ANDRA.

Cette mission a consisté à superviser la réalisation d'une tranchée de reconnaissance du toit des argiles de l'Aptien inférieur afin de préciser sa position dans le cadre des futurs travaux au projet EXCAP d'aménagement de la tranche 3 du Cires.

Cette tranchée a été réalisée au droit d'un paléo-thalweg incisé dans le toit des argiles de l'Aptien inférieur afin de préciser sa géométrie et de prélever des échantillons dans les formations rencontrées pour des essais d'identification minéralogiques.

2 CONTEXTE TECHNIQUE DE LA MISSION

Contexte géologique local

Le Cires est implanté sur les argiles de l'Aptien inférieur, qui présentent dans ce secteur de l'est du bassin parisien une épaisseur de l'ordre de 22 à 25 m et une grande homogénéité lithologique latérale.

Les différentes campagnes de reconnaissance menées depuis la création du centre ont permis de disposer d'une bonne connaissance des caractéristiques du site.

Au droit du site, le toit des argiles aptiennes a fait l'objet d'une cartographie fondée sur de nombreux forages et des investigations géophysiques mettant en évidence un paléo-relief d'érosion comblé par des formations superficielles plus récentes.

Ces formations superficielles argilo-sableuses, hétérogènes, sont mal consolidées et peuvent abriter des niveaux sableux perméables aquifères les rendant impropres à être utilisées en barrière passive.

Les études précédentes ont montré que la mise en surface du toit des argiles aptiennes a également entraîné des phénomènes diagénétiques, voire pédologiques, altérant une frange superficielle d'épaisseur variable de ces argiles.

Justification technique de la mission

Le projet EXCAP vise l'aménagement de la tranche 3 du Cires en optimisant la capacité volumique du stockage et en assurant la continuité d'exploitation du centre. A ce titre, la connaissance préalable de la position réelle du toit des argiles aptiennes constitue un enjeu important à acquérir en amont de la conception du projet.

La présence sur l'emprise des tranches 2 et 3 d'un paléo-thalweg d'orientation sud-ouest / nord-est, incisé dans le toit des argiles puis comblé par des formations plus récentes, constitue un point singulier à traiter spécifiquement.

La caractérisation en sondage des horizons rencontrés s'avérant souvent délicate (faciès proches, phénomènes d'altération...), l'ANDRA a décidé d'effectuer la reconnaissance du talweg grâce à une tranchée pratiquée à la pelle mécanique afin de faciliter les observations et de permettre les prélèvements de matériaux intacts.

Aquila-Conseil a été retenu pour effectuer le suivi des opérations en raison de sa connaissance approfondie des faciès rencontrés sur le CIREs.

3 DEROULEMENT DES OPERATIONS

Organisation générale

Les travaux de terrassement ont été réalisés par l'entreprise POIRIER, placée directement sous la responsabilité et la supervision de l'ANDRA.

Le suivi géologique, les observations et échantillonnages ont été réalisés par Laurent VALLET, l'expert géologue d'Aquila-Conseil chargé du suivi géologique des opérations.

Planning des opérations

19-08-2019 :

- 9h00 : Lancement de la réunion Plan de Prévention,
- 9h30 : Visite préalable et échanges sécurité, marquage du périmètre des travaux.
- 10h00 : Poursuite de la réunion et signature du plan de prévention
- 13h30 : Début des opérations avec l'entreprise POIRIER TP :
 - Déménagement de la plateforme de stockage des matériaux
 - Démontage de la clôture et mise en place des barrières Heras de protection du bassin d'orage.
 - Amenée de la pelle mécanique et camion
- 17h00 : fin des opérations

20-08-2019 :

- 8h00-11h30 : Creusement du fossé de contournement de la zone de travail
- 11h30-12h00 : Extraction massifs béton des piquets de la clôture.
- 13h00-16h00 : Extraction-décaissage des matériaux d'empierrement de la plateforme sur la zone de travail.
- 16h00-17h30 : Début de creusement de la tranchée.
- 17h30 : fin des opérations

21-08-2019 :

- 8h00-12h00-13h00-15h30 : Poursuite du creusement de la tranchée
- 15h30 : Tranchée terminée, fin des opérations de creusement

Opérations préliminaires

L'implantation de la zone de travail a été réalisée lors de la visite préliminaire en présence des représentants de l'ANDRA, de Poirrier TP et d'Aquila-Conseil.

Les travaux préparatoires au creusement de la tranchée ont été réalisés par la société POIRIER :

- Le démontage soigné de la clôture du bassin d'orage.
- La mise en place de barrière HERAS pour sécuriser la zone de travail et interdire l'accès au bassin d'orage.
- Le débarrassage de la zone d'entreposage des matériaux d'étanchéité a été réalisé afin de préparer une vaste zone de stockage des matériaux excavés.
- Le creusement du fossé de contournement a été réalisé par Poirier TP avec une pelle équipée d'un godet trapèze. L'isolation de la portion de l'ancien fossé longeant la zone de travail a été réalisée grâce à la mise en place de bouchons d'argiles Figure 1. Les eaux résiduelles présentes dans la section condamnée ont ensuite transférées vers l'aval à l'aide d'une motopompe.



Figure 1 : Vue du canal de détournement des eaux de la zone de travail

Les travaux de préalables aux opérations de terrassement proprement dites se sont déroulés sans incident dans de bonnes conditions de sécurité.

Décapage des matériaux d'empierrement

Le décapage des matériaux d'empierrement a été effectué par l'entreprise POIRIER à l'aide d'une pelle mécanique de 35 tonnes.

La zone de travail a été entièrement décapée en deux phases, à 0.5 puis à 0.70 m environ, de façon à séparer les matériaux concassés propres en surface de ceux de la couche inférieure légèrement contaminés par les argiles.



Figure 2 : décapage des matériaux de plateforme

Les matériaux extraits ont été stockés en andains différents sur la zone de stockage.



Figure 3 : Aire de stockage des matériaux

Terrassement de la tranchée

Les opérations de terrassement ont été réalisées par la société POIRIER à l'aide d'une pelle mécanique de 35 tonnes équipée d'un balancier rallongé permettant de pratiquer des excavations dépassant les 6 mètres de profondeur.

Les travaux de creusement ont commencé dans la partie nord de la zone de travail et l'excavation a été propagée vers le sud.

Les premiers mètres de tranchée ayant montré que les terrains superficiels présentaient une tenue suffisante, il a été décidé de ne pas taluter et de réaliser les observations géologique au fur et à mesure depuis la surface.

