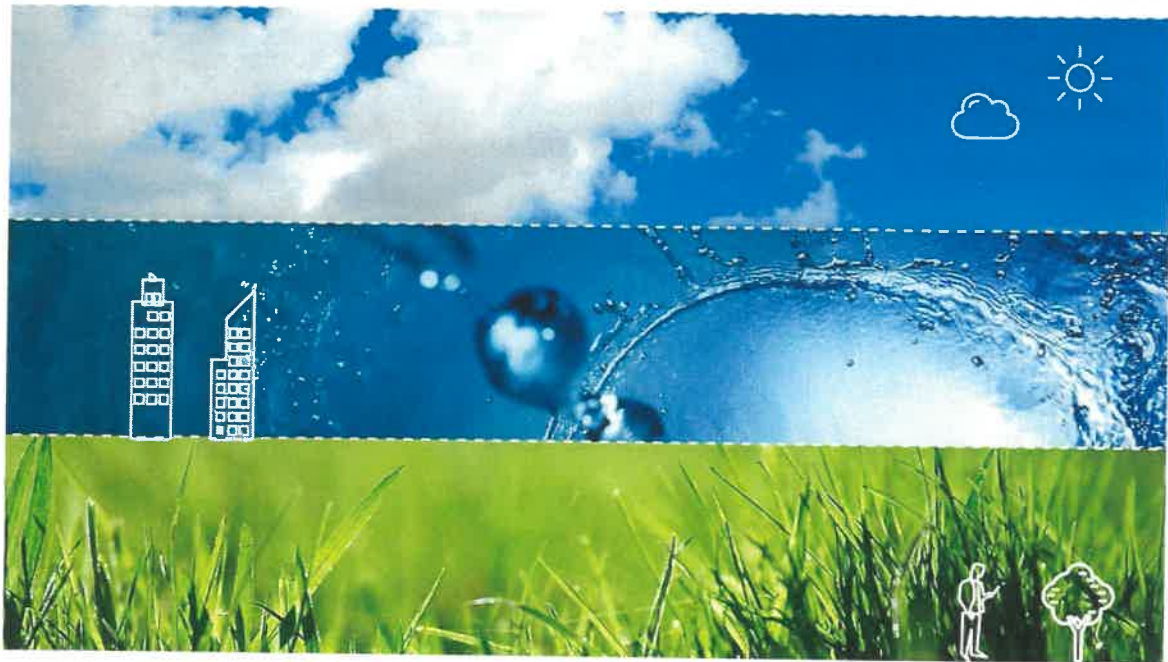


Excavation, tri et évacuation du massif de déchets

Rapport final des travaux de 2015-2016

Chemin des Lilas - Parcelle 00ZD120 - 59310 Beuvry-la-Forêt



Certification de service des prestataires dans le
domaine des sites et sols pollués



0178 87 804 80
0178 87 804 80
0178 87 804 80

www.lne.fr

Validité 27/03/19



ICF environnement
14 à 30 rue Alexandre - Bât C –
92635 Gennevilliers Cedex -
France

Fiche Signalétique

CLIENT

Raison sociale	Moulin des Ecluses 28, boulevard Zéphirin Camélinat
Coordonnées	92230, Gennevilliers
Contact	Mme V. Bordonaro +33 (0)1 4085 5196 - +33 (0)1 4085 5459 - virginie.bordonaro@fr.nufarm.com

SITE D'INTERVENTION

Raison sociale	-
Coordonnées	Chemin des Lilas - Parcelle 00ZD120
Famille d'activité	Industrie
Domaine d'activité	Fabrication de peintures, vernis, encres et mastics (code NAF : 2030Z)

DOCUMENT

Destinataires	Mme V. Bordonaro +33 (0)1 4085 5196 - +33 (0)1 4085 5459 - virginie.bordonaro@fr.nufarm.com
Date de remise	22/07/2016
Nombre d'exemplaire remis	1 version papier et 1 version numérique (PDF)
Pièces jointes	-
Proposition commerciale	TRA1500XTD94KPI
Code prestation selon les normes NF X 31-620 (2 à 4) de juin 2011	[C321a] - Excavation des sols

N° Rapport NPCP160093

Révision 1

	Nom	Fonction	Signature
Rédaction	M. Kasijan Pira kasijan.pira@icfenvironnement.com	Ingénieur de Projet Activité Travaux Gennevilliers	 Le 25/01/2017
Vérification / Validation	M. Jean-Baptiste Roblet jeanbaptiste.roblet@icfenvironnement.com	Responsable adjoint - Activité Travaux - Superviseur Gradignan	 Le 25/01/2017

Résumé

La parcelle cadastrale 00ZD120 (ex A874) à Beuvry la Forêt (59), propriété de la société *Moulin Des Ecluses*, est un champ ayant accueilli un dépôt semi-enterré de déchets industriels. Cette activité de stockage a eu pour conséquence d'entraîner une contamination importante des sols, gaz du sol et eaux souterraines.

Conformément à l'arrêté préfectoral de 2012, un plan de gestion a été réalisé par *ICF Environnement* afin de proposer des solutions pour maîtriser la pollution du site.

Une première phase de gestion de cette contamination a consisté en l'élimination des sources de pollution concentrée, à savoir le massif de déchets et d'autres groupements de déchets enterrés de manière éparse. Les opérations menées durant cette phase sont présentées dans ce rapport.

Afin de mener à bien cette première phase, *ICF Environnement* a effectué durant l'été 2015 des travaux d'excavations et de tri de ces déchets. Les excavations ont été réalisées sur une superficie totale de 1460m² sur une profondeur maximum de 2m.

La technique d'excavation a permis d'atteindre le fond du massif de déchets. Les déchets et terres polluées associées ont donc été purgés, mais ces travaux n'ont pas concerné les sols contaminés sous-jacents.

Ainsi, ont été excavés, triés et évacués du site :

- 231,49 tonnes de déchets dangereux, traités hors-site par incinération
- 1739,55 tonnes de sols contaminés, traités hors-site par désorption thermique
- 82,94 tonnes de sols contaminés, traités hors-site par lavage

En conclusion, ces travaux d'élimination des déchets et terres souillées ont constitué la première phase de maîtrise de la pollution du site. En éliminant les déchets du site, ces travaux ont permis d'éliminer la source de pollution du site et les terres contaminées en mélange. La qualité des sols et des gaz du sol sur le site a été améliorée significativement jusqu'à une profondeur de 2m, permettant de réduire les impacts à long terme sur les eaux souterraines. Toutefois, d'autres mesures sont à prévoir pour maîtriser les impacts restant sur le site.

Sommaire

1	CONTEXTE INITIAL.....	8
1.1	Localisation du site.....	8
1.2	Problématique du site.....	9
1.3	Géologie et hydrogéologie.....	10
1.4	Zone d'excavation initiale.....	10
2	RECAPITULATIF DES TRAVAUX DE L'ETE 2015.....	12
2.1	SONDAGES A LA PELLE.....	12
2.2	OPERATIONS D'EXCAVATIONS ET DE TRI [C321a].....	16
2.2.1	Zones d'excavations.....	16
2.2.3	Moyens en place.....	18
2.2.4	Sécurité et hygiène.....	18
2.2.5	Excavation du massif de déchets.....	20
2.2.7	Tri des matériaux issus du massif de déchets.....	21
2.2.8	Tri des déchets présents dans la zone SC.....	21
2.2.9	Séparation des différentes catégories de déchets.....	21
2.2.10	Réception des fonds de fouilles.....	22
2.2.11	Remblaiement des fouilles.....	23
2.2.12	Aménagement du chemin d'accès.....	24
2.2.13	Evacuation des emballages souillés.....	24
2.2.14	Evacuation des terres.....	24
2.2.15	Evaluation de l'impact sur les eaux souterraines.....	27
3	Conclusions.....	32
1.	Sondages préliminaires.....	48
2.	Excavation du massif de déchets.....	54
3.	Excavation de la zone SC.....	59
4.	Tri des déchets.....	64
5.	Remblaiement.....	69
6.	Evacuation.....	70



Annexes

Annexe I	Abréviations générales (2 pages)
Annexe II	Normes de prélèvements et d'échantillonnage (1 page)
Annexe III	Interprétation et valeur de référence ou de comparaison (1 page)
Annexe IV	Tableau récapitulatif des envois de DT-DICT conjointe (1 pages)
Annexe V	Plan de prévention des risques (6 pages)
Annexe VI	fiche de suivi de sondages et prélèvement de la campagne d'élaboration du maillage (28 pages)
Annexe VII	tableau de synthèse des résultats analytiques des sondages préliminaires pour l'élaboration du plan de maillage (8 pages)
Annexe VIII	plan de maillage pour caractériser le massif de déchets (3 pages)
Annexe IX	plan de localisation des excavations (1 pages)
Annexe X	reportage photographique (31 pages)
Annexe XI	Certificat d'Acceptation Préalable SOTRENOR (2 pages)
Annexe XII	Bordereau de Suivi des Déchets pour l'évacuation des emballages souillés (26 pages)
Annexe XIII	Résultats d'analyse des composites prélevés sur les terres excavées pour envoi vers Solvalor (2 pages)
Annexe XIV	Certificat d'Acceptation Préalable SOLVALOR (1 page)
Annexe XV	Bordereau de Suivi des Déchets pour l'évacuation des terres contaminées (3 pages)
Annexe XVI	fiche de suivi de sondages et prélèvement en fond de fouille (4 pages)
Annexe XVII	Résultats d'analyse des échantillons en fond de fouille (2 pages)
Annexe XVIII	Contrôle de la qualité des terres propres amenées sur le site (2 pages)
Annexe XIX	Résultats d'analyse des composites pour obtention CAP de ATM lot 1(10 pages)
Annexe XX	Résultats d'analyse des composites pour obtention CAP de ATM lot 2(8 pages)
Annexe XXI	Résultats d'analyse des composites pour obtention CAP de Biogénie(10 pages)
Annexe XXII	Résultats d'analyse des composites pour obtention CAP de GRS-Valtech(10 pages)
Annexe XXIII	Résultats d'analyse des composites pour obtention CAP de Theo Pouw(10 pages)
Annexe XXIV	Suivi de l'évacuation des terres : comptes des tours de camions (2 pages)
Annexe XXV	Certificat d'autorisation préalable d'ATM (1 page)
Annexe XXVI	Bordereau de suivi des déchets envoyé vers ATM (20 pages)
Annexe XXVII	Bon de livraison sur la plateforme SITA FD à Noyelles-Godault (1 page)
Annexe XXVIII	Certificat d'autorisation préalable de Theo Pouw via plateforme de regroupement GDE (1 pages)
Annexe XXIX	Bordereau de suivi des déchets envoyé vers Theo Pouw via plateforme de regroupement GDE (1 pages)
Annexe XXX	Documents de mouvement transfrontalier (1 pages)
Annexe XXXI	Bon de livraison des matériaux d'empierrement du chemin d'accès (3 pages)
Annexe XXXII	Evolution de la qualité des eaux souterraines (3 pages)
Annexe XXXIII	Présentation d'Antea Group
Annexe XXXIV	Présentation d'ICF Environnement



