



VALGO

 Tesora

ZAC Châteaucieux :
Gestion de la pollution par désorption thermique
Thermal desorption to manage pollutions

- Contexte général
 - Dates clés, contexte réglementaire
- Travaux réalisés
 - La désorption thermique
 - Organisation des piles
- Difficultés rencontrées
- Résultats / Conclusions

A photograph of a large, teal-colored industrial storage tank. A yellow metal staircase with a railing is attached to the side of the tank, leading upwards. A light fixture is mounted on the wall above the stairs. The image has a green overlay at the bottom.

Contexte général

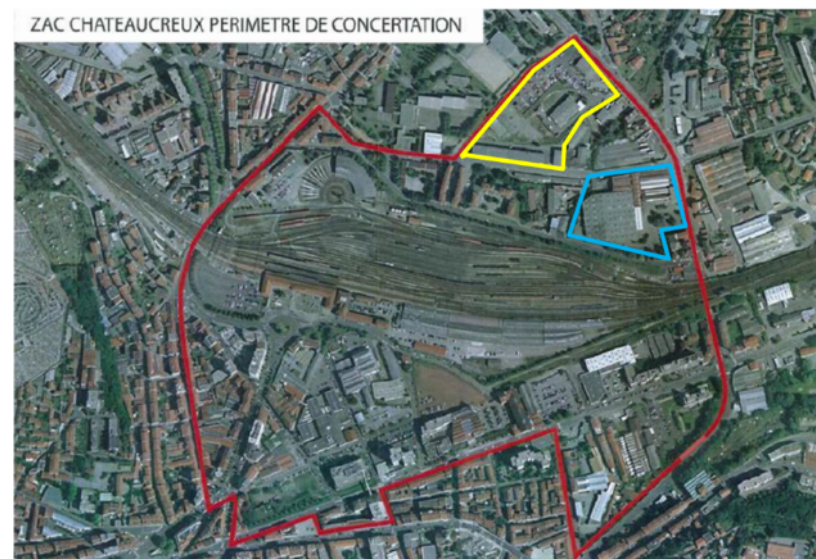
ZAC de Châteaueux : 60 ha autour de la gare de St-Etienne composée notamment d'anciens sites industriels. La **reconversion de la partie Nord de la Gare** comprend un projet ambitieux dont l'objectif est d'assurer l'ouverture de la gare et d'aménager un quartier résidentiel.

Acteurs : L'**EPORA** (Etablissement Public foncier de l'Ouest Rhône Alpes) est chargé de conduire les études techniques et pré-opérationnelles, d'acquérir, d'effectuer des travaux de proto-aménagement (déconstruction, désamiantage, dépollution) pour la cession des fonciers à l'**EPASE** (Etablissement Public d'Aménagement de Saint Etienne).

Site : Stronglight, activité industrielle de 1923 à 2013. Ancienne ICPE spécialisée dans la fabrication de pièces détachées métalliques pour cycle.

Contexte : **Aucune notification de mise à l'arrêt** de l'activité déposée en Préfecture par l'ancien exploitant. De fortes contaminations en trichlorotéhyène sont identifiées dans les sols, couplé en partie à des hydrocarbures et PCB. Acquisition du foncier en 2011 par l'EPORA.

Objectifs : Une réflexion, amorcée en 2012-2013, vise à **centraliser des solutions de traitement des terres sur une plateforme au sein de la ZAC** notamment du fait des quantités importantes de terres à traiter en provenance du site Stronglight.



— Périimètre de la ZAC

— STRONGLIGHT

— Plateforme de traitement

→ **Mutualiser les moyens économiques**

→ **Optimiser les gains environnementaux** (solution durable, diminution des envois en filières)

Solution retenue pour le traitement des terres : le PG et les essais de traitabilité en laboratoire menés par l'APAVE oriente le choix du traitement vers la **désorption thermique sur la plateforme**.

Aide à la requalification : **Participation de l'ADEME** via l'appel à projet « Opérations exemplaires de travaux de dépollution pour la reconversion des friches et sites pollués »

Contraintes :

- Garantir le minimum de contraintes pour le futur aménagements (logements et trame verte) → **atteinte de concentrations cibles faibles, certains polluants peu volatils**
- Une **localisation des pollutions** en grande partie **sur le socle rocheux induré** nécessitant le déplacement d'un **important volume de sol** et des terrassements en profondeur (6 à 8m)
- Un **environnement sensible** en cœur de ville : logements, collège, aménagement urbain en parallèle des travaux

Objectifs du contrat : Terrassement / caractérisation à l'avancement / **transfert des matériaux** impactés vers une **plateforme de traitement** située **dans le périmètre de la ZAC** pour traitement sur site/ **réemploi** des matériaux vers leur **site d'origine**