Malgré quelques effondrements de terrains superficiels, l'adoption de ce mode opératoire a permis de réaliser les opérations géologiques prévues en sécurité et de limiter les importants volumes de terre à stocker sur la plateforme.

Après le creusement d'une douzaine de mètres de tranchée parallèlement au fossé, l'axe de la tranchée a été infléchi vers le SE sur une dizaine de mètres, conformément au tracé prédéfini.



Figure 4 : Début de la tranchée (vue vers le sud)



Figure 5 : Changement de l'axe de la tranchée (vue vers le nord)

4 RESULTATS DES INVESTIGATIONS

Observations géologiques

Dès le creusement des premiers mètres de tranchée, la bonne qualité des observations géologiques dans ce secteur a confirmé qu'il était possible de localiser aisément le toit des argiles de l'Aptien depuis la surface.

Devant ce constat, la décision de limiter les opérations d'excavation en pratiquant une tranchée verticale avec prélèvement d'échantillons au godet a donc été prise en accord avec l'ANDRA.

Le toit des argiles de l'Aptien inférieur a pu être identifié grâce aux critères de terrain suivants :

Lors du creusement, un important contraste de texture et de compacité est observé entre les argiles de l'Aptien (très denses avec un débit conchoïdal) et celles des formations superficielles (moins compactes et souvent plastiques). C'est certainement l'indice le plus facilement identifiable sur le terrain.



Figure 6 : Vues des faciès des argiles de l'Aptien inférieur

La différence de couleur entre les deux formations constitue souvent une bonne indication. Les argiles de l'Aptien montrent dans leur partie supérieure une couleur bleutée caractéristique. Quelques mètres plus bas, la couleur devient plus brun-kaki.

Les formations superficielles de remplissage affleurent dans des couleurs plus claires allant de l'ocre au « café au lait ».



Figure 7 : Vue du toit des argiles de l'Aptien inférieur

On notera néanmoins qu'une frange altérée de couleur marron marbré de gris, présente localement au toit des argiles de l'Aptien, peut être confondue brièvement avec le faciès des formations superficielles. Cette confusion ne résiste pas à l'examen de détail qui permet de lever l'ambiguïté en raison du contraste de compacité existant entre les deux faciès.



Figure 8 : Faciès de la frange altérée des argiles de l'Aptien inférieur

Au toucher, la présence de sable très fins ou de silts en mélange avec les argiles est

souvent perceptible dans les formations superficielles.

La surface du toit des argiles de l'Aptien inférieur a localement pu être prélevée intacte avec le godet de la pelle mécanique afin d'être observée en détail. La surface d'érosion, cachetée par des argiles sableuses re-sédimentées, est soulignée localement par la présence de petits galets centimétriques blanchâtres qui la poinçonnent.



Figure 9 : Surface préservée du toit des argiles de l'Aptien inférieur

Prélèvements d'échantillons pour analyses minéralogiques

Cinq échantillons d'argiles aptiennes ont été prélevés et confiés à l'ANDRA pour mener des analyses minéralogiques. Des échantillons intacts non remaniés de 1 à 2 kg ont été conditionnés dans des sacs

- AP1 : Prélèvement à -3.50 m environ, flanc nord du talweg. Faciès bleuté compact avec débit prismatique et traces de radicelles (Figure 5, en haut à gauche).
- AP2 : Prélèvement à -5.00 m environ dans l'axe du talweg. Faciès sombre marron-kaki avec localement surface bleutée. Très compact, cassure conchoïdale (Figure 5, en haut à droite).
- AP3 : Prélèvement à -3.50 m, dans la remontrée du flanc sud du talweg. Frange altérée des argiles de l'Aptien inférieur. Faciès de couleur ocre avec des marbrures grises (Figure 7).
- AP4 : Prélèvement à -3.20 m, 2 mètres plus au sud de AP3. Argiles de l'Aptien inférieur légèrement altérées, denses, gris bleuté, débit en plaques horizontales de 20 cm d'épaisseur environ (Figure 5 bas).
- AP5 : Prélèvement de la surface préservée du toit des argiles de l'Aptien inférieur à -2.20 m, extrémité sud de la tranchée. Faciès gris bleuté, peu altéré (Figure 8).

Géométrie du talweg

Les observations réalisées ont permis de mieux contraindre la géométrie du paléo-talweg en effectuant des relevés topographiques du toit des argiles de l'Aptien inférieur.

A l'issue des travaux, et en attendant l'exploitation cartographique des données, on peut faire les constatations suivantes :

- L'axe du paléo-talweg a été rencontré quasiment à l'endroit prévu (0.50 m de décalage environ). Le faible décalage observé par rapport à l'axe théorique déduit de la synthèse cartographique des données disponibles réalisée par l'ANDRA montre que le niveau d'information acquis est satisfaisant.
- La profondeur réelle du talweg est de l'ordre de 5 m et cohérente avec les prévisions.
- La morphologie du talweg semble asymétrique dans ce secteur. Les observations réalisées semblent en effet souligner que le flanc nord apparaît plus raide que le flanc sud qui semble remonter plus progressivement (à confirmer par le dépouillement des données topographiques). L'origine de cette morphologie locale, plus raide dans le flanc nord, pourrait être un phénomène érosif à l'extrados de petites virgations latérales de l'ancien cours d'eau.