Table des illustrations

Figures

Figure 1 : Localisation du site d'étude (source : Géoportail 2015)	8
Figure 2 : Plan d'impact du sol	9
Figure 3 : zone d'excavation initiale.....	10
Figure 4 : méthodologie préconisée par ICF environnement	11
Figure 5 : plan de localisation des mailles caractérisées.....	15
Figure 6 : Zones d'excavations réelles 2015-2016	17
Figure 7 : système de neutralisation des odeurs (spraystream trolley 20).....	19
Figure 8 : paroi de fouille nord de la zone B	20
Figure 9 : caisse-palette étanche pour le stockage de fûts de produits chimique avant transport.....	22
Figure 10 : localisation des prélèvements composites en fonds de fouilles.....	22
Figure 11 : zone de stockage des deux lots de terres à évacuer.....	25
Figure 12 : plan de localisation des piézomètres et des puits privés.....	28
Figure 13 : Évolution des niveaux d'eau IGN 69.....	29
Figure 14: carte piézométrique du 28/05/2015.....	30
Figure 15 : carte piézométrique du 03/11/2015.....	30
Figure 16 : évolution des BTEX-CAV dans les eaux souterraines	99
Figure 17: évolution des HAP dans les eaux souterraines	99
Figure 18: évolution des COHV dans les eaux souterraines.....	100
Figure 19: évolution des HCT dans les eaux souterraines.....	100

Tableaux

Tableau 1 : répartition des échantillons.....	12
Tableau 2 : qualité chimique des échantillons.....	13
Tableau 3 : résultats d'analyses en fond de fouille du massif de déchets pour les principaux paramètres	23
Tableau 4 : synthèse des évacuations de terres sur le site	32
Tableau 5 : synthèse des évacuations de déchets sur le site	32
Tableau 6 : évolution de la qualité des eaux souterraines entre la campagne de mai 2015 et novembre 2015	101

Photographie

Photographie 1 : implantation du maillage.....	48
Photographie 2: exemple sur la maille B6.....	48
Photographie 3: Maille A2_1.....	49
Photographie 4: Maille A2_2.....	49
Photographie 5: Maille A3_1.....	49
Photographie 6 : Maille A3_1.....	50
Photographie 7 : Maille B3_2.....	50
Photographie 8 : Maille A4_2.....	51
Photographie 9 : Maille A6_2.....	51
Photographie 10 : Maille A7.....	52
Photographie 11 : Maille A8_1.....	52
Photographie 12 : Maille B10_1.....	53
Photographie 13 : Maille B13_2.....	53
Photographie 14 : début de l'excavation - partie haute du massif de déchets.....	54
Photographie 15: fond d'excavation de la zone B - front de la zone A	54
Photographie 16 : excavation de la zone C - hors parcelle Zd120	55
Photographie 17 : front d'excavation et tracto-benne	55
Photographie 18 : chargement du tracto-benne par maille de même catégorie	56
Photographie 19: déplacement des terres excavées par tracto-benne.....	56



Photographie 20 : stockage des emballages plastiques souillés dans les bennes	57
Photographie 21 : système de brumisation et de neutralisation des odeurs	57
Photographie 22 : aspersion de produit fixateur d'odeur pour un stockage prolongé	58
Photographie 23 : stockage temporaire de tas en vue des opérations de tri	58
Photographie 24 : exemple de suintement observé lors de l'excavation de la zone SC	59
Photographie 25 : fût métallique et son plastique	59
Photographie 26 : fût métallique percé avec suintement de produits	60
Photographie 27 : autre exemple de fût métallique percé avec suintement de produits	60
Photographie 28 : fût métallique partiellement enterré avant extraction	61
Photographie 29 : vu de l'ensemble excavé de la zone SC	61
Photographie 30 : bouteilles en verre avec écoulement de produits chimiques	62
Photographie 31 : récupération des déchets à la pince multidirectionnelle	62
Photographie 32 : stockage des déchets retrouvés en zone SC	63
Photographie 33 : tri des déchets à la pince mécanique	64
Photographie 34 : opération de pré-tri au godet dépaveur et de tri à la pince mécanique multidirectionnelle .	64
Photographie 35 : sur la droite : stock de plastiques résultant du tri manuel	65
Photographie 36 : tri à l'avancement avec godet dépaveur	65
Photographie 37 : tri des matériaux avant évacuation - emballages plastiques souillés	66
Photographie 38 : tri des matériaux avant évacuation - ferraille	66
Photographie 39 : tri des matériaux avant évacuation - tuyaux caoutchouc	67
Photographie 40 : tri des matériaux avant évacuation - bois	67
Photographie 41 : tri des matériaux - fûts plastiques en cours de tri	68
Photographie 42 : remblaiement de la zone C avec des terres propres	69
Photographie 43 : remblaiement de la zone A avec des terres propres	69
Photographie 44 : évacuation des bennes d'emballages plastiques souillés	70
Photographie 45 : état du site en décembre 2015	70
Photographie 46 : préparation de la route d'accès pour semi-remorque - raclage de la terre humide	71
Photographie 47 : préparation de la route d'accès pour semi-remorque - installation d'un géotextile	71
Photographie 48 : problème de circulation de semi-remorques chargées (roue dans une ornière)	72
Photographie 49 : problème d'enlèvement de la pelle	72
Photographie 50 : état du site le 16/12/2015 après circulation de la pelle durant 3 jours	73
Photographie 51 : transfert des terres du site au chargeur sur chenille	73
Photographie 52 : ornière dans la rampe d'accès due au passage répété des semi-remorques	74
Photographie 53 : Mise en place de cailloutis calcaire pour permettre la circulation sur la rampe d'accès	74
Photographie 54 : chargement des camions au chargeur sur chenille	75
Photographie 55 : chargement des camions à la pelle 21 tonnes	75
Photographie 56 : fermeture des zones de circulation à l'aide du godet de la pelle	76
Photographie 57 : intégralité des terres évacués le 03/06/2016	76

1 CONTEXTE INITIAL

1.1 Localisation du site

La parcelle ZD120 (anciennement A874) (en rouge sur la Figure 1) se trouve à proximité de l'usine Minakem (en bleu) au sud de la ville de Beuvry-la-forêt, dans le département du Nord (59).

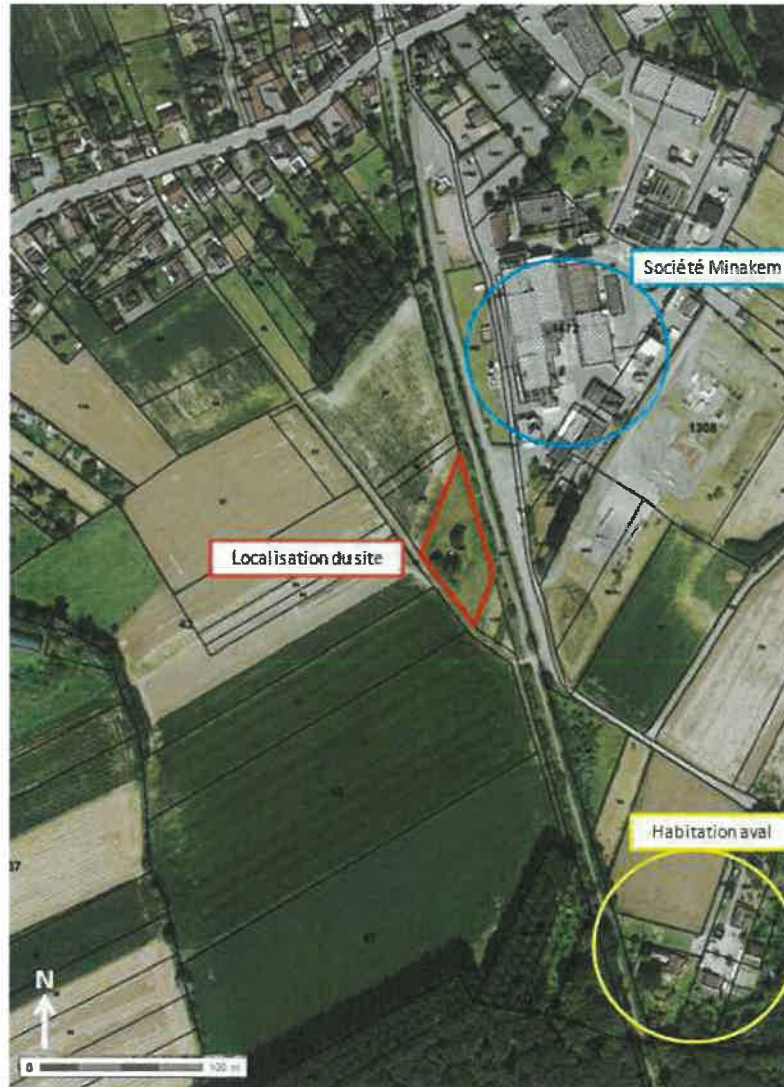


Figure 1 : Localisation du site d'étude (source : Géoportail 2015)

1.2 Problématique du site

Les investigations menées sur le site ont montré une contamination importante dans les sols de la zone non saturée et de la zone saturée, avec une problématique concernant majoritairement les COHV. Des impacts importants en hydrocarbures et composés aromatiques ont également été relevés. Ces impacts semblent notamment liés au massif de déchets de surface situés sur la partie Sud du site (partie hors sols du massif déchets en pointillés sur la Figure 2 ci-dessous), mais sont aussi présents autour du sondage SC, ou la présence de déchets solide n'avait jamais été identifié avant les travaux de l'été 2015.