Paramètres	Concentrations cibles en sortie de traitement à garantir (en mg/kg MS)
Hydrocarbures totaux C10-C40	400 (Cible) 1000 (Impératif)
Hydrocarbures C5-C10	50 (Impératif)
Somme BTEX (Benzène, Toluène, Ethylbenzène, Xylènes)	2,5 (Cible) 6 (Impératif)
dont Benzène	0,05 (Impératif)
HAP totaux (16 EPA)	6 (Cible) 50 (Impératif)
dont naphthalène	0,05 (Cible) 1,3 (Impératif)
dont Benzo (a) Pyrène	2 (Cible)
Chloroforme	0,1 (LQ) (Impératif)
Trichloréthylène	0,1 (LQ) (Cible) 0,7 (Impératif)
Tétrachloroéthylène	0,1 (Cible) 0,5 (Impératif)
Cis-1,2-dichloroéthylène	0,3 (Cible) 0,6 (Impératif)
Trans-1,2-Dichloroéthylène	0,4 (Impératif)
Chlorure de vinyle	0,1 (LQ) (Cible) 0,3 (Impératif)
Tétrachlorure de carbone	0,2 (Impératif)
Polychlorobiphényles (somme des 7 congénères)	0,3 (Cible) 1 (Impératif)
Indice phénol sur éluât	1 (Cible)

2012-2014

- Conception du projet de réhabilitation
- Projet de plateforme et concertation avec la DREAL
- Libération du foncier par Stronglight
- Désamiantage / Démolition

2015-2016

- 1^{ère} phase de terrassement
- Aménagement de la plateforme de traitement et montage des thermo tertres 1 à 4

Phase d'arrêt d'octobre 2016 à Août 2017 : nouvelle phase de concertation

Site considéré comme étant **toujours ICPE** → l'ICPE prévaut sur la circulaire d'aménagement → **nécessité d'établir** un Dossier de Demande d'Autorisation d'Exploiter (**DDAE**) pour le traitement des terres (**déchets**) de la plateforme.

2017-2018

- Reprise des terrassement STRONGLIGHT suite au changement d'aménagement futur
- Montage des thermo tertres 5 et 6
- Non recevabilité du 1^{er} dossier DDAE (demande de classement au titre des incinérateurs, BLEVE, ...)

Phase d'arrêt de Février 2018 à octobre 2018 :

Montage d'un 2nd dossier DDAE → Dépôt → Abandon du dossier pour la réalisation d'une **procédure tier demandeur**
→ AP du tier demandeur basé sur le second dossier DDAE

Changement du mode d'alimentation des brûleurs propane vers du gaz naturel
Suivi environnemental renforcé (air ambiant, nuisance sonore, rejets atmosphériques mensuels, rejets aqueux journaliers et mensuels...)

2019-2020

- Lancement du traitement en janvier 2019
- Opération de traitement / terrassement / remblaiement / réception jusqu'en juin 2020