Figure 10 : Vues des flancs nord et sud du paléo-talweg

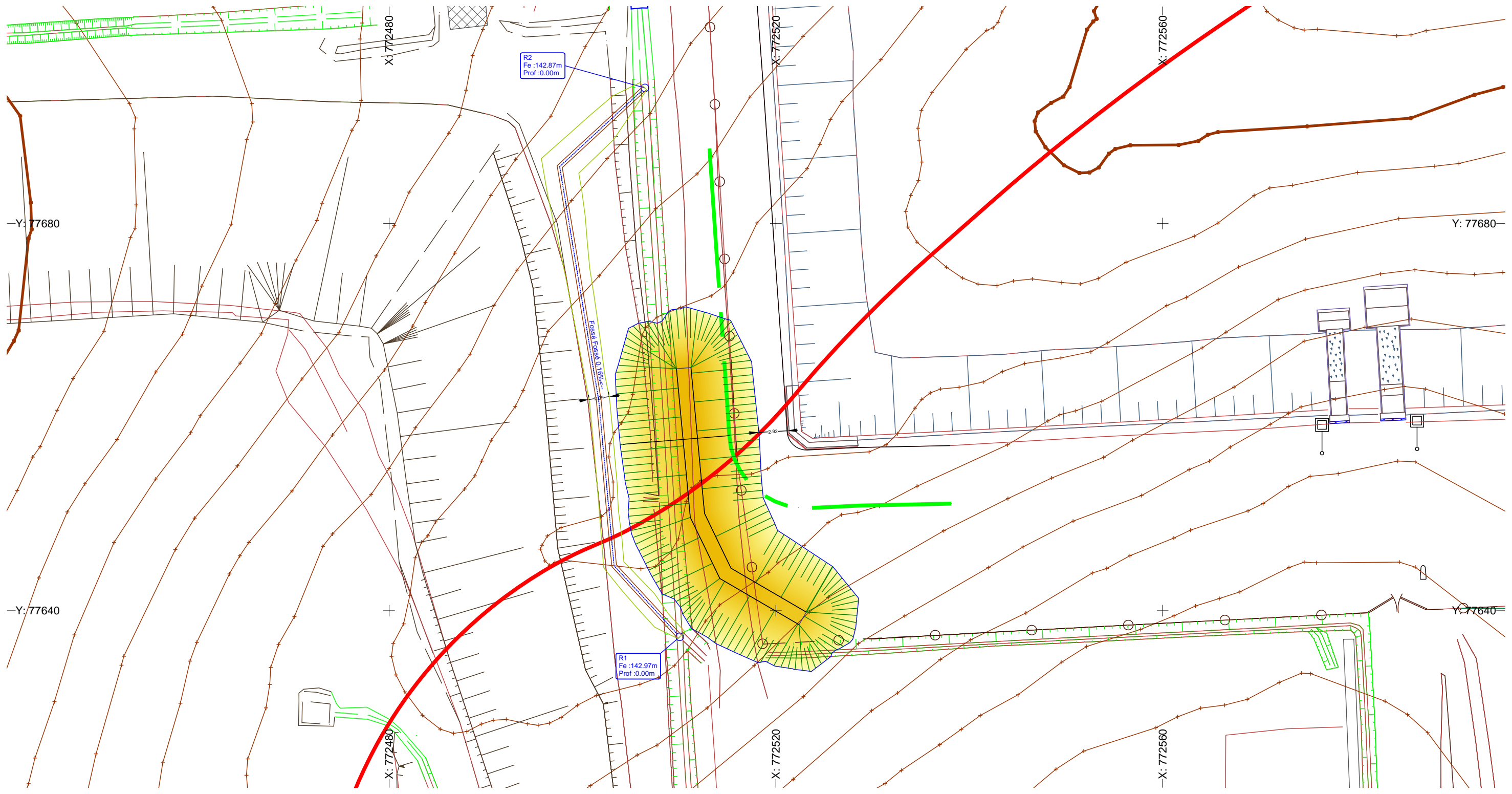
SEYSSES le 30 août 2019

Laurent VALLET, docteur en géologie

Directeur d'Aquila-Conseil

ANNEXE

Plan d'implantation prévisionnel (document ANDRA)



Annexe 4

Compte-rendu d'intervention

Expertise géologique Projet ACACI-CIRES Février 2020



AQUILA-CONSEIL

11 avenue Pierre Semard-ZI La Piche
31600 SEYSSES
Tel. : 05 61 41 11 22 - Fax : 05 61 41 02 24

SOMMAIRE

| | | |
|----------|----------------------------------------------|----------|
| 1 | OBJET DU DOCUMENT | 3 |
| 2 | CONTEXTE TECHNIQUE DE LA MISSION..... | 4 |
| 3 | DEROULEMENT DES OPERATIONS | 5 |
| 4 | RESULTATS DES INVESTIGATIONS..... | 8 |

1 OBJET DU DOCUMENT

Ce document a pour objet de rendre compte de la mission d'expertise géologique réalisée par Aquila-Conseil du 28 au 30 janvier 2020 sur le site du CIRES à la demande de l'ANDRA.

Cette mission a consisté à superviser la réalisation de sondages de reconnaissance du toit des argiles de l'Aptien inférieur afin de préciser sa position dans le cadre des futurs travaux au projet ACACI d'aménagement de la tranche 3 du Cires.

Cette campagne de sondages a été réalisée essentiellement au droit d'un second paléo-thalweg (« thalweg nord ») incisé dans le toit des argiles de l'Aptien inférieur afin de préciser sa géométrie.

2 CONTEXTE TECHNIQUE DE LA MISSION

Contexte géologique local

Les alvéoles de stockage du Cires sont implantées dans les argiles de l'Aptien inférieur (retenu comme barrière passive du stockage), qui présentent dans ce secteur de l'est du bassin parisien une épaisseur de l'ordre de 22 à 25 m et une grande homogénéité lithologique latérale.

Les différentes campagnes de reconnaissance menées depuis la création du centre ont permis de disposer d'une bonne connaissance des caractéristiques du site.

Au droit du site, le toit des argiles aptiennes a fait l'objet d'une cartographie fondée sur de nombreux forages et des investigations géophysiques mettant en évidence un paléorelief d'érosion comblé par des formations superficielles plus récentes.

Ces formations superficielles argilo-sableuses, hétérogènes, sont mal consolidées et peuvent abriter des niveaux sableux perméables aquifères les rendant impropres à être utilisées en barrière passive.

Les études précédentes ont montré que la mise en surface du toit des argiles aptiennes a également entraîné des phénomènes diagénétiques et pédologiques, altérant une frange superficielle d'épaisseur variable de ces argiles.

Justification technique de la mission

Le projet ACACI vise l'aménagement de la tranche 3 du Cires en optimisant la capacité volumique du stockage et en assurant la continuité d'exploitation du centre. A ce titre, la connaissance préalable de la position réelle du toit des argiles aptiennes constitue un enjeu important à acquérir en amont de la conception du projet.

La présence sur l'emprise de la tranche 3 d'un second paléo-thalweg au nord du premier globalement d'orientation Ouest / Est, incisé dans le toit des argiles puis comblé par des formations plus récentes, constitue un second point singulier à traiter spécifiquement.

La caractérisation en sondage des horizons rencontrés et l'identification de la cote du toit des argiles de l'aptien inférieur en chaque point ont été effectuées à partir de carottages sous gaine réalisés à la sondeuse Géoprobe.

Aquila-Conseil a été retenu pour effectuer le suivi des opérations en raison de sa connaissance approfondie des faciès rencontrés sur le Cires.