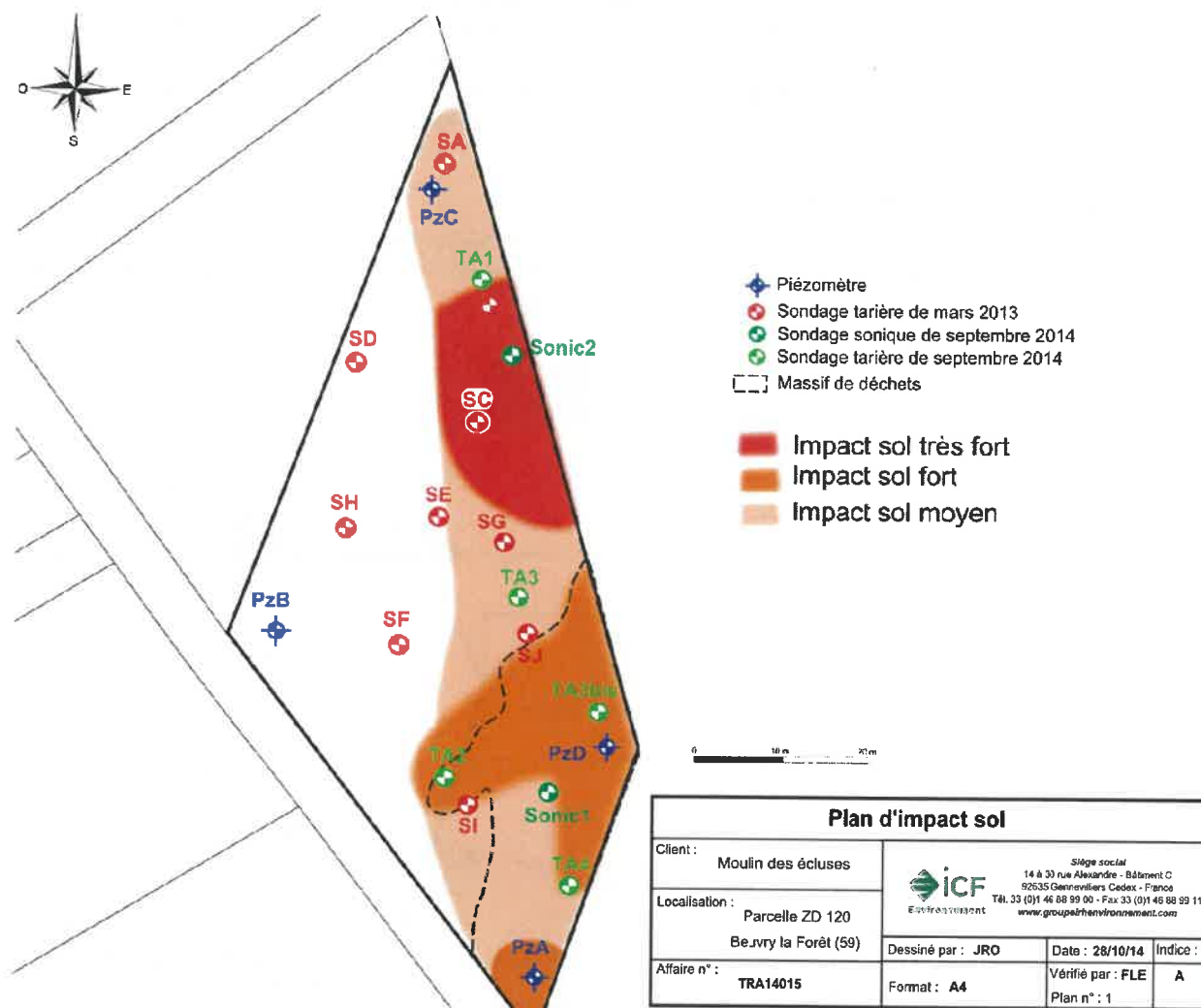


Figure 2 : Plan d'impact du sol

Conformément à l'arrêté préfectoral de 2012, un suivi de de la qualité des eaux souterraines ainsi qu'un plan de gestion ont été réalisés par ICF Environnement.

Le plan de gestion a préconisé les mesures suivantes :

- L'implantation d'une barrière perméable réactive afin de traiter le flux d'eau souterraine impactée s'écoulant hors de la parcelle.
- L'excavation partielle du massif de déchets présents sur le site, mesures présentées dans la suite de ce rapport.

1.3 Géologie et hydrogéologie

Le sous-sol du site se compose depuis la surface de :

- Couches de limons superficiels sur 1 mètre d'épaisseur, qui sont des formations récentes peu perméables qui proviennent de l'altération des couches plus profondes ;
- Sables d'Ostricourt sur une épaisseur de moyenne 29 mètres et qui se décompose en :
 - « Sables de Grandglise » (Landénien marin) entre 1 et 8m de profondeur, matériel sableux à grains fins bien calibrés, brun-vert, riche en glauconie ;
 - « Sables du Quesnoy » (Landénien continental) entre 8 et 30 m de profondeur, matériel sableux à grains fins avec présence de silt, gris clair à foncé ;
- Argiles de Louvil sur une épaisseur d'une dizaine de mètres, qui constituent une assise imperméable
- Craie Séno-Turonienne, dont l'aquifère captif débute à environ 40m de profondeur.

1.4 Zone d'excavation initiale

La Figure 3 présente l'implantation de la zone d'excavation initialement prévue, ainsi qu'une projection des épaisseurs à excaver. Le massif de déchets est présenté en grisée, avec une partie hors-sol et une partie enfouie.

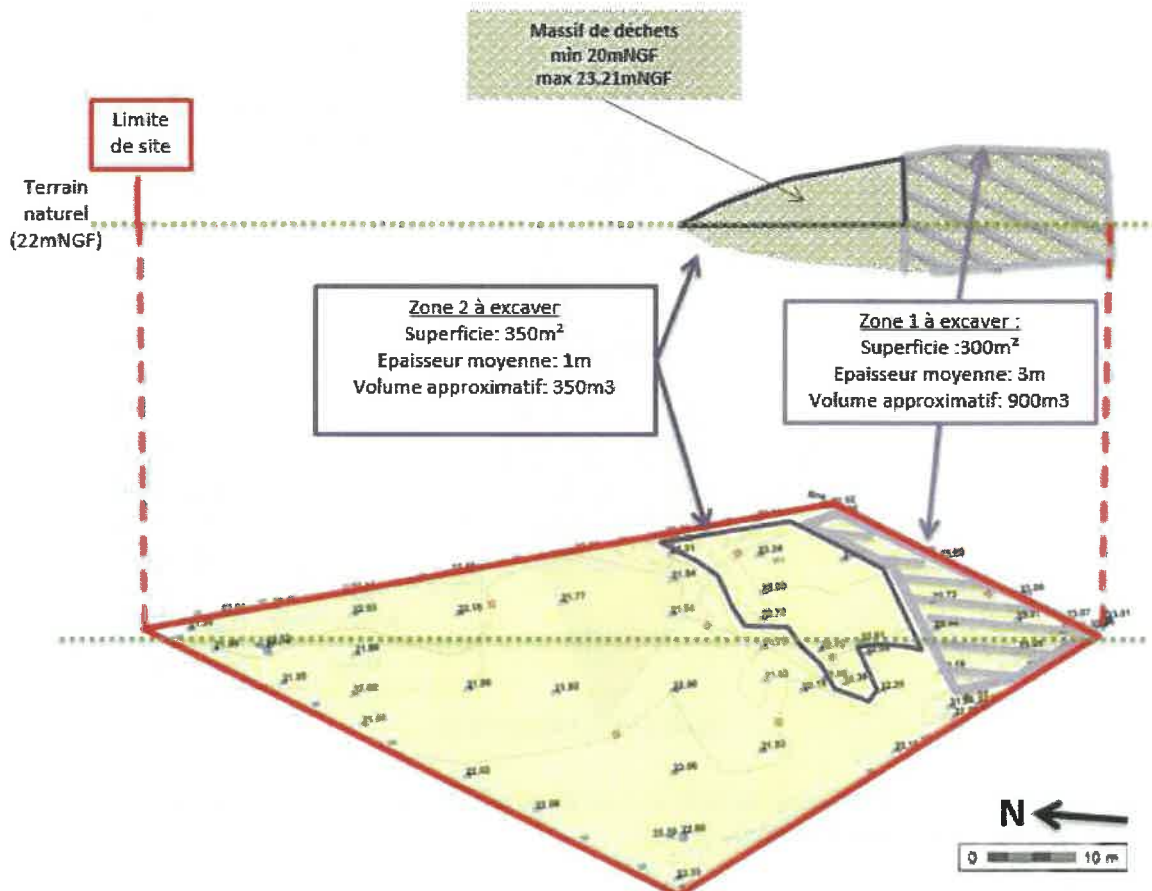


Figure 3 : zone d'excavation initiale

Au cours des travaux, les zones excavées ont été modifiées pour s'adapter aux découvertes observées lors des terrassements. Le détail de ces modifications est présenté dans la partie 2 page 12 du document.

Les travaux d'excavations ont été divisés en différentes étapes qui sont présentées dans la Figure 4 ci-après¹.

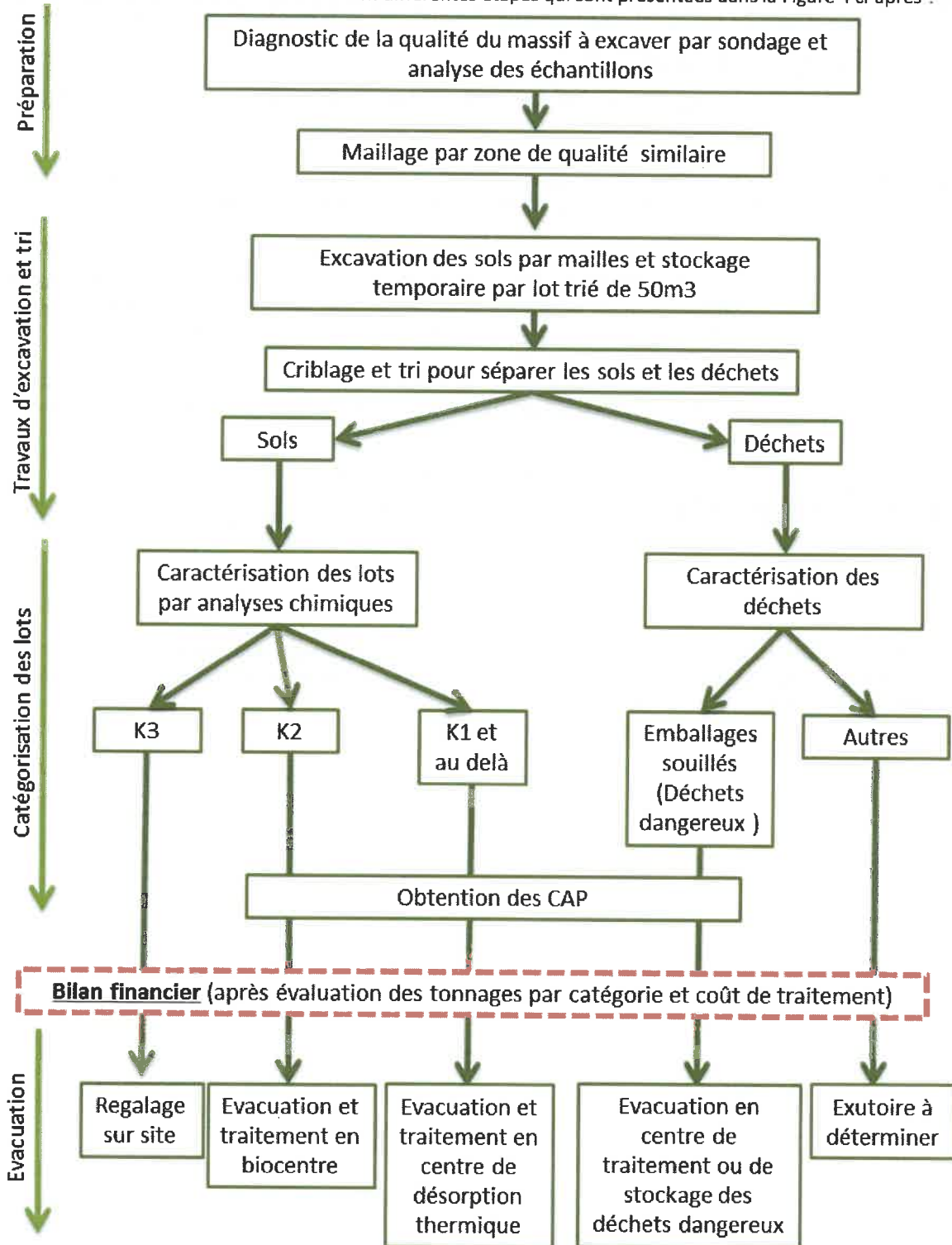


Figure 4 : méthodologie préconisée par ICF environnement

¹ Dans la Figure 4, la classe indiquée K3 respecte les seuils d'acceptations ISDI définis par l'Arrêté du 12 décembre 2014. Les classes K2 et K1, définis suivant la Charte qualité du métier stockage des déchets (FNADE) - Annexe 2, sont évacuer respectivement en ISDND et ISDD.

2 RECAPITULATIF DES TRAVAUX DE L'ETE 2015

2.1 SONDAGES A LA PELLE

Avant l'excavation prévue du massif de déchets, ICF environnement a réalisé des sondages à la pelle au droit de celui-ci afin de le caractériser plus finement.

Ces sondages ont été effectués les journées du 31/07/2015 et 03/08/2015 à l'aide d'une pelle mécanique 5t par la société AD CACHERA sous la direction constante d'un ingénieur ICF environnement.

