



SECTEUR DE CARDEM-Pyro

Adresse postale

Pôle Industriel de Malambas
BP 90344 HAUCONCOURT
57283 MAIZIERES LES METZ

T/ + 33 3 87 51 93 36

F/ + 33 3 87 51 93 40

Cardem-pyro@cardem.fr

DIORS- (36) – FUTUR BASSIN Sécurisation pyrotechnique

Maîtrise d'ouvrage :	Entreprise contractante :
 <p>CHÂTEAUROUX Métropole</p> <p>1 Place de la République, 36000 Châteauroux</p>	

RAPPORT DE FIN TRAVAUX



Date	mercredi 6 novembre 2019	
Version	Rap V 1.01	Création document
Rédacteur	Sébastien NUNS	Conducteur de travaux 
Vérificateur	Eric FIXARI	Responsable CARDEM-Pyro 

Sommaire

1. PREAMBULE.....	4
2. CADRE REGLEMENTAIRE	5
3. PRESENTATION CHANTIER	6
3.1 Situation du site.....	6
3.1 Localisation zone	6
3.2 Rappel historique.....	7
3.3 Rappel des prestations.....	10
3.3.1 Chronologie d'exécution.....	11
3.3.2 Travaux préparatoires.....	11
3.3.3 Réalisation détection magnétique	11
3.3.4 Identification des anomalies magnétiques.....	14
4. CONCLUSION SECURISATION PYROTECHNIQUE	15

1. PREAMBULE

Dans le cadre du projet de création d'un bassin de retenu sur l'Ex 517^{ème} -LA MARTINERIE- à DIORS (36) et avant d'exécuter les travaux d'intrusion dans le sol (terrassement), La Communauté d'Agglomération Châteauroux Métropole demande de réaliser une sécurisation pyrotechnique avant les terrassements.

Compte tenu que le terrain est situé sur un terrain qui a subi les combats lors de la seconde guerre mondiale, la sécurisation pyrotechnique fut réalisée à partir du diagnostic magnétique avec une détection manuelle complémentaire afin de traiter toutes les anomalies dans la limite de profondeur.

Cette démarche entre dans le cadre des responsabilités de l'entreprise et du maitre d'ouvrage conformément aux Articles L 4121-1 à L 4121-5 suite à la découverte d'engins de guerre.

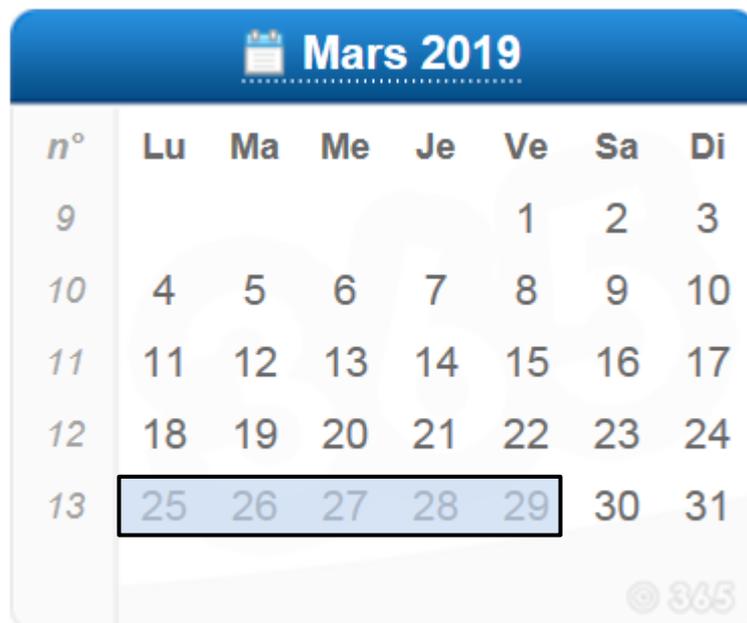
CARDEM fut mandaté pour la réalisation de la sécurisation pyrotechnique.

Photo de la zone



Informations Marché - CCTP	
Surface de la parcelle	3 500 m ²
Profondeur d'investigation	Sans limite

Les travaux ont été réalisés :



Mars 2019							
n°	Lu	Ma	Me	Je	Ve	Sa	Di
9					1	2	3
10	4	5	6	7	8	9	10
11	11	12	13	14	15	16	17
12	18	19	20	21	22	23	24
13	25	26	27	28	29	30	31

2. CADRE REGLEMENTAIRE

Pour les travaux de réalisation de recherche de pollution pyrotechnique sur un terrain civil (hors ministère de la défense), plusieurs exigences réglementaires sont en application et d'autres peuvent être prises en référence.