3 DEROULEMENT DES OPERATIONS

Organisation générale

Les travaux de sondages ont été réalisés par l'entreprise ASTARUSCLE ENVIRONNEMENT, placée directement sous la responsabilité et la supervision d'Aquila Conseil.

L'implantation, le suivi géologique, les observations et le géoréférencement des sondages ont été réalisés par Laurent PRESTIMONACO et Laurent VALLET, experts géologues d'AQUILA CONSEIL.

Planning des opérations

Les opérations suivantes ont été réalisées pendant la période de trois jours prévus par l'ANDRA pour cette intervention de reconnaissance du toit des argiles de l'Aptien inférieur :

28-01-2020 :

- 8h30 : Lancement de la réunion Plan de Prévention,
- 9h00 : Visite préalable et échanges sécurité.
- 9h30-17h30 : Implantation, suivi géologique et observations (8 sondages).

29-01-2020 :

- 8h00-17h30 : Implantation, suivi géologique et observations (16 sondages).

30-01-2020 :

- 8h00-14h30 : Implantation, suivi géologique et observations (9 sondages) et géoréférencement de l'ensemble des 33 sondages réalisés.
- 14h30 : Fin des opérations.

Implantation et réalisation des sondages

La tranche 3 abritant actuellement les dépôts de matériaux argileux utilisables pour l'exploitation du Cires ; les accès pour l'implantation des sondages sur l'emprise de la tranche 3 étaient restreints.

Les implantations et la réalisation des sondages ont été effectuées à l'avancement ; sur des zones accessibles situées entre les dépôts de matériaux argileux à partir du plan des isohypses du toit de l'argile hôte du projet ACACI réalisé par Aquila Conseil en décembre 2019 (voir schéma d'implantation des sondages réalisés en annexe).

En pratique cette carte issue d'une interprétation géologique d'Aquila Conseil a été installée sur une tablette durcie qui a été couplé à un GPS de précision centimétrique (figure 1). Ce matériel nous a permis de cerner à l'avancement par exemple la géométrie du « thalweg nord » de la tranche 3.



Figure 1 : Implantation des sondages à l'avancement.

Le nombre de sondages carottés sous gaine réalisé lors de cette intervention (figure 2) a été de 33. Leur répartition a été fonction des observations géologiques effectuées à l'avancement (voir logs géologiques des sondages réalisés en annexe):

- 26 sondages (SA01 à SA26 et SA30) ont précisé la géométrie du « thalweg nord » dont 7 sondages (SA04 à SA10) implanté en bordure du Bassin d'Orage du Cires à l'est de la tranche 3 pour appréhender les relations du

« thalweg nord » avec les formations sablo-argileuses cénozoïques (« faciès gouttière » dans les logs) qui se développent à l'est et au nord de la tranche 3.

- 4 sondages (SA 27 à 29 et SA33) ont précisé le toit des argiles de l'Aptien inférieur sous un recouvrement de sables de l'Aptien supérieur (« Sables blancs » dans les logs).
- 2 sondages (SA31 et SA32) ont précisé la géométrie du « thalweg sud » en direction de la plateforme 2.



Figure 2 : Déplacement de la sondeuse entre les points de sondages (en haut) et exemples de carottes sous gaine obtenues avec la Géoprobe.

4 RESULTATS DES INVESTIGATIONS

Observations géologiques

Les investigations ont permis de mieux contraindre la carte des isohypses du toit de l'argile hôte du projet ACACI dans les différents contextes géologiques qui sont présents dans l'emprise de la tranche 3 :

- A l'Ouest sous recouvrement des sables marins de l'Aptien supérieur.
- A l'Est sous recouvrement des formations continentales sablo-argileuses cénozoïques.
- Au niveau du « talweg nord » qui était l'objectif premier de cette intervention. En effet, les observations réalisées ont permis de mieux contraindre la géométrie du « talweg nord » (« talweg » dans les logs) avec 19 points de sondage supplémentaires qui se sont ajoutés au seul point connu au droit de cette structure (forage S2 de 2011). Le caractère méandriforme de cette « saignée » a été confirmé par ces investigations.
- Au niveau du « talweg sud » où en complément de la tranchée réalisée en 2019, les résultats ont montré que cette « saignée » restait profonde en direction de la plateforme 2 (-5,6m en SA31 dans l'axe du « thalweg »).

Le tableau ci-dessous résume les cotes en isobathe et en isohypse du toit de l'argile hôte au droit des sondages réalisés :