Le chantier, les travaux réalisés

← SOMMAIRE

Site STRONGLIGHT

Parcelle de **21 561m²**

Contaminations observées (hot spot) jusqu'à -9 m

[PCB] = 1,2 à 10 mg/kg MS

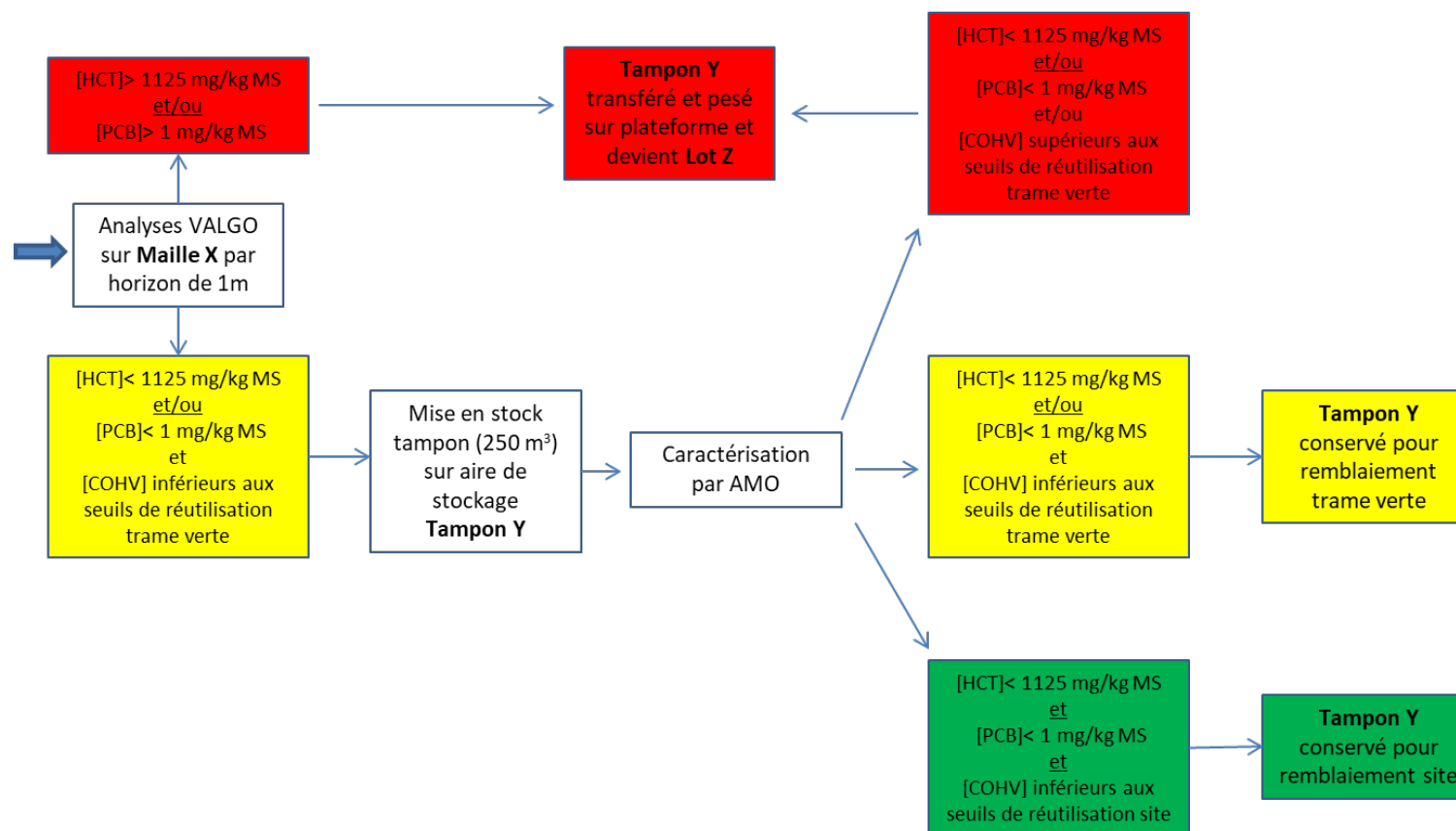
[TCE] = 6 à 450 mg/kg/MS

[HCT] = 2000 à 8600 mg/kg MS

Terrassements réalisés (2015-2019): **40 903 m³**
dont **8550 m³** sous blindages coulissants (39 casiers)

Transfert de **22 000 T** de matériaux impactés
vers la plateforme de traitement





Plateforme de traitement : Parcelle de **22 760 m²**

Aménagée pour l'accueil des matériaux impactés
Dallage de **8000 m²** avec captage des eaux de pluie

14 458 T de matériaux utilisés pour les thermo-terres 1 à 8 :



Objectifs de la désorption thermique :

Rendre un polluant peu volatil accessible au venting !
Accélérer un phénomène thermodynamiquement existant mais trop lent pour être économiquement viable

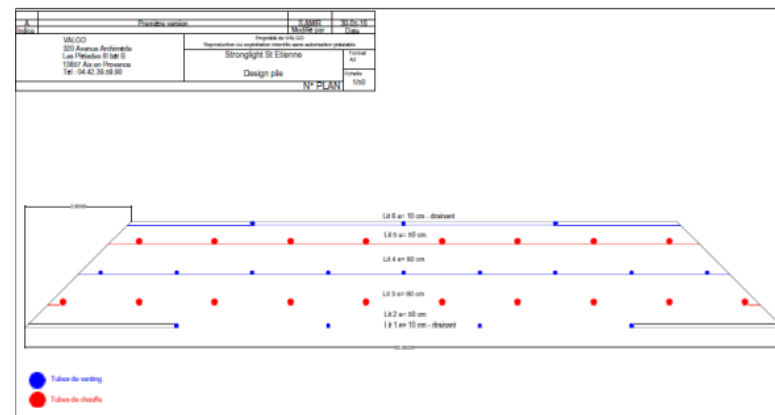
Dimensionnement réalisé par les équipes BE et labo.