Un total de 28 mailles a été défini, représentant chacune un volume d'environ 50 m³. Entre 1 et 3 sondages ont été réalisés dans ces mailles jusqu'à atteindre un sol exempt de déchets, soit à une profondeur maximale de 2,5m. Des échantillons composites ont été prélevés pour définir la qualité chimique du sol au droit de celui-ci. Quelques échantillons ponctuels ont été prélevés en cas de présence de substances suspectes.

Le suivi des sondages et des prélèvements de sols est présenté en Annexe VI. Les résultats analytiques sont présentés en Annexe VII. Le Tableau 1 ci-dessous présente la répartition des 57 échantillons en fonction de la profondeur.

Tableau 1 : répartition des échantillons

	Composite	Ponctuelle
0-1m	23	7
1-2m	18	-
2-2.5m	9	-

Le Tableau 2 ci-dessous présente les résultats des sondages de caractérisation du terrain. Pour chaque maille, sont indiqués : la qualité des terrains (K0, K1, K2 ou K3), le type de prélèvement (ponctuel / composite), la profondeur et la mesure PID associée.

Tableau 2 : qualité chimique des échantillons

	Classe	Type	Prof debut	Prof fin	PID (ppmV)
A1_1	K2	COMP.	0	1	351
A1_2	K2	PONCT.		1	1,5
A1_3	K2	COMP.	0	1	2,3
A2_1	K3	COMP.	0	1	150
A2_2	K3	PONCT.		1	0
A2_3	K3	COMP.	0	1	0,5
A2_4	K1	PONCT.		1	326
A3_1	K2	COMP.	0	1	123,6
A3_2	K1	COMP.	0	1	15
A4_1	K0	COMP.	0	1	829
A4_2	K0	PONCT.		1	-
A4_3	K3	COMP.	0	1	2,4
A5_1	K2	COMP.	0	1	0,5
A5_2	K2	COMP.	0	1	1,5
A5_3	K2	PONCT.		1	-
A6_1	K3	COMP.	0	1	0
A6_2	K1	PONCT.	0,9	1	25,6
A6_3	K2	COMP.	0	1	10
A7_1	K0	COMP.	0	1	90,3
A7_2	K0	COMP.	0	1	112
A8_1	K2	COMP.	0	1	14,8
A8_2	K2	COMP.	0	1	1,8
B1_1	K3	COMP.	1	2	115
B2_1	K0	COMP.	1	2	1095
B2_2	K1	PONCT.	2	2,5	2893
B3_1	K2	COMP.	0	1	48
B3_2	K2	COMP.	1	2	256
B3_3	K0	COMP.	2	2,5	1280
B4_1	K2	COMP.	0	1	16
B4_2	K1	COMP.	1	2	314
B4_3	K0	COMP.	2	2,5	2543

B5_1	K1	COMP.	0	1	7,5
B5_2	K0	COMP.	1	2	600
B5_3	K0	COMP.	2	2,5	1025
B6_1	K2	COMP.	0	1	5
B6_2	K0	COMP.	1	2	383
B7_1	K0	COMP.	1	2	123
B7_2	K0	COMP.	2	2,5	862
B8_1	K0	COMP.	1	2	135
B9_1	K1	COMP.	1	2	142
B10_1	K2	COMP.	1	2	436
B11_1	K3	COMP.	1	2	148
B12_1	K1	COMP.	0	1	85
B12_2	K1	COMP.	1	2	159
B13_1	K2	COMP.	0	1	25
B13_2	K1	COMP.	1	2	90
B14_1	K2	COMP.	0	1	5,6
B14_2	K1	COMP.	1	2	58
B14_3	K2	COMP.	2	2,5	65
B16_1	K1	COMP.	0	1	5,6
B16_2	K3	COMP.	1	2	313
B16_3	K0	COMP.	2	2,5	2960
B17_1	K1	COMP.	1	2	43,9
B17_2	K2	COMP.	2	2,5	359
B18_1	K2	COMP.	1	2	5,9
B19	K3	COMP.	2	2,5	15,6
B20	K3	COMP.	2	2,5	0

Total	
K0	14
K1	13
K2	20
K3	10

Les échantillons dont la classe indiquée est K3, que l'on peut aussi appeler ISDI, ne présentent pas de paramètres dépassant le seuil d'acceptation en Installation de Stockage de Déchets Inertes définis par l'Arrêté du 12 décembre 2014², et sont donc considérés comme terres inertes.

Les classes K2 et K1 ont été définis suivant la *Charte qualité du métier stockage des déchets (FNADE) - Annexe 2*, et correspondent respectivement aux catégories ISDND et ISDD. La classe K0 indique que les échantillons dépassent les valeurs-limites de la classe K1.

² Arrêté du 12 décembre 2014 relatif aux conditions d'admission des déchets inertes dans les installations relevant des rubriques 2515, 2516, 2517 et dans les installations de stockage de déchets inertes relevant de la rubrique 2760 de la nomenclature des installations classées.

Les échantillons présentant les classes K2, K1 et K0 ne sont pas admissibles en Installation de Stockage de Déchets Inertes et devront être envoyés vers un exutoire adapté.

Le plan de maillage avec la caractérisation des mailles en fonction de leur profondeur dans 3 plans différents est présenté en Annexe VIII et sur la Figure 5 ci-après.

Les sondages ont permis une observation en profondeur de la nature du massif de déchets. Il a alors été constaté la présence d'une quantité très importante de déchets de tous types dans le sol, avec en majorité :

- Emballages plastiques de produits chimiques souillés,
- Bidons de plastiques contenant des liquides pour certains,
- Tuyaux de caoutchouc,
- Ferrailles...

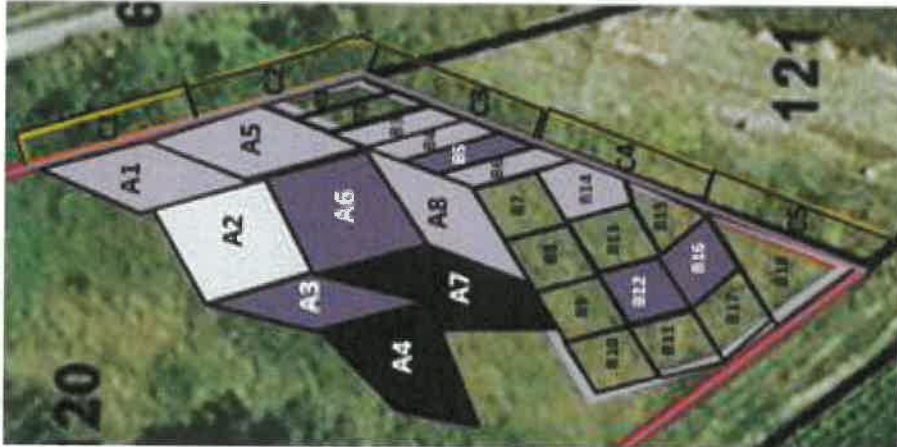
Le reportage photographique de l'Annexe X présente l'allure du massif de déchets.

En conclusion, la campagne de sondages préliminaires a permis à ICF environnement d'identifier la qualité chimique des sols du massif de déchets et de mieux appréhender la nature des déchets et leur profondeur d'enfouissement. Les terres inertes (issues des mailles catégorisées K3) pourront, une fois purgées de leurs déchets, être réutilisées sur le site comme terres de remblaiement de l'excavation. Ce volume n'étant toutefois pas suffisant pour combler l'intégralité de l'excavation, un remblaiement à l'aide de terres propres extérieures au site a été prévu à ce stade.

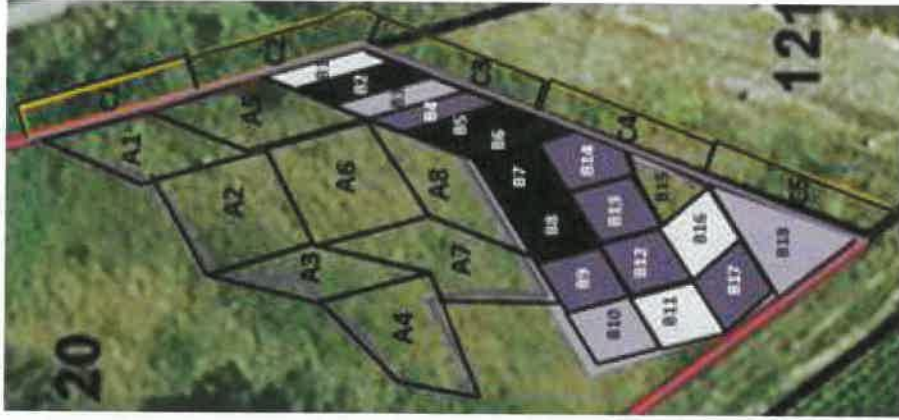
Les terres non inertes seront stockées sur le site pour être purgées de leurs déchets, puis envoyées vers un exutoire adapté à leur profil de contamination.

Tri, excavation et évacuation du massif de déchets - Rapport final

Entre 0 et 1m de profondeur
depuis la surface.



Entre 1 et 2m de profondeur
depuis la surface.



Entre 2 et 2.5m de profondeur
depuis la surface.

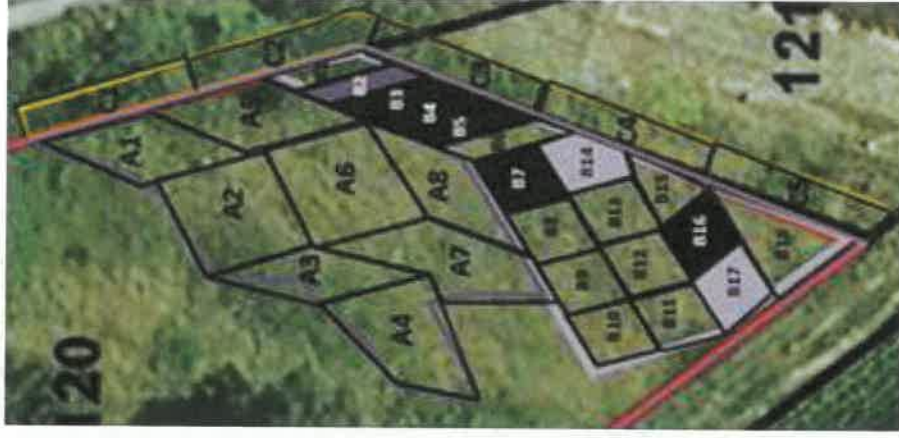
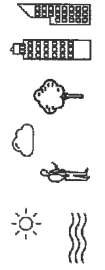


Figure 5 : plan de localisation des mailles caractérisées



2.2 OPERATIONS D'EXCAVATIONS ET DE TRI [C321a]

Les sondages préliminaires ont permis de constater la présence de nombreux déchets variés entourés de terres polluées. En l'état, l'importante quantité de déchets présents en mélange avec les terres ne permet pas de procéder à une évacuation vers des exutoires classiques.

Les opérations d'excavations se sont déroulées sous la supervision d'*ICF environnement* entre le 12/08/2015 et le 24/09/2015. En parallèle, des opérations de tri mécanique et manuels des déchets ont été effectuée entre le 13/08/2015 et le 24/09/2015.

L'ensemble de ces opérations sont commentées ci-dessous.