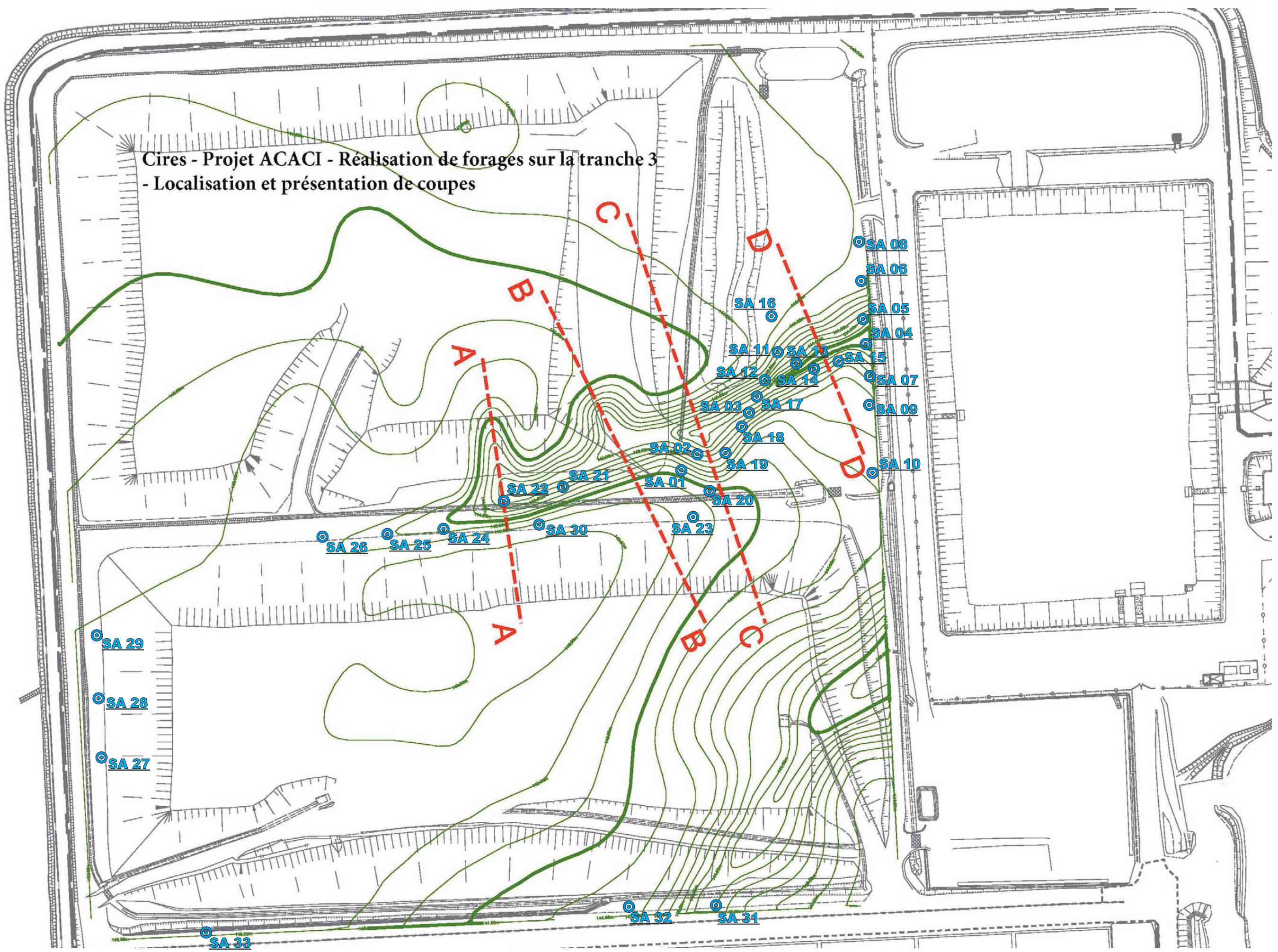
| Sondage | X (Lambert I) | Y (Lambert I) | Z tn (m NGF) | Isobathes (m/ tn) | Isohypse (m NGF) |
|---------|---------------|---------------|--------------|-------------------|------------------|
| SA1 | 772440.16 | 1077708.75 | 145.45 | 2.00 | 143.45 |
| SA2 | 772444.71 | 1077713.68 | 145.34 | 2.90 | 142.44 |
| SA3 | 772459.63 | 1077725.08 | 144.95 | 2.60 | 142.35 |
| SA4 | 772498.56 | 1077748.60 | 144.17 | 3.30 | 140.87 |
| SA5 | 772497.69 | 1077756.73 | 144.15 | 2.40 | 141.75 |
| SA6 | 772496.69 | 1077766.90 | 144.14 | 3.60 | 140.54 |
| SA7 | 772499.46 | 1077738.05 | 144.17 | 2.40 | 141.77 |
| SA8 | 772495.43 | 1077779.55 | 144.39 | 4.30 | 140.09 |
| SA9 | 772499.98 | 1077728.60 | 144.23 | 2.50 | 141.73 |
| SA10 | 772501.47 | 1077707.44 | 144.21 | 2.00 | 142.21 |
| SA11 | 772469.64 | 1077743.86 | 144.78 | 3.70 | 141.08 |
| SA12 | 772465.13 | 1077735.39 | 144.87 | 2.60 | 142.27 |
| SA13 | 772474.33 | 1077740.77 | 144.74 | 2.40 | 142.34 |
| SA14 | 772479.48 | 1077738.97 | 144.72 | 3.40 | 141.32 |
| SA15 | 772487.06 | 1077741.76 | 144.57 | 3.30 | 141.27 |
| SA16 | 772465.78 | 1077753.71 | 144.84 | 1.80 | 143.04 |
| SA17 | 772462.78 | 1077730.05 | 144.94 | 2.40 | 142.54 |
| SA18 | 772457.56 | 1077721.18 | 145.09 | 2.70 | 142.39 |

| | | | | | |
|------|-----------|------------|--------|------|--------|
| SA19 | 772453.99 | 1077714.19 | 145.20 | 4.60 | 140.60 |
| SA20 | 772447.34 | 1077701.23 | 145.25 | 4.10 | 141.15 |
| SA21 | 772402.02 | 1077703.06 | 146.13 | 3.45 | 142.68 |
| SA22 | 772383.99 | 1077698.70 | 146.48 | 3.40 | 143.08 |
| SA23 | 772443.77 | 1077693.57 | 145.61 | 1.50 | 144.11 |
| SA24 | 772364.35 | 1077689.80 | 147.08 | 3.40 | 143.68 |
| SA25 | 772346.98 | 1077687.90 | 147.57 | 1.80 | 145.77 |
| SA26 | 772326.33 | 1077687.01 | 147.98 | 0.90 | 147.08 |
| SA27 | 772258.22 | 1077620.21 | 149.60 | 3.05 | 146.55 |
| SA28 | 772257.84 | 1077638.66 | 149.54 | 3.30 | 146.24 |
| SA29 | 772257.28 | 1077654.27 | 149.46 | 3.75 | 145.71 |
| SA30 | 772393.43 | 1077691.23 | 146.40 | 2.40 | 144.00 |
| SA31 | 772451.07 | 1077571.68 | 145.46 | 5.60 | 139.86 |
| SA32 | 772423.85 | 1077571.14 | 145.79 | 2.00 | 143.79 |
| SA33 | 772294.70 | 1077562.52 | 147.10 | 0.95 | 146.15 |

ANNEXE

Schéma d'implantation des sondages et logs géologiques

Cires - Projet ACACI - Réalisation de forages sur la tranche 3
- Localisation et présentation de coupes



SA 10
● Sondage de reconnaissance

Date : 28-01-2020

Sondage SA1

X(Lambert I)= 772440.16
Y(Lambert I)= 77708.75
Z Tn=145,45

| | Description lithologique | Observations |
|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|
| | <p>Remblais argilo-sableux ocre/rouille</p> <p>Sables argileux marbrés ocre / gris</p> <p>Argiles kaki</p> | <p>Traces de radicelles (" Talweg ")</p> <p>(" argiles à plicatules ")</p> |

Date : 28-01-2020

Sondage SA2

X(Lambert I)= 772444.71
Y(Lambert I)= 77713.68
Z Tn=145,34

| | Description lithologique | Observations |
|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| | <p>Remblais argilo-sableux ocre/rouille</p> <p>Argile sableuse marbrée ocre / gris</p> <p>Sables argileux marbrés ocre / gris</p> <p>Argile sableuse marbrée ocre / gris</p> <p>Sables à la base</p> <p>Argiles kaki</p> | <p>(" Talweg ")</p> <p>(" argiles à plicatules ")</p> |