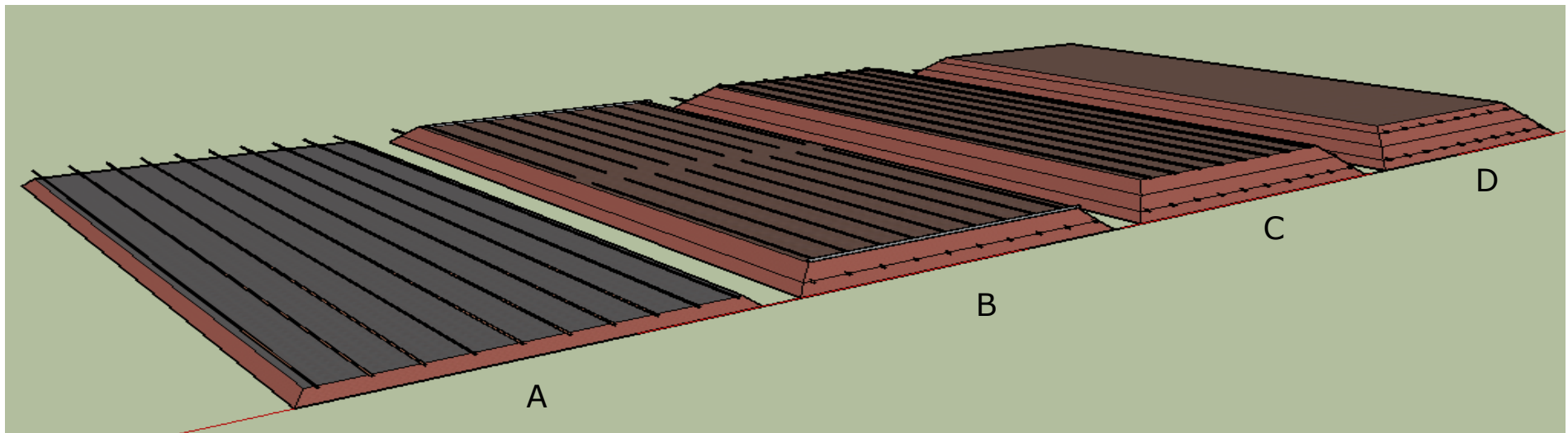
Données d'entrée:

- Nature des matériaux,
- Contaminations et concentrations
- Type de gaz utilisé,
- Puissance des bruleurs,
- Pourcentage d'humidité,
- Température moyenne ambiante



Ouvrages de 1000 m³
18 bruleurs espacés de 2 m répartis sur 2 nappes
16 aiguilles de venting/pile réparties sur 3 niveaux





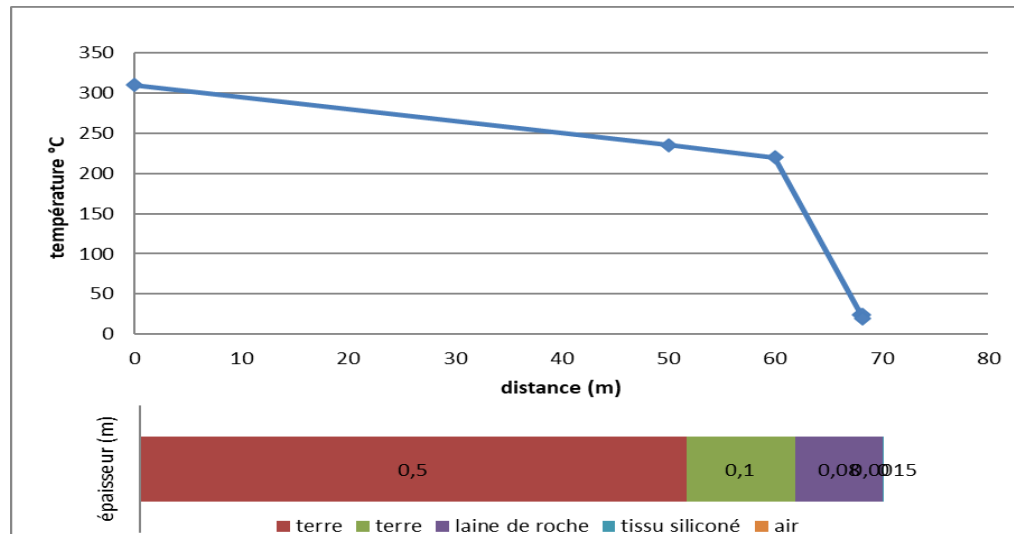
- A : Mise en place du premier lit – premier étage de chauffe
- B : Mise en place du second lit – mise en place des aiguilles de venting et du collecteur
- C : Mise en place du troisième lit – second étage de chauffe
- D : Mise en place du quatrième lit – isolation de la pile

Nécessité d'isoler l'ouvrage de l'extérieur:

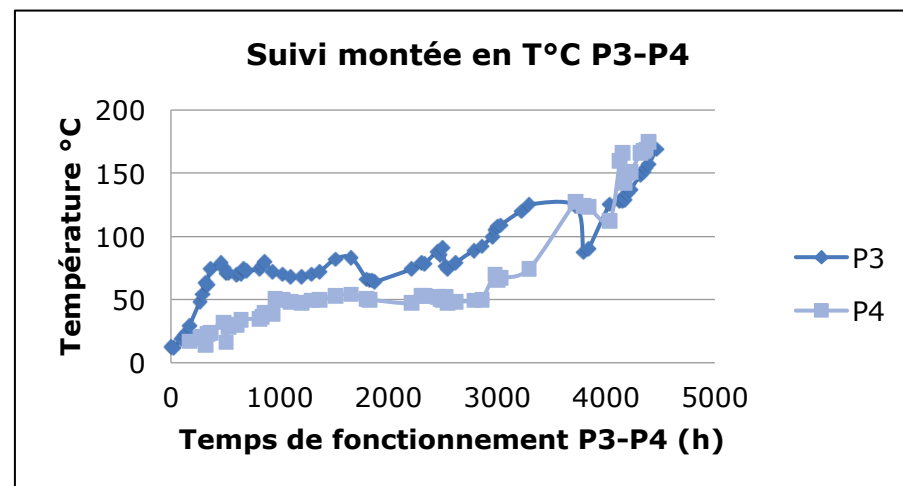
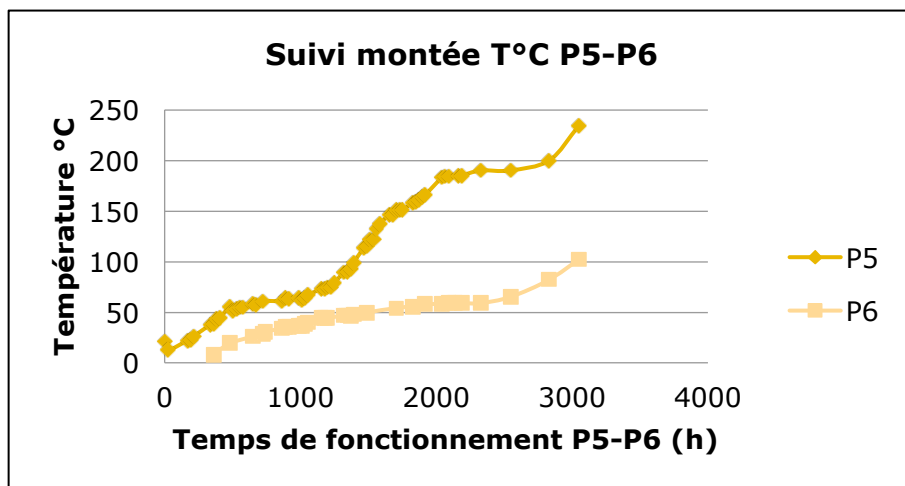
- Eviter la dissipation de la chaleur vers l'extérieur,
- Empêcher les entrées d'eau