2.2.1 Zones d'excavations

Initialement, le massif de déchets était divisé en trois zones :

- **La zone B** : en amont hydraulique de la future Barrière Perméable Réactive, où été prévu le retrait des déchets jusqu'au niveau du terrain naturel avoisinant, laissant une partie du massif de déchets en place ;
- **La Zone A** : en aval hydraulique de la future Barrière Perméable Réactive au droit de la parcelle ZD120, où était prévue l'extraction de l'intégralité des déchets présents sur 3m d'épaisseur ;
- **La zone C** : En aval hydraulique de la future Barrière Perméable Réactive en dehors des limites administratives de la parcelle ZD120, où était prévue l'extraction de l'intégralité des déchets présents et l'ajout de terre propre afin de modifier le profil du terrain dans la continuité du terrain naturel.

Cependant, du fait de la quantité de déchets retrouvés sur le site, le Maître d'Ouvrage a fait procéder à l'excavation de l'intégralité du massif de déchets, y compris en zone B. De plus, la zone A a été prolongée vers le nord au-delà des limites initiales du massif de déchets.

D'autre part, une investigation aux abords du sondage SC a permis de constater la présence de fûts de produits chimiques enterrés. Il a donc été décidé d'excaver une quatrième zone :

- **La zone SC** est située dans la partie nord-est de la parcelle ZD120 entre le sondage SA et le sondage SG. Des investigations jusque 3m de profondeur pour permettre l'extraction d'autres déchets ont été effectuées.

L'extension de zones d'excavation finales est présentée en Annexe IX et sur la Figure 6 ci-après.



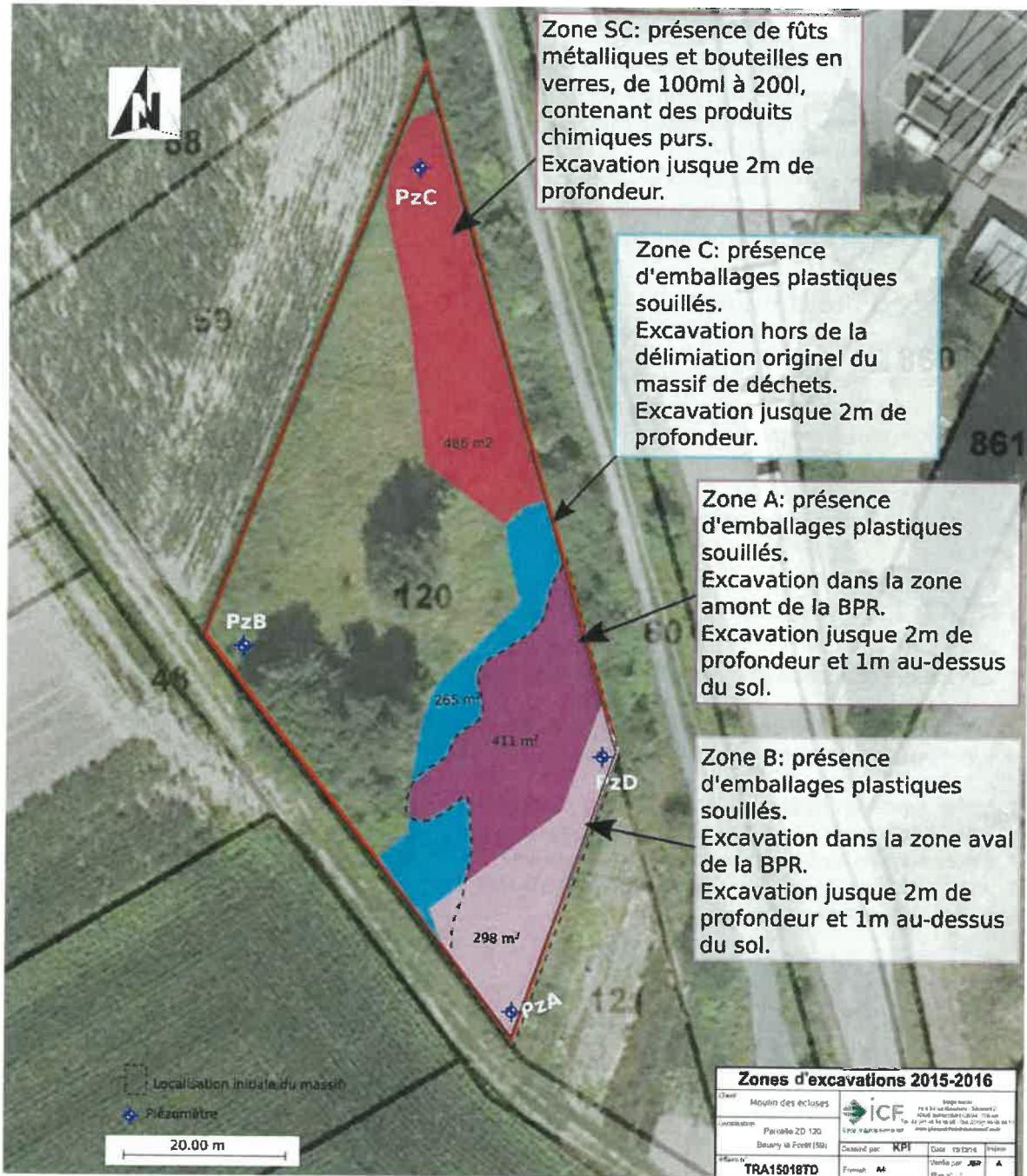


Figure 6 : Zones d'excavations réelles 2015-2016



2.2.3 Moyens en place

Les différents travaux menés entre le 12/08/2015 et le 09/10/2015 ont nécessité l'utilisation de :

- 1 pelle mécanique de 21 tonnes équipée d'un godet de curage ;
- 1 pelle mécanique de 21 tonnes équipée d'une pince multidirectionnelle ;
- 1 tracto-benne de 15m³ ;
- 1 citerne pour l'alimentation en eau ;
- 1 brumisateur avec produits neutralisateurs d'odeurs ;
- 2 bennes de 30 m³ en rotation régulière.

2.2.4 Sécurité et hygiène

2.2.4.1 Base-vie

Une base-vie a été installée durant l'ensemble du chantier et posséder :

- Un vestiaire pour limiter le transfert de terres potentiellement souillées hors du site
- Un espace sanitaire
- Un espace lave-main
- Un réfectoire
- Une réserve d'eau 1m³ réapprovisionnable

2.2.4.2 Equipements de protection collectifs et réduction des nuisances

Brumisation de produits pour lutter contre les nuisances olfactives

L'enfouissement prolonge des déchets a entraîné une décomposition partielle de ceux-ci générant de fortes nuisances olfactives. De plus, les solvants chlores ont une capacité de volatilisation importante à l'air libre.

Afin de limiter les nuisances pour des usagers du site et riverains, ICF Environnement a donc procédé lors des travaux de terrassement à une brumisation continue d'eau et de produits neutralisateur d'odeur par procédé d'encapsulation. La brumisation a aussi permis de limiter la propagation des poussières dues à l'excavation. Le produit pulvérisé a été fourni par la société WESTRAND (L'AIRHITONE A4S2 P 1%) et le pulvérisateur par la société Natural Tech.





Figure 7 : système de neutralisation des odeurs (spraystream trolley 20)

L'AIRHITONE A4S2 P est un neutralisant d'odeurs (et non pas un masquant) agissant en instantané et donnant d'excellents résultats sur les odeurs de polluants tels que les COHV.

Au total, 150 litres d'Airhitone A4S2P ont été utilisés, soit 15 m³ de mélange eau/produit pulvérisé sous forme de brume durant les 2 mois de chantier.

Réduction des nuisances olfactives des terres stockées

Afin de réduire les nuisances olfactives des terres stockées, le produit Airhitone SD P a été régulièrement arrosé sur l'ensemble des tas. La concentration en principe actif était d'environ 20%. La rémanence de l'AIRHITONE SD P est de 5 à 7 jours. Environ 150 litres de mélange ont été pulvérisés durant les 2 mois de chantiers.

Pressurisation des cabines des engins de chantiers

Les engins de chantiers étaient équipés de cabine pressurisée avec filtre.

2.2.4.3 Equipements de protections individuelles

Equipements de base d'un chantier

- Casque nominatif (2 ans maximum)
- Chaussures montantes renforcées,
- Protections auditives (coques ou bouchon d'oreille),
- Lunettes de protection (blanches ou solaires, à branche ou masque ou écran faciaux)
- Parkas réfléchissantes
- Gants de travail adaptés au contexte

Contact avec des substances dangereuses

Les intervenants susceptibles d'être en contact avec des terres souillées ou des substances dangereuses seront équipés d'une combinaison jetable et de gants de protections.

Nuisance olfactive

Chaque intervenant sera être équipé d'un masque filtrant adapté à la contamination.

Mesures de l'exposition

Un badge GABIE a été porté durant les phases de tri des déchets afin d'évaluer l'impact qu'aurait pu avoir ces travaux sans le port d'EPI adapté.

2.2.5 Excavation du massif de déchets

Les excavations ont été réalisées sur une superficie totale de 1460m² sur une profondeur maximum de 2 m dans la partie Est du site (**zones A, B, C et SC**). Le plan de localisation des excavations, indiquant leur superficie et la typologie des déchets s'y trouvant, est présenté dans la Figure 6 ci-contre et en Annexe IX.

Les opérations d'excavations de la **Zone A et B** se sont déroulées entre le 12/08/2015 et le 24/09/2015 pour une superficie respective de 411 m² et 298 m².

Initialement les excavations étaient limitées à l'extension du massif de déchets hors de la surface du sol indiqué en pointillé (**Zone A et Zone B**). Les terrassements y ont été effectués entre 1m au-dessus du sol et 2m au-dessous, jusqu'à la purge de l'intégralité des emballages plastiques souillés et autres déchets présents dans la **zone B**. Au droit de la **zone A**, le terrassement y avait été fait de manière à atteindre le niveau naturel du sol.

Au vu des observations de terrains des parois de fouilles à l'atteinte des limites d'excavations au nord de la **zone B**, voir Figure 8 ci-dessous, il a été choisi de prolonger la purge sur l'intégrale du massif de déchets.



Figure 8 : paroi de fouille nord de la zone B

Les travaux de terrassement se sont donc poursuivis en **Zone A**, avec des excavations entre 1m au-dessus du sol et 2 au-dessous, jusqu'à la purge de l'intégralité des emballages plastiques souillés et autres déchets présents dans cette zone.

Ces excavations ont été effectuées jusqu'à atteindre un sol sans déchets visibles, à savoir à une profondeur maximale de 2m sous le niveau du terrain naturel.

La purge des déchets a été poursuivie en dehors de l'extension initiale du massif de déchets, dans la **zone C**, et ont été arrêté à l'atteinte de paroi de fouille ne présentant plus de déchets. Elles ont été exécutées entre le 19/08/2015 et le 20/08/2015, pour une superficie de 265m², réalisée jusque 2m de profondeur.

D'autre part, un sondage de reconnaissance a permis de constater que les déchets avaient aussi été enfouis en dehors des limites du massif de déchets. Des excavations ont été réalisées dans la **zone SC** jusque 2m de profondeur à l'atteinte de la nappe. Les sols ont été purgés de la présence de fûts métalliques et bouteilles en verre, contenant pour certains des produits chimiques purs. Les opérations d'excavations de la **Zone SC** se sont déroulées entre le 20/08/2015 et le 24/09/2015 sur une superficie de 486m².