Cires - Projet ACACI Reconnaissance géologique

Annexe : descriptions lithologiques des carottages réalisées à la sondeuse Géoprobe
Sondages sous gaines SA1 et SA2



Date : 28-01-2020

Sondage SA3

X(Lambert I)= 772459.63
Y(Lambert I)= 77725.08
Z Tn=144,95

| | Description lithologique | Observations |
|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| | <p>Remblais argilo-sableux ocre/rouille</p> <p>Sables argileux marbrés ocre / gris</p> <p>Gravier à la base</p> <p>Argiles kaki</p> | <p>(" Talweg ")</p> <p>(" argiles à plicatules ")</p> |

Date : 28-01-2020

Sondage SA4

X(Lambert I)= 772498.56
Y(Lambert I)= 77748.60
Z Tn=144,17

| | Description lithologique | Observations |
|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|
| | <p>Remblais argilo-sableux ocre/rouille</p> <p>Argile sableuse marbrée ocre / gris</p> <p>Sables argileux marbrés ocre / gris</p> <p>Argile sableuse marbrée ocre / gris</p> <p>Argiles kaki</p> | <p>(" Talweg ")</p> <p>Humide</p> <p>(" argiles à plicatules ")</p> |



Cires - Projet ACACI Reconnaissance géologique

Annexe : descriptions lithologiques des carottages réalisées à la sondeuse Géoprobe
Sondages sous gaines SA3 et SA4



Date : 28-01-2020

Sondage SA5

X(Lambert I)= 772497.69
Y(Lambert I)= 77756.73
Z Tn=144,15

| | Description lithologique | Observations |
|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| | <p>Remblais argilo-sableux ocre/rouille</p> <p>Argile silteuse plastique rouille/grise</p> <p>Argiles kaki</p> | <p>Humide</p> <p>(" argiles à plicatules ")</p> |

Date : 28-01-2020

Sondage SA6

X(Lambert I)= 772496.69
Y(Lambert I)= 77766.90
Z Tn=144,14

| | Description lithologique | Observations |
|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | <p>Remblais argilo-sableux ocre/rouille</p> <p>Argile kaki / marron plastique</p> <p>Sables</p> <p>Argile marron plastique</p> <p>Sables</p> <p>Argile marron plastique</p> <p>Argiles kaki</p> | <p>Traces de chaux à la base</p> <p>(" Faciès gouttière ")</p> <p>(" argiles à plicatules ")</p> |

Date : 28-01-2020

Sondage SA7

X(Lambert I)= 772499.46
Y(Lambert I)= 77738.05
Z Tn=144,17

| | Description lithologique | Observations |
|----|--------------------------------------|----------------------------|
| 0m | Remblais argilo-sableux ocre/rouille | Matière organique |
| 1m | Argile marron plastique | Radicelles |
| 2m | Argiles kaki/ocre | (" argiles à plicatules ") |
| 3m | Argiles kaki | |
| 4m | | Paillettes de gypse |
| 5m | | |
| 6m | | |

Date : 28-01-2020

Sondage SA8

X(Lambert I)= 772495.43
Y(Lambert I)= 77779.55
Z Tn=144,39

| | Description lithologique | Observations |
|----|--------------------------------------|----------------------------|
| 0m | Remblais argilo-sableux ocre/rouille | (" Faciès gouttière ") |
| 1m | Argile marron plastique | |
| 2m | Argile sableuse marron | (" argiles à plicatules ") |
| 3m | Argile marron plastique | |
| 4m | Argiles kaki | |
| 5m | | |
| 6m | | |



Cires - Projet ACACI Reconnaissance géologique

Annexe : descriptions lithologiques des carottages réalisées à la sondeuse Géoprobe
Sondages sous gaines SA7et SA8



Date : 29-01-2020

Sondage SA9

X(Lambert I)= 772499.98
Y(Lambert I)= 77728.60
Z Tn=144,23

| | Description lithologique | Observations |
|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|
| | <p>Remblais argilo-sableux ocre/rouille</p> <p>Argile silteuse plastique Sable marron Argile plastique marron</p> <p>Argiles kaki</p> | <p>(" Faciès gouttière ")</p> <p>(" argiles à plicatules ")</p> |

Date : 29-01-2020

Sondage SA10

X(Lambert I)= 772501.47
Y(Lambert I)= 77707.44
Z Tn=144,21

| | Description lithologique | Observations |
|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| | <p>Remblais argilo-sableux ocre/rouille</p> <p>Remblais sableux ocre/rouille</p> <p>Argile sableuse</p> <p>Argiles kaki</p> | <p>(" argiles à plicatules ")</p> |



Cires - Projet ACACI Reconnaissance géologique

Annexe : descriptions lithologiques des carottages réalisées à la sondeuse Géoprobe
Sondages sous gaines SA9 et SA10



Date : 29-01-2020

Sondage SA11

X(Lambert I)= 772469.64
Y(Lambert I)= 77743.86
Z Tn=144,78

| | Description lithologique | Observations |
|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| | <p>Remblais argilo-sableux ocre/rouille</p> <p>Remblais sableux ocre/rouille</p> <p>Argile sableuse</p> <p>Argile sableuse marron</p> <p>sables marrons sables argileux avec graviers à la base</p> <p>Argiles kaki</p> | <p>(" Talweg ") (méandre)</p> <p>(" argiles à plicatules ")</p> |

Date : 29-01-2020

Sondage SA12

X(Lambert I)= 772465.13
Y(Lambert I)= 77735.39
Z Tn=144,87

| | Description lithologique | Observations |
|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| | <p>Remblais argilo-sableux ocre/rouille</p> <p>Argile sableuse marbrée ocre / gris</p> <p>Argiles ocre / kaki</p> <p>Argiles kaki</p> | <p>Humides</p> <p>Compactés</p> <p>(" Talweg ")</p> <p>(" argiles à plicatules ")</p> |

Date : 29-01-2020

Sondage SA13

X(Lambert I)= 772474.33
Y(Lambert I)= 77740.77
Z Tn=144,74

| | Description lithologique | Observations |
|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| | <p>Remblais argilo-sableux ocre/rouille</p> <p>Argile sableuse marbrée ocre/gris</p> <p>Argiles ocre / kaki</p> <p>Argiles kaki</p> | <p>(" Talweg ")</p> <p>(" argiles à plicatules ")</p> |