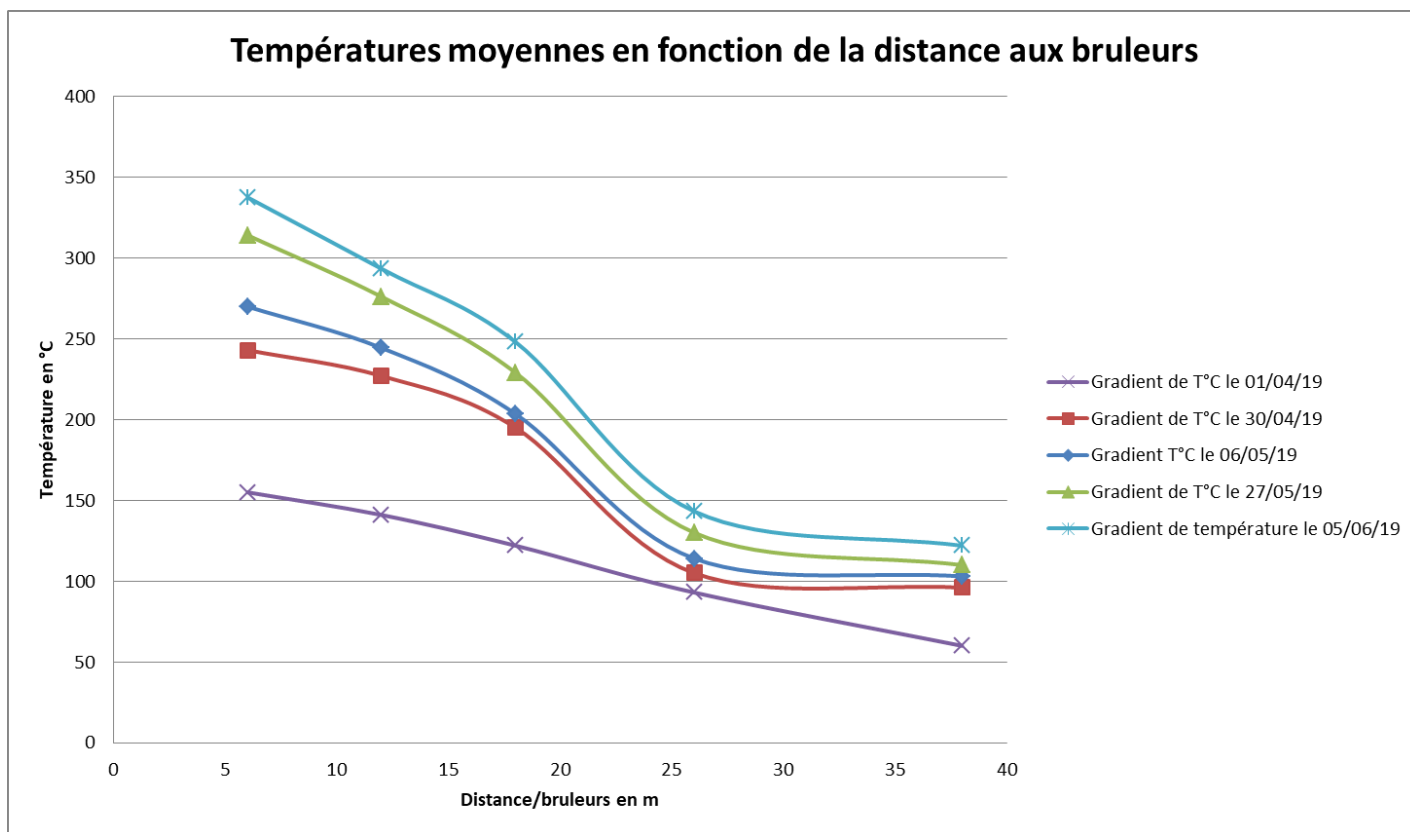
➤ Choix:

Laine de roche 80 mm + Tissu de verre siliconé
(Bardage métallique)