2.2.7 Tri des matériaux issus du massif de déchets

Le massif de déchets contenait un mélange de terre souillée et de déchets (majoritairement d'emballages souillés). Il était essentiel de pouvoir dissocier ces deux catégories afin de favoriser leur acceptation dans les exutoires prévus. Pour cela, deux techniques ont été mises en place sur le chantier :

- Tri à l'aide d'une pince mécanique multidirectionnelle montée sur une pelle 21 tonnes ;
- Tri manuel par des opérateurs.

Les opérations de tri à la pince mécanique multidirectionnelle se sont déroulées entre le 13/08/2015 et le 08/09/2015.

Les opérations de tri manuel ont débuté le 14/08/2015 et se sont achevés le 08/09/2015.

Les opérations de tri à l'avancement dans la zone A sous le niveau du sol se sont faites entre le 09/09/2015 et le 24/09/2015.

Du fait de la nature argileuse des terres, il n'a finalement pas été possible de procéder à un criblage mécanique des terres pour en séparer les déchets.

2.2.8 Tri des déchets présents dans la zone SC

La découverte des fûts dans la zone SC a été faite le 20/08/2015.

Des excavations avec tri à l'avancement ont été effectuées sur l'ensemble de la zone SC jusqu'à une profondeur de 2m. Cette limite de profondeur est due à la présence du toit de la nappe phréatique. Cependant, les déchets semblent avoir été enfouis dans la zone non saturée uniquement.

Afin d'éviter tout risque de perforation de fûts encore remplis, des précautions particulières ont été prises lors du déblaiement de ces fûts :

- Les excavations ont été surveillés directement en pied de pelle par le personnel *ICF environnement* ;
- Les terres ont été terrassés par tranche progressive afin de repérer les indices de présences d'un fût ;
- Les fûts découverts ont été précautionneusement extrait à l'aide de la pince multidirectionnelle de la pelle ;
- Les fûts extraits ont été déposés sur une bâche étanche pour éviter toute contamination de la zone de dépôt.

Les opérations de tri à l'avancement de la zone SC ont été réalisées entre le 25/09/2015 et le 29/09/2015.

2.2.9 Séparation des différentes catégories de déchets

Une fois les terres séparées des déchets, un nouveau tri a été effectué, afin de séparer les différentes catégories de déchets avant d'être évacués vers l'incinération.

En effet, certains déchets n'étaient pas acceptés par l'incinérateur, tels que les déchets métalliques, du fait des opérations de broyage qui sont effectuées pour préparer les déchets à être incinérés.

Les déchets, issus du massif de déchets ont donc pu être séparés suivant les catégories indiquées ci-dessous :

- Emballages plastiques de produits chimiques,
- Fût de produits chimiques en fer avec ou sans son contenu,
- Bouteilles de produits chimiques en verre avec ou sans son contenu,
- Fût plastiques,
- Ferraille,
- Tuyaux de caoutchouc.



Les déchets ont été stockés dans des bennes de 30m³.

Les fûts de produits chimiques pleins ont été stockés dans des Caisse-palette de 610 litres, en polyéthylène haute densité, double paroi, côtés et fonds pleins, étanche.



Figure 9 : caisse-palette étanche pour le stockage de fûts de produits chimique avant transport

2.2.10 Réception des fonds de fouilles

2.2.10.1 Prélèvements en fond de fouille

Quatre échantillons ont été prélevés en fond de fouille le 18/08/2015, au niveau du terrain situé sous le massif de déchets. Ces composites ont été prélevés au pied de la paroi de fouille Nord de la zone B, à une profondeur d'environ 2 m. Pour réaliser chaque composites, 5 échantillons ont été prélevés à la tarière manuelle à 10 cm de profondeur sur une surface d'environ 40m². Ces analyses avaient pour objectif de déterminer la qualité des sols au droit de la zone d'excavation sur de nombreux paramètres chimiques.

Ces prélèvements ont été effectués lorsque la zone d'excavation initialement prévus a été terrassée. **Il est important de préciser que l'excavation s'est poursuivie ensuite plus en direction du nord au vu des observations de terrains, afin de récupérer l'intégralité des déchets.**

La localisation de ces prélèvements est présentée sur la Figure 10 ci-dessous.

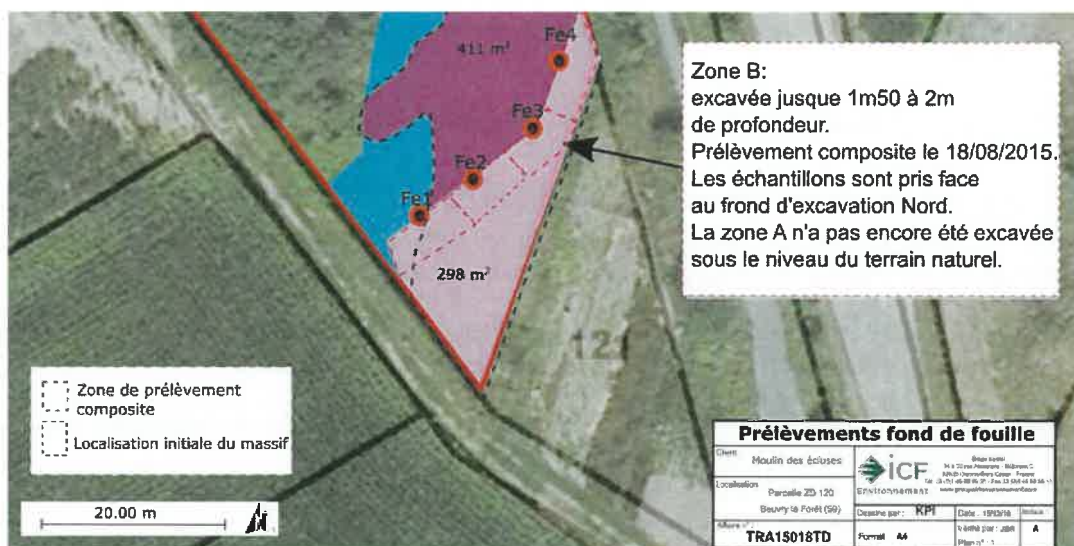


Figure 10 : localisation des prélèvements composites en fonds de fouilles

Les principaux résultats analytiques de fonds de fouille sont présentés dans le Tableau 3 ci-dessous. L'ensemble des résultats analytiques sont présentés en Annexe XVII.

Tableau 3 : résultats d'analyses en fond de fouille du massif de déchets pour les principaux paramètres

Description échantillon	FE1	FE2	FE3	FE4
Date Début	18/08/2015	19/08/2015	20/08/2015	21/08/2015
COHV (COMPOSES ORGANO HALOGENES VOLATILS)				
Somme des COHV mg/kg MS	202,55	224,54	552,46	4,79
PCE (tétrachloroéthylène) mg/kg MS	1,7	0,8	1,6	<0.05
TCE (trichloroéthylène) mg/kg MS	160	67	440	3,4
DCE (cis-1,2-dichloroéthène) mg/kg MS	40	150	100	0,93
CV (chlorure de vinyle) mg/kg MS	0,64	5,7	9,7	0,39
CAV (COMPOSES AROMATIQUES VOLATILS)				
Somme des BTEX mg/kg MS	210,98	270	140,9	66,11
HAP (HYDROCARBURES AROMATIQUES POLYCYCLIQUES)				
somme des HAP (16) µg/kg MS	111408	-	9066	-
POLYCHLOROBIPHENYLS (PCB)				
PCB 28 µg/kg MS	<20	-	<20	-
PCB 52 µg/kg MS	140	-	<20	-
PCB 101 µg/kg MS	250	-	43	-
PCB 118 µg/kg MS	190	-	40	-
PCB 138 µg/kg MS	240	-	50	-
PCB 153 µg/kg MS	150	-	35	-
PCB 180 µg/kg MS	37	-	<20	-
HYDROCARBURES TOTAUX				
Hydrocarbures Volatils C5-C10 mg/kg MS	260	850	180	94
Hydrocarbures totaux C10-C40 mg/kg MS	500	5400	2000	1600

*Les résultats plus détaillés et sur d'autres paramètres sont disponibles en annexe.

Les terres présentes sous le massif de déchets présentent des impacts significatifs en COHV, HAP (naphtalène), BTEX, et dans une moindre mesure en hydrocarbures.

Des sondages ponctuels à la pelle mécanique ont été effectués dans le fond de fouille des zones A, B et C. **Les terres sous-jacentes au massif de déchets étaient exemptes de la présence de déchets, ce qui permet d'attester l'atteinte du fond du massif de déchets, et de la purge de celui-ci.**

2.2.11 Remblaiement des fouilles

Les terres inertes (issues des mailles catégorisées K3/ISDI) purgées de leurs déchets, ont été réutilisées sur le site comme terres de remblaiement de l'excavation de la zone A et C. Ces terres correspondent au lot 3.

Un total de 370,62 tonnes de terres propres a été amené sur le site pour combler l'excavation de la zone B. Le résultat d'analyse sur le contrôle de qualité de ces terres est visible en Annexe XVIII.

L'ensemble des zones excavées (A, B et C) ont été remblayées jusqu'à atteindre le niveau du terrain naturel. Pour mémoire, les zones excavées sont présentées en Annexe IX et sur la Figure 6.



2.2.12 Aménagement du chemin d'accès

Afin de permettre la circulation de camion jusqu'au site et à l'intérieur du site, un chemin d'accès a été aménagé par empierrement.

Un géotextile a été mis en place à l'intérieur du site et 229.14 tonnes de matériaux d'empierrements ont été étalés pour réaliser l'empierrement. Ces matériaux ont été livrés sur le site le 14/08/2015 pour effectuer une partie du chemin, puis le 29/09/2015 pour le prolonger plus au cœur du site.

Un géotextile a été mis en place à l'extérieur du site et 135 tonnes de matériaux d'empierrements (calcaire de calibre 40/125) ont été étalés pour réaliser l'empierrement. Ces matériaux ont été livrés sur le site le 14/12/2015.

Lors de la seconde phase d'évacuation, des difficultés à franchir la pente de la rampe d'accès ont nécessité l'apport de 78.8 tonnes de calcaires de calibre 4/20.

Les bons de livraison de ces derniers matériaux sont présentés en Annexe XXXI.

2.2.13 Evacuation des emballages souillés

Les emballages souillés, ou déchets industriels, extraits du massif ont été stockés dans des bennes de 30 m³. Un total de 24 bennes a été rempli lors des opérations de tri.

Ces déchets industriels sont essentiellement constitués d'emballages plastiques contenant des résidus de substances dangereuses ou contaminés par de tels résidus. Selon l'annexe II de l'article R541-8 du code de l'environnement, ces emballages souillés sont codifiés 15 01 10* et sont donc considérés comme Déchets Dangereux.

Les emballages souillés doivent suivre les filières de collecte, de transport et de traitement identiques à celles des produits dont ils servaient de réceptacle. Ils doivent être traités comme des Déchets Dangereux et subir des traitements spécifiques. (Art. L.541-2 du code de l'environnement).

Le Certificat d'Acceptation Préalable et les Bordereaux de Suivi des Déchets sont présents respectivement en **Annexe XI** et **Annexe XII**.

L'évacuation des 21 bennes d'emballages souillés et 3 bennes de fûts métalliques vers SOTRENOR pour incinération s'est faite entre le 20/08/2015 et le 09/10/2015.

Un total de 219,744 tonnes d'emballages plastiques souillés a été envoyé à l'incinérateur de SOTRENOR.

2.2.14 Evacuation des terres

2.2.14.1 Stockage des sols sur sites avant évacuation

A la suite du tri, les terres séparées des déchets ont été stockées sur le site avant évacuation aux endroits indiqués sur la Figure 11 ci-contre.