Date : 29-01-2020

Sondage SA14

X(Lambert I)= 772479.48
Y(Lambert I)= 77738.97
Z Tn=144,72

| | Description lithologique | Observations |
|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| | <p>Remblais argilo-sableux ocre/rouille</p> <p>Remblais sableux ocre/rouille Sables argileux</p> <p>Argile sableuse marbrée ocre / gris</p> <p>Sables argileux avec graviers à la base</p> <p>Argiles kaki</p> | <p>(" Talweg ")</p> <p>(" argiles à plicatules ")</p> |



Cires - Projet ACACI Reconnaissance géologique

Annexe : descriptions lithologiques des carottages réalisées à la sondeuse Géoprobe
Sondages sous gaines SA13 et SA14



Date : 29-01-2020

Sondage SA15

X(Lambert I)= 772487.06
Y(Lambert I)= 77741.76
Z Tn=144,57

| | Description lithologique | Observations |
|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| | <p>Remblais argilo-sableux ocre/rouille</p> <p>Remblais sableux ocre/rouille</p> <p>Argile sableuse</p> <p>Sables argileux Argiles kaki</p> | <p>(" Talweg ")</p> <p>(" argiles à plicatules ")</p> |

Date : 29-01-2020

Sondage SA16

X(Lambert I)= 772465.78
Y(Lambert I)= 77753.71
Z Tn=144,84

| | Description lithologique | Observations |
|--|----------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| | <p>Remblais argilo-sableux ocre/rouille</p> <p>Argile sableuse</p> <p>Argiles kaki</p> | <p>(" Talweg ")</p> <p>(" argiles à plicatules ")</p> |



Cires - Projet ACACI Reconnaissance géologique

Annexe : descriptions lithologiques des carottages réalisées à la sondeuse Géoprobe
Sondages sous gaines SA15 et SA16



Date : 29-01-2020

Sondage SA17

X(Lambert I)= 772462.78
Y(Lambert I)= 77730.05
Z Tn=144,94

| | Description lithologique | Observations |
|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| | <p>Remblais argilo-sableux ocre/rouille</p> <p>Remblais sableux ocre/rouille</p> <p>Argile sableuse marbrée ocre/gris</p> <p>Argiles kaki silteuse</p> | <p>Traces de chaux à la base</p> <p>(" Talweg ")</p> <p>(" argiles à plicatules ")</p> |

Date : 29-01-2020

Sondage SA18

X(Lambert I)= 772457.56
Y(Lambert I)= 77721.18
Z Tn=145,09

| | Description lithologique | Observations |
|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| | <p>Remblais argilo-sableux ocre/rouille</p> <p>Remblais sableux ocre/rouille</p> <p>Argile sableuse marbrée ocre / gris</p> <p>Sables argileux</p> <p>Argile sableuse</p> <p>Argile marron</p> <p>Argiles kaki silteuse</p> | <p>(" Talweg ")</p> <p>(" argiles à plicatules ")</p> |

Date : 29-01-2020

Sondage SA19

X(Lambert I)= 772453.99
Y(Lambert I)= 77714.19
Z Tn=145,20

| | Description lithologique | Observations |
|----|--------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| 0m | Remblais argilo-sableux ocre/rouille | Traces de chaux à la base |
| 1m | Argile sableuse rouille | |
| 2m | Sables gris | |
| 3m | Argile sableuse grisâtre | |
| 4m | Argiles noirâtre Argiles kaki | |
| 5m | | Traces de radicelles (" Talweg ") |
| 6m | | Humide Racine décomposée (" argiles à plicatules ") |

Date : 29-01-2020

Sondage SA20

X(Lambert I)= 772447.34
Y(Lambert I)= 77701.23
Z Tn=145,25

| | Description lithologique | Observations |
|----|----------------------------------------|--------------------------------------|
| 0m | Remblais argilo-sableux ocre/rouille | Traces de radicelles (" Talweg ") |
| 1m | Remblais sableux ocre/rouille | |
| 2m | Argile sableuse marbrée ocre / gris | |
| 3m | Sables argileux marbrés ocre / gris | |
| 4m | Argile sableuse marbrée ocre / gris | |
| 5m | Argile grise à la base Argiles kaki | Humide (" argiles à plicatules ") |
| 6m | | |

Date : 29-01-2020

Sondage SA21

X(Lambert I)= 772402.02
Y(Lambert I)= 77703.06
Z Tn=146,13

| | Description lithologique | Observations |
|--|----------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| | <p>Remblais argilo-sableux ocre/rouille</p> <p>Argile sableuse</p> <p>Argiles kaki</p> | <p>(" Talweg ")</p> <p>(" argiles à plicatules ")</p> |

Date : 29-01-2020

Sondage SA22

X(Lambert I)= 772383.99
Y(Lambert I)= 77698.70
Z Tn=146,48

| | Description lithologique | Observations |
|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| | <p>Remblais sableux</p> <p>Remblais argilo-sableux ocre/rouille</p> <p>Argile sableuse marbrée ocre / gris</p> <p>Sables argileux</p> <p>Argile sableuse</p> <p>Argiles kaki</p> | <p>(" Talweg ")</p> <p>Humide</p> <p>(" argiles à plicatules ")</p> |

Date : 29-01-2020

Sondage SA23

X(Lambert I)= 772443.77
Y(Lambert I)= 77693.57
Z Tn=145,61

| | Description lithologique | Observations |
|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| | <p>Remblais argilo-sableux ocre/rouille</p> <p>Argile sableuse avec fragments de nodules gréseux rouilles</p> <p>Argiles kaki</p> | <p>Traces de chaux à la base</p> <p>(" argiles à plicatules ")</p> |

Date : 29-01-2020

Sondage SA24

X(Lambert I)= 772364.35
Y(Lambert I)= 77689.80
Z Tn=147,08

| | Description lithologique | Observations |
|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| | <p>Remblais argilo-sableux ocre/rouille</p> <p>Argile sableuse marbrée ocre / gris</p> <p>Argiles kaki</p> | <p>(" Talweg ")</p> <p>(" argiles à plicatules ")</p> |



Cires - Projet ACACI Reconnaissance géologique

Annexe : descriptions lithologiques des carottages réalisées à la sondeuse Géoprobe
Sondages sous gaines SA23 et SA24