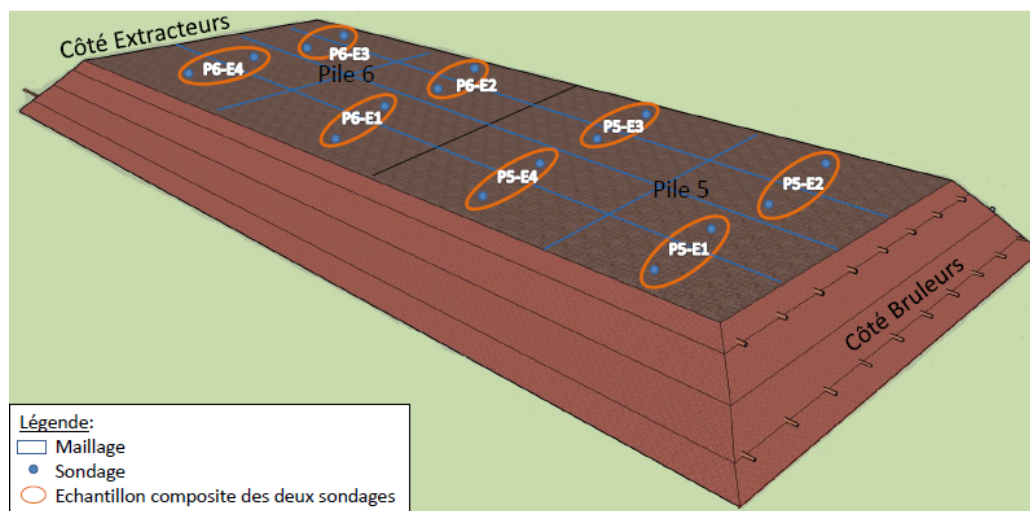


Données non exploitables sur P3-P4 → **Perte de thermocouple**



Résultats du traitement

← SOMMAIRE



Mode de réception

Subdivision en 8 mailles de **250 m³**

Carottage sur toute la colonne – Recherche des paramètres discriminants

AVANT TRAITEMENT												APRES TRAITEMENT / RECEPTIONS APAVE														
Pile Chaude Froide	Lot	Maille d'origine	Tonnage	Concentrations (en mg/kg)			Concentrations (en mg/kg)			%Age Abattement en masse			Pile Chaude Froide	Lot	Maille d'origine	Tonnage	Concentrations (en mg/kg)			Concentrations (en mg/l)			%Age Abattement en masse			
				TCE	PCB	HCT	TCE	PCB	HCT	TCE	PCB	HCT					TCE	PCB	HCT	TCE	PCB	HCT	TCE	PCB	HCT	TCE
Pile 3	Lot 24	C2T1 à t2 et C2T4	507,53	0,2	0,04	2733	0,58	0,11	71,00	93,2%	91,2%	95,7%	Pile 1	Lot 4	A3PT1 à T2 et A4PT1 à T2 (S1 à S3) B1PT2	443,66	1,3	2,09	163	0,00	0,00	0	99,3%	85,6%	96,0%	
	Lot 21	B2T1	473,48	37,3	2,26	4300	0,02	0,01	20,00					Lot 10	C1PT1 / C1PT2 / D1PT1 / D1PT2 / G1PT1	472,12	336,0	2,76	294	0,95	0,16	80				
	Lot 27	D2T1	395,14	20,3	2,11	9100	3,40	0,42	170,00					Lot 24	C2T1 à t2 et C2T4	1562,32	0,2	0,04	2733	0,60	0,33	210				
	Béton rouge	Res Moy Fines	447,04	2,5	2,75	2350	0,02	0,07	20,00											0,31	0,04	0				
Pile 4	Lot 5	A1PT5 (=A1PFF) / A2pT5 à A2pT6 (=A2PFF) / A1PT1 (Nord)	359,65	139,2	0,01	281	3,90		0,15	75,00	93,8%		Pile 2	Lot 5	A1PT5 A2pT5 à A2pT6	452,42	100,0	0,01	20	5,00	0,22	37	92,94%			
	Lot 6	A1PT3 / A1PT4 (= A1PFF) / B1PT1	452,44	354,3	0,18	3361	5,30							Lot 11	tampon 2	400,94	7,6	0,19	160	6,30	0,36					
	Lot 1	A1pT1 à T4 et A2pT1 à T4 A2P	458,28	154,0	0,00	421	8,80	0,05	80,00										7,10	0,30						
							27,00												6,00	0,30	220					
Pile 5							12,00				99,5%	78,9%	57,4%	Pile 7							7,00	0,36		94,79%		
							26,00	0,17	120,00											8,80	0,47					
	Lot 29	A2T4 à T6	403,55	3,2	0,03	1000	0,02	0,04	57,00	Lot 16					F1PT3 à F1PT5 G1PT3 à G1PT5	464,78	0,0	0,03	2150	0,58	0,12	0				
	Lot 7	B1PT4 / B1PT2	480,62	255,0	2,15	6100	1,10	0,47	300,00	Lot 17					A1PT1 à T4 (Triangle Nord-Est)	192,26	149,0	0,05	56	7,80	0,22	45				
Pile 6	Lot 8	B1PT4 / C1PT1 / C1PT2	393,65	195,0	3,27	3030	0,07	0,69	590,00	99,5%	78,9%	57,4%	Pile 8	Lot 20	B1T1	98,38	510,0	0,51	170				92,68%			
	Lot 49	J1 T1/T2	336,16	1,3	1,20	1800	0,11	0,15	150,00					Lot 35	Tampon 13 (A2T1 à T3)	815,2	59,2	0,16	92							
	Lot 23	C3T1	310,8	4,6	0,28	200	0,53	0,42	250,00					Lot 32	D2T2,5	339,54	0,1	3,99	350	1,40	0,23	120				
	Lot 19	A4T1 à T1,5 / A3T1 à T2	90,01	1,6	1,91	113								Lot 42	Tampon 40 (F1F2T7)	433,7	0,2	0,01	192	0,41						
Pile 6	Bétons rouges	Dalle	458,2	2,5	2,75	2350	0,65			81,6%			Pile 7							0,55	0,68	370	94,79%			
	Lot 37	E1 T1 et E2T1	390,92	60,5	0,05	1850	2,00											0,55								
	Lot 29	A2T4 à T6	603,71	3,2	0,03	1000	1,10							Lot 48	E2 T1	258,13	39,0	0,07	260	0,84	0,34	180				
	Lot 31	Tampon 21	313,38	2,0	0,21	2200	2,80	0,13	160,00					Lot 50	G3 T1	220,52	83,0	0,98	1100	1,20	0,18	100				
	Lot 41	Tampon 28	261	1,6	0,31	4100	1,50							Lot 51	Tampon 45	525,7	3,4	0,00	79							
	Bétons rouges	Dalle	77,88	2,5	2,75	2350	0,65							Lot 52	Tampon 54	249,67	1,3	0,00	1300							
							9,10							Lot 53	G3T3	298,86	48,8	0,00	42							
							8,60	0,06	65,00					Lots 41 res	Tampon 28	792,33	1,6	0,31	410	0,74	0,23	68				
							7,60							Lot 54	Tampon 78	469,46	26,0	0,70	150	0,52	0,07	0				
							11,00													1,30	0,11	51				
							0,91													0,57	0,20	116				
							0,42	0,17	120,00																	
						0,28																				
						0,74																				
						0,87	0,06	67,00																		
						0,94																				