Le coefficient de foisonnement correspond au ratio de volume entre terres en place et terres excavées. Il a été retenu un coefficient de 1.3, soit 30% du volume initial.

Afin de limiter la lixiviation des tas lors stockés sur le site, ceux-ci ont été recouverts par des bâches en polyane.

Deux lots différents ont été réalisés :

- Le lot 1 pour stocker les terres provenant de la zone du massif de déchets au sud du site (zone A, B et C) ;
- Le lot 2 pour stocker les terres provenant de la zone nord du site, où des fûts avaient été enterrés (zone SC) ;



- Le lot 3, non présent sur la Figure 11 ci-contre, a été stocké brièvement avant de servir de matériel remblaiement de la zone A. Il contenait les terres inertes issues du décapages superficiels du massif de déchets.

Les analyses chimiques effectuées sur ces deux lots ont montré une différence de profil géochimique. Cette séparation est nécessaire pour permettre l'évacuation vers l'exutoire adapté.

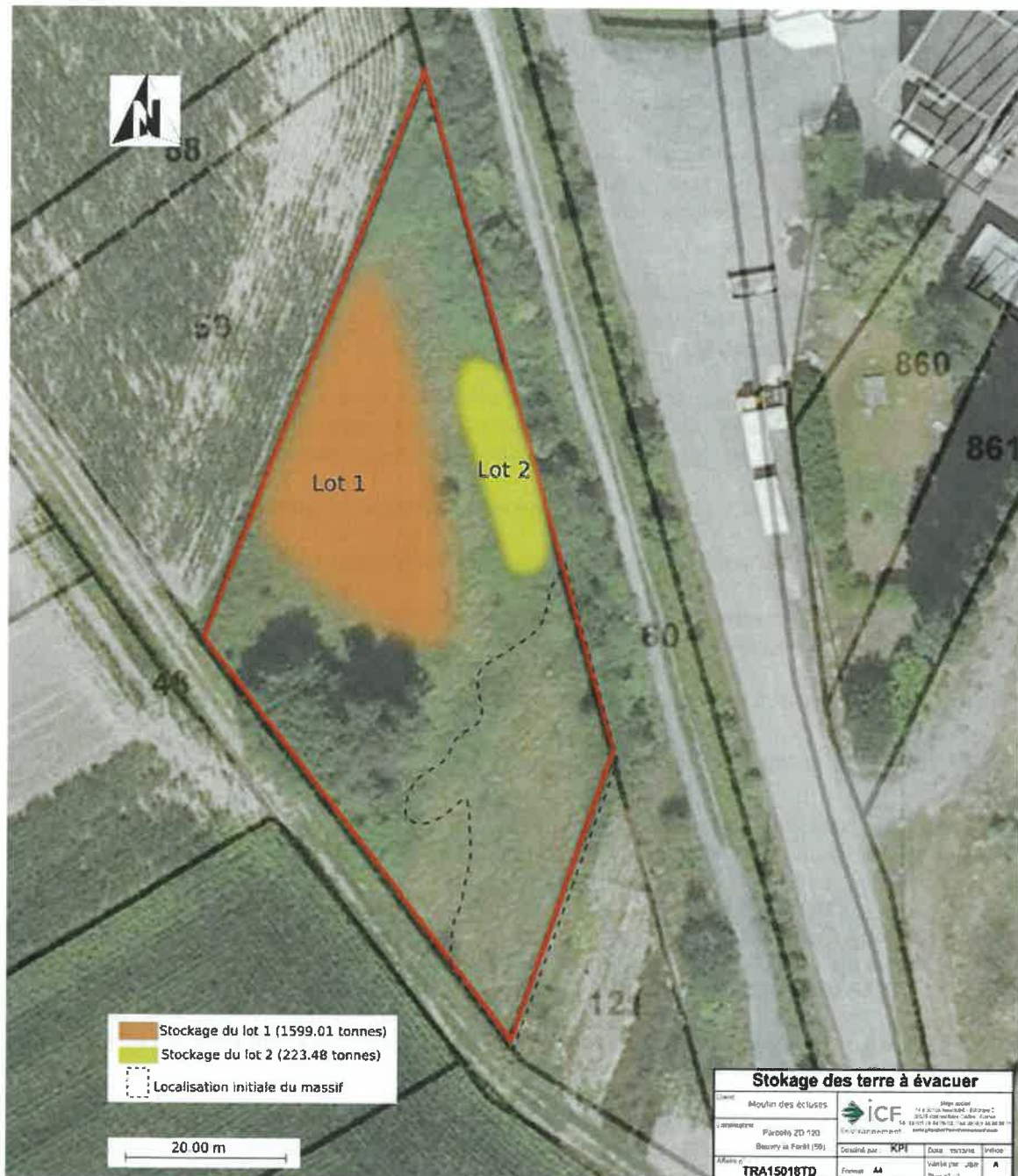


Figure 11 : zone de stockage des deux lots de terres à évacuer

2.2.14.2 Première phase d'évacuation

Des échantillons composites ont été prélevés le 24/09 et le 29/09/2015 sur les terres excavées et triées. Ces résultats sont disponibles en Annexe XIII, avec pour indications les valeurs seuils du centre de traitement SOLVALOR.

Le maître d'ouvrage a validé le bilan financier le 18/11/2015, permettant le démarrage des opérations d'évacuation.

L'envoi des résultats analytiques des composites des tas a permis l'obtention d'un Certificat d'Acceptation Préalable auprès de SOLVALOR (voir Annexe XIV) le 10/12/2015.

L'aménagement du chemin d'accès au site pour les semi-remorques a été effectué le 14/12/2015.

L'évacuation de terres contaminées par 3 semi-remorques de 30 tonnes a été réalisée le 15/12/2015 et 16/12/2015. Cependant, malgré l'aménagement du chemin d'accès, les camions ont eu de grandes difficultés à accéder au site, avec nécessité de les remorquer pour les sortir d'ornières formées, en raison de précipitations importantes.

La circulation sur le site de la pelle mécanique équipée de chenilles a été également extrêmement difficile. En effet, la forte pluviométrie des mois d'octobre, novembre et décembre a entraîné la saturation du sol du site en eau. La résistance du sol n'est, depuis, plus suffisante pour permettre la circulation d'engins de chantier.

D'autre part, à réception des terres, SOLVALOR a eu des difficultés à traiter celles-ci. Le procédé de lavage mis au point par SOLVALOR ne permet pas de traiter facilement des terres ayant une composition argileuse comme celles du site, et SOLVALOR n'était plus en mesure d'accueillir les terres contaminées.

Pour l'ensemble de ces raisons, il a été choisi d'interrompre l'évacuation des terres le 16/12/2015.

Les Bordereaux de Suivi des Déchets des 3 semi-remorques évacuées sont présents en Annexe XV.

La première phase d'évacuation a permis d'évacuer 82,94 tonnes de terres contaminées en direction du centre de traitement par lavage de Solvalor à Sotteville-Lès-Rouen.

Le site a été mis en sécurité à partir du 16/12/2015, dans l'attente de la seconde phase d'évacuation.

2.2.14.3 Seconde phase d'évacuation

La composition argileuse de sols ne permettait pas une évacuation des terres impactées vers un centre de traitement par lavage. Il a donc été nécessaire d'obtenir un Certificat d'Acceptation Préalable auprès d'autres exutoires.

Pour cela, plusieurs composites ont été effectués sur les deux lots de terres stockés sur le site avec des analyses diverses suivant le centre sélectionné. Les résultats d'analyse ont été envoyés pour obtenir l'autorisation d'évacuation vers un biocentre et vers deux centres de désorption thermique.

Les résultats d'analyses des différents composites prélevés sur les lots 1 et 2 sont présentés en Annexe XIX, Annexe XX, Annexe XXI, Annexe XXII et Annexe XXIII.

Malgré les opérations de tri, des déchets de tailles centimétriques étaient encore présents dans la matrice argileuse de terre. Dans ces conditions, les terres ne pouvaient pas être acceptées en biocentre, malgré le respect de leurs seuils d'acceptations.

Deux centres de désorption thermiques ont ainsi été retenus pour procéder aux évacuations des deux lots présents sur le site.



Le certificat d'acceptation préalable auprès de Theo Pouw pour le lot 1 a été obtenu à la date du 30/05/2016. Il est présenté en Annexe XXVIII de ce rapport.

Le certificat d'acceptation préalable auprès d'ATM pour le lot 2 a été obtenu à la date du 31/05/2016. Il est présenté en Annexe XXV de ce rapport.

La société TPW nord concassage a fournis un chargeur sur chenille et une pelle 21 tonnes entre le 01/06/2016 et le 06/06/2016.

Le chargeur sur chenille avait pour mission de transférer les terres stockées sur le site vers la plate-forme de chargement.

La pelle mécanique 21 tonne sur chenille avait pour mission de charger de manière homogène les camions.

Le transporteur Fockedeij a été retenu pour procéder au transfert des terres.

Le lot 1, en direction du centre de traitement par désorption thermique de Theo Pouw à Eemshaven en Hollande a été acheminé jusqu'à la plateforme GDE à Escaupont. GDE est un centre agréé pour le transit et le regroupement de terres pollués. Un total de 53 camions a ainsi acheminé les terres du lot 1 entre le 01/06/2016 et le 03/06/2016, pour un tonnage total de 1516.07 tonnes. Les terres du lot 1 ont ensuite transitées par péniche jusqu'à Eemshaven en Hollande pour traitement et valorisation.

Les bordereaux de suivi de déchets et les lettres de voitures sont disponibles en Annexe XXIX. Le document de mouvement pour transferts transfrontières de déchets est présenté en Annexe XXX.

Le lot 2, en direction du centre de traitement par désorption thermique de ATM à Moerdijk en Hollande a été acheminé jusqu'à la plateforme SITA à Noyelles-Godault pour estimer le tonnage transporté. Un total de 10 camions a ainsi acheminé les terres du lot 2 entre le 01/06/2016 et le 02/06/2016, pour un tonnage total de 223.48 tonnes. Les terres du lot 2 ont ensuite été expédiées jusque Moerdijk en Hollande pour traitement et valorisation.

Les bordereaux de suivi de déchets et les lettres de voitures sont disponibles en Annexe XXVI. Les tonnages mesurés à la plateforme SITA avant acheminement vers Moerdijk sont présentés en Annexe XXVII.

La seconde phase d'évacuation a permis d'évacuer 1 516,07 tonnes de terres contaminées en direction du centre de traitement par désorption thermique de Theo Pouw à Eemshaven en Hollande et 223,48 tonnes de terres contaminées en direction du centre de traitement par désorption thermique de ATM à Moerdijk en Hollande.

2.2.15 Evaluation de l'impact sur les eaux souterraines

2.2.15.1 Modification des piézomètres

Certain piézomètre de suivi de la nappe était situé au droit de la zone d'excavation. Afin de préserver l'ouvrage, les protections de têtes de puis ont été retirées à l'aide de la pince multidirectionnelle. Les excavations ont été faites autour des ouvrages, en prenant soin de préserver le tubage.

Le site a ensuite été remis à niveau avec un apport de terres propres. Les tubages ont alors été découpés pour correspondre au nouveau profilage du sol.

Les protections de puits ont été réinstallés afin que les piézomètres de suivi soit de nouveau opérationnel.

L'intervention d'un géomètre sur l'ensemble du site permettra de redéfinir l'élévation du tubage.