Date : 30-01-2020

Sondage SA25

X(Lambert I)= 772346.98
 Y(Lambert I)= 77687.90
 Z Tn=147,57

| | Description lithologique | Observations |
|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| | <p>Remblais argilo-sableux ocre/rouille</p> <p>Argile sableuse</p> <p>Argiles ocre / kaki</p> | <p>(" argiles à plicatules ")</p> |

Date : 30-01-2020

Sondage SA26

X(Lambert I)= 772326.33
 Y(Lambert I)= 77687.01
 Z Tn=147,98

| | Description lithologique | Observations |
|--|-------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| | <p>Remblais argileux</p> <p>Argiles ocre / bleutées silteuses</p> | <p>(" argiles à plicatules ") (Faciès bleuté sommital)</p> |



Cires - Projet ACACI Reconnaissance géologique

Annexe : descriptions lithologiques des carottages réalisées à la sondeuse Géoprobe
 Sondages sous gaines SA25 et SA26



Date : 30-01-2020

Sondage SA27

X(Lambert I)= 772258.22
Y(Lambert I)= 77620.21
Z Tn=149,60

| | Description lithologique | Observations |
|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | <p>Remblais argilo-sableux ocre/gris</p> <p>Sable ocre/jaune à glauconie</p> <p>Sable vert à glauconie</p> <p>Sable rouille à la base</p> <p>Argiles bleutées</p> | <p>(" Sables blancs ") (Aptien supérieur)</p> <p>(" argiles à plicatules ") (Faciès bleuté sommital)</p> |

Date : 30-01-2020

Sondage SA28

X(Lambert I)= 772257.84
Y(Lambert I)= 77638.66
Z Tn=149,54

| | Description lithologique | Observations |
|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | <p>Remblais argilo-sableux ocre/gris</p> <p>Argile sableuse</p> <p>Sable ocre/jaune</p> <p>Sable vert à glauconie</p> <p>Sable rouille à la base</p> <p>Argiles bleutées</p> | <p>(" Talweg ")</p> <p>(" Sables blancs ") (Aptien supérieur)</p> <p>(" argiles à plicatules ") (Faciès bleuté sommital)</p> |



Cires - Projet ACACI Reconnaissance géologique

Annexe : descriptions lithologiques des carottages réalisées à la sondeuse Géoprobe
Sondages sous gaines SA27 et SA28



Date : 30-01-2020

Sondage SA29

X(Lambert I)= 772257.28
Y(Lambert I)= 77654.27
Z Tn=149,46

| | Description lithologique | Observations |
|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | <p>Remblais argilo-sableux ocre/gris</p> <p>Remblais granuleux blanchâtres</p> <p>Argile sableuse bariolée ocre / bleutée</p> <p>Sable ocre/jaune</p> <p>Sable vert à rouille (en alternance)</p> <p>Argiles bleutées</p> <p>Argiles kaki</p> | <p>résidus de chaux à la base</p> <p>(" Sables blancs ") (Aptien supérieur)</p> <p>graviers à la base (2 à 3 mm)</p> <p>(" argiles à plicatules ") (Faciès bleuté sommital)</p> <p>(Faciès kaki intermédiaire)</p> |

Date : 30-01-2020

Sondage SA30

X(Lambert I)= 772393.43
Y(Lambert I)= 77691.23
Z Tn=146,40

| | Description lithologique | Observations |
|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| | <p>Remblais argilo-sableux ocre/rouille</p> <p>Argile sableuse</p> <p>sables argileux</p> <p>Argiles kaki</p> | <p>(" Talweg ")</p> <p>(" argiles à plicatules ")</p> |



Cires - Projet ACACI Reconnaissance géologique

Annexe : descriptions lithologiques des carottages réalisées à la sondeuse Géoprobe
Sondages sous gaines SA29 et SA30



Date : 30-01-2020

Sondage SA31

X(Lambert I)= 772451.07
Y(Lambert I)= 77571.68
Z Tn=145,46

| | | Description lithologique | Observations |
|----|----|----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| | 0m | | |
| | 1m | Argile sableuse ocre / vert | Remblais ? |
| | 2m | Argile sableuse noirâtre Sables argileux marbrés ocre /gris | Racine décomposée (" Talweg Sud-Ouest ") |
| | 3m | | |
| | 4m | Argile sableuse marbrée ocre /gris | |
| | 5m | Sables rouille Sables gris Argile sableuse grisâtre Argiles ocre / kaki | Humide (" argiles à plicatules ") |
| 6m | | | |

Date : 30-01-2020

Sondage SA32

X(Lambert I)= 772423.85
Y(Lambert I)= 77571.14
Z Tn=145,79

| | | Description lithologique | Observations |
|----|--------------|----------------------------|--------------|
| | 0m | | |
| | 1m | Argile sableuse ocre | Racine |
| 2m | Argiles kaki | (" argiles à plicatules ") | |
| 3m | | | |
| 4m | | | |
| 5m | | | |
| 6m | | | |



Cires - Projet ACACI Reconnaissance géologique

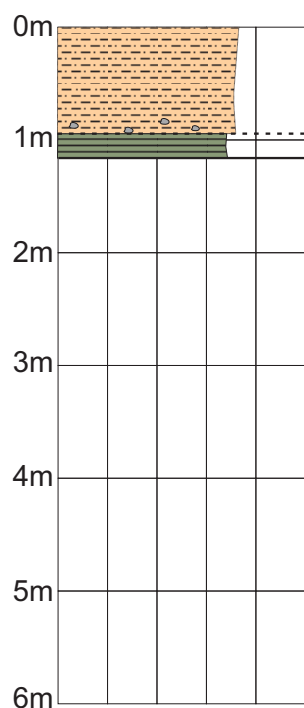
Annexe : descriptions lithologiques des carottages réalisées à la sondeuse Géoprobe
Sondages sous gaines SA31 et SA32



Date : 30-01-2020

Sondage SA33

X(Lambert I)= 772294.70
Y(Lambert I)= 77562.52
Z Tn=146,15

| | Description lithologique | Observations |
|----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>Remblais argileux</p> <p>Remblais argilo-graveleux Argiles kaki</p> | <p>Bordure chemin (Nord plate-forme 2)</p> <p>(" argiles à plicatules ")</p> |



**AGENCE NATIONALE POUR LA GESTION
DES DÉCHETS RADIOACTIFS**

1-7, rue Jean-Monnet
92298 Châtenay-Malabry cedex
Tél. : 01 46 11 80 00

www.andra.fr