- Après 5 ans sur site, le terrain est réceptionné et démantelé pendant l'été 2020.
 - Dans le cadre du traitement par désorption thermique, la chauffe des matériaux a été réalisée à des températures maximales de 100 à 350 °C en fonction des piles avec des durées de traitement à plus de 80 °C comprises entre 0,5 et 3 mois.
 - De manière générale, et sur la base des contrôles analytiques de réception réalisés, il ressort les éléments suivants :
- Un abattement moyen des contaminations initialement observées :
 - o D'environ 95 % pour le trichloroéthylène.
 - o D'environ 85 % pour les PCB.
 - o D'environ 89 % pour les hydrocarbures totaux



Difficultés rencontrées

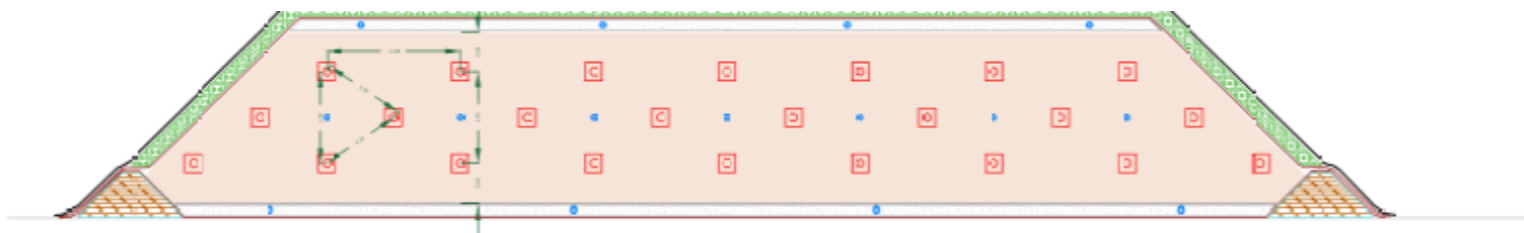
- Vu que les délais administratifs (cf contexte) ont couru après la construction des 1^{ères} piles
- il a fallu « faire patienter » des ouvrages censés être temporaires :
 - exposés à des intempéries répétées et violentes
 - Dégradation des isolants
 - Entrées d'eau,...
 - Refroidissement
 - nécessitant des interventions de réparation

Voies d'amélioration:

- **Bruleurs**
- Isolation : résistance aux intempéries...
- Dimensions des ouvrages, optimisation (longueur tuyauteries)
- Gestion des thermocouples sur la durée
- Equilibrage des flux de venting

Changement de design sur P7-P8

- 3 nappes tête-bêche





Paradoxalement, les objectifs en TCE sont les moins bien atteints :

Après traitement, la mise en évidence d'une volatilisation du trichloroéthylène résiduelle à hauteur de 2,1 mg/m³ pour une concentration dans les sols maximum de 11 mg/kg.

→ TCE piégé dans les passées charbonneuses et seuils très sécuritaires

Levée par analyse de risque

A photograph of a large green industrial tank, possibly a storage tank for oil or chemicals. A yellow metal staircase with black steps and railings leads up to a platform on the tank. A long, thin light fixture is mounted on the wall of the tank. The image is used as a background for the slide.

Conclusions

Quantité de terres polluées traitées sur la plateforme

Environ **17 000 t**

Effet levier des subventions pour le traitement sur site

Environ **60 € HT / Tonne en gestion subventionnée** de travaux brut de traitement permettant la réalisation de l'opération sur site

Gain environnemental

680 camions : limitation du risque d'accident / surplus de circulation / CO₂ du trafic
Recyclage des terres (limitation des apports extérieurs)

Retour d'expérience général sur l'opération

REX sur le tiers demandeur pouvant fluidifier des opérations à l'échelle d'une ZAC.

Possibilité de **regroupement des techniques de traitement** sur site **en plateforme** au sein de ZAC pour répondre aux contraintes de pollution de différents tènements.

Anticipation des échanges avec l'aménageur permet l'identification d'un foncier « plateforme » et de disposer de flexibilité pour le réemploi des matériaux



Tesora



VALGO

MERCI



www.valgo.com