2.2.15.2 Suivi piézométrique



Des campagnes de mesures du niveau piézométrique et de prélèvements d'eau souterraine sont réalisées de manière semestrielle sur le site.

Le réseau de surveillance comprend 5 piézomètres en diamètre 65mm et 110mm et d'une profondeur allant de 7,4 à 10 mètres de profondeur et trois puits privé situés dans l'environnement proche du site en aval hydraulique.

La Figure 12 suivante présente le plan de localisation des piézomètres et des puits privés.



Figure 12 : plan de localisation des piézomètres et des puits privés

La Figure 13 ci-dessous montre l'évolution des niveaux de la nappe depuis début 2003.

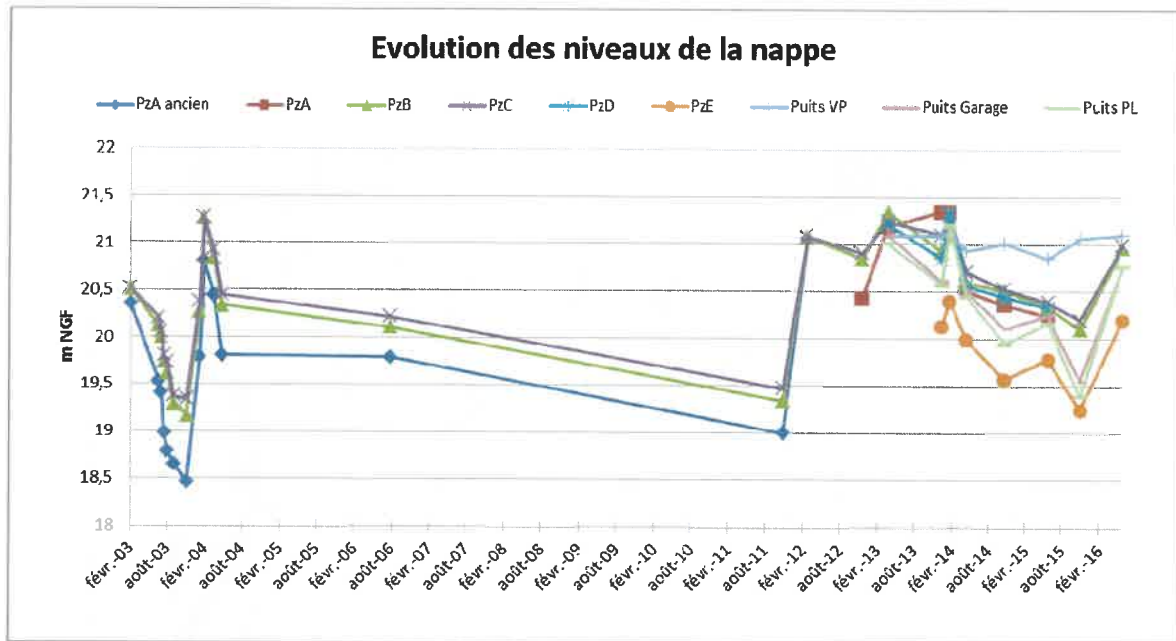


Figure 13 : Évolution des niveaux d'eau IGN 69

Les opérations d'excavations et de remblaiement sur le site se sont déroulées entre le 12/08/2015 et le 24/09/2015. En observant les données piézométriques des campagnes du 28/05/2015 et du 03/11/2015, on constate une légère baisse des niveaux correspondant aux variations naturelles de la nappe entre les périodes de hautes-eaux et basses eaux.

Les deux cartes piézométriques du 28/05/2015 et 03/11/2015 sont présentées sur la Figure 14 et Figure 15 ci-dessous.

On constate que l'intervention n'a pas modifié l'allure naturelle des écoulements au droit du site.

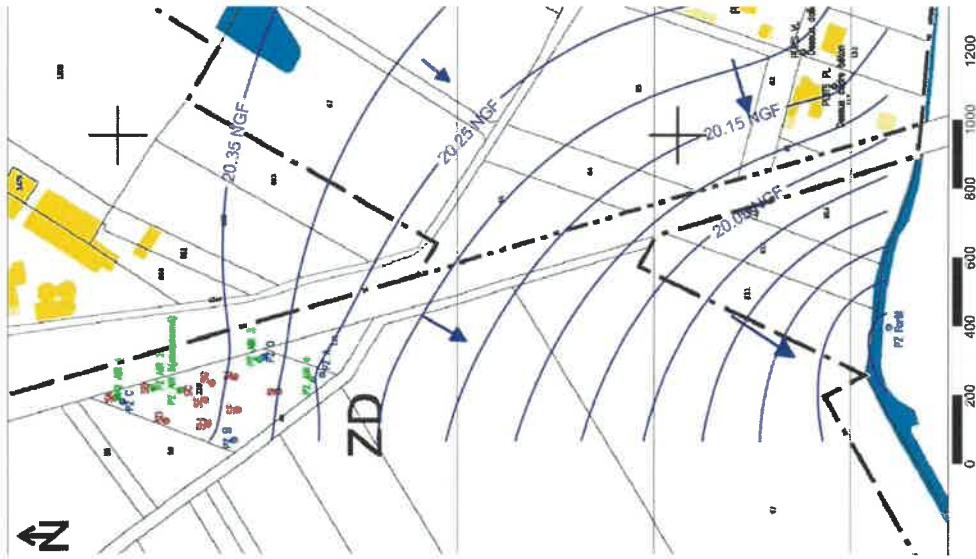


Figure 14: carte piézométrique du 28/05/2015

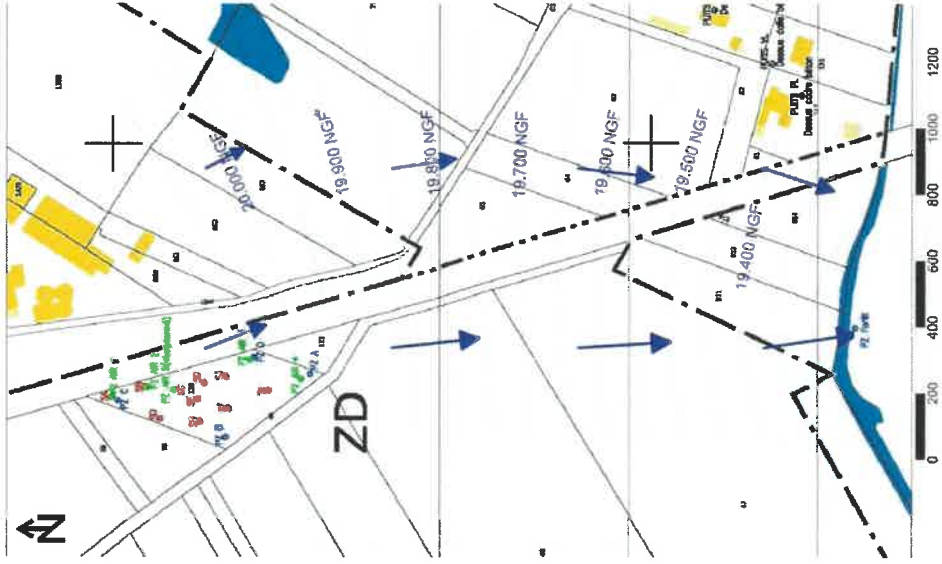


Figure 15 : carte piézométrique du 03/11/2015



2.2.15.3 Evolution de la qualité des eaux souterraines

Deux campagnes de prélèvement des eaux souterraines ont été effectuées sur le site :

- La première, le 28/05/2015, avant les sondages à la pelle et travaux d'excavation et tri,
- La seconde le 03/11/2015 après les travaux de l'été 2015.

Ces campagnes ont été réalisées dans le cadre du suivi semestriel du site. Plus de détail sont disponibles dans les rapports ARR150221E de juin 2015 et décembre 2015.

Une comparaison des résultats d'analyses chimiques des deux paramètres est présentée dans le [Tableau 6](#) en Annexe XXXII.

L'évolution des concentrations dans les eaux souterraines est présentée pour les BTEX, HAP, COHV et HCT en Annexe XXXII.

Concernant le piézomètre PzC (amont hydraulique), on constate une diminution des valeurs en BTEX, COHV, HAP et HCT.

Au droit de PzA (aval hydraulique), on observe l'augmentation des valeurs en BTEX, COHV, HAP et HCT. Cette augmentation s'intègre à un cycle de variations semestrielles observés depuis mars 2013.

Pour le piézomètre PzD (aval hydraulique), les valeurs observées après travaux restent du même ordre que celles observées précédemment.

Au droit des piézomètres PzB (amont hydraulique), PzE, Vp Puits, puits garages et Puits PL (aval hydraulique), on ne constate pas de variations remarquables. Les concentrations en BTEX, COHV, HCT et HAP sont soit inférieures soit proches de la limite de détection.

Au final, les travaux d'excavation des déchets ne semblent pas avoir provoqué d'impact supplémentaire dans les eaux souterraines. Les travaux d'excavation et l'élimination des déchets devraient permettre de réduire le transfert de pollution vers la nappe et diminuer les impacts à long terme sur les eaux souterraines.

3 Conclusions

Les travaux d'excavation, tri et d'évacuation effectués en 2015-2016 ont permis d'extraire les déchets et sols très contaminés en mélange. Les terres et déchets ont été excavés jusqu'à l'atteinte de la nappe d'eau souterraine, soit une profondeur maximale de 2 m.

Les observations en fond de fouille indiquent que le fond du massif de déchets a été atteint dans les zones A, B et C et que l'intégralité du massif de déchets a pu être purgé.

Concernant la zone SC, les fouilles se sont arrêtées à l'atteinte de la nappe d'eau souterraine à 2 m de profondeur.

Le Tableau 4 ci-dessous présente la synthèse des évacuations de terres impactées vers les différents exutoires. Au total, **1822,49 tonnes de terres impactées ont été évacués vers différents exutoires.**

Tableau 4 : synthèse des évacuations de terres sur le site

Lot de stockage	Zone d'excavation d'origines	Exutoire	Traitement	Tonnage	Date
Lot 1	Zone A, B et C	Solvalor (Sotteville-lès-Rouen, France)	Lavage	82,94	Du 15 au 16/12/2015
		Theo Pouw (Eemshaven en Hollande)	Désorption thermique	1516,07	Du 01 au 03/06/2016
Lot 2	Zone SC	ATM (Moerdijk en Hollande)	Désorption thermique	223,48	Du 01 au 02/06/2016
Lot 3	Décapage superficiel des zones A et B	Remblaiement de la zone A	/	Non mesurés	17/09/2015
TOTAL de terres évacuées				1822,49 tonnes	

Le Tableau 5 ci-dessous présente la synthèse des évacuations de déchets vers l'incinérateur Sotrenor. Au total **231,49 tonnes de déchets dangereux ont été évacués et traités hors-site par incinération.**

Tableau 5 : synthèse des évacuations de déchets sur le site

Types de déchets	Zone d'excavation d'origines	Exutoire	Traitement	Tonnage	Date
Emballages plastiques souillés	Zone A, B et C	Sotrenor (Courrières, France)		219,744	Du 20/08/2015 et le 28/09/2015
Fûts métalliques	Zone SC	Sotrenor (Courrières, France)		11,746	09/10/2015
TOTAL de déchets évacués				231,49 tonnes	

En conclusion, ces travaux d'excavation de tri et d'élimination ont permis d'éliminer les déchets responsables de la contamination du site.