Textes	Objet	Description
Code du travail Article L 4121-1 à L 4121-5	Détermine les responsabilités du responsable d'établissement en matière de santé et de sécurité au travail	
Décret n° 2014-1253 du 27 octobre 2014. Code sécurité intérieure – Chapitre III Article R 733-1 à 733-13	Décret relatif aux dispositions des livres III, VI et VII de la partie réglementaire du code de la sécurité intérieure (Décrets en Conseil d'Etat et décrets simples) DEMINAGE	Fixe les domaines de compétence du ministère de l'Intérieur et du ministère de la Défense en matière de recherche d'engins de guerre
CCAG Travaux	Article 32 Engins de Guerre	

POUR INFO

Toutefois la note IPE/DGT du 18 septembre 2013, apporte quelques points sur la réglementation relative aux chantiers de dépollution pyrotechnique effectués sur les terrains civils. Elle indique notamment que pour un terrain civil, en cas de pollution pyrotechnique avérée, l'article L.4121-3 du code du travail s'impose à l'employeur. Pour ce faire, cette note précise qu'afin d'évaluer les risques auxquels sont soumis les travailleurs, l'employeur peut mettre en œuvre les principes énoncés dans le décret n°2005-1325 et rédiger une analyse de sécurité.

Il est à noter que la note IPE/DGT préconisant de fonder une analyse de risque et/ou de sécurité sur les prescriptions du décret 2005-1325, les écarts pouvant être constatés sur un chantier doivent être analysés pour en mesurer les conséquences en matière de sécurité.

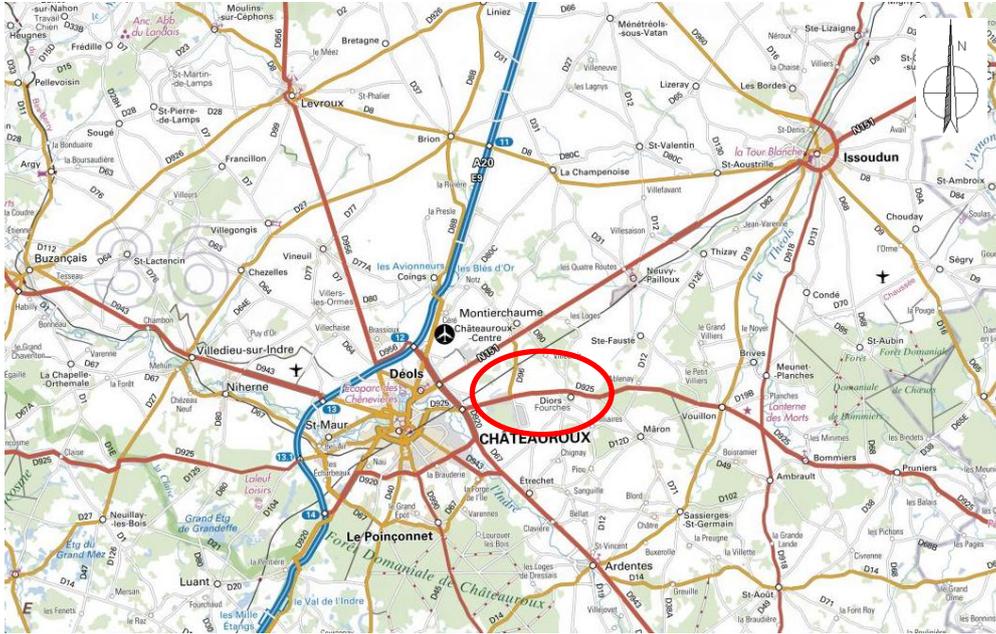
Le tableau est à titre info.

Textes	Objet	Description
Note technique d'IPE/DGT du 18 septembre 2013	Note relative aux chantiers de dépollution pyrotechnique effectués sur les terrains civils.	
TEXTES PERMETTANT L'EVALUATION DES CAPACITES DE L'ENTREPRISE		
Décret 2005 – 1325 modifié par le décret 1260-2010	Relatif aux règles de sécurité applicables lors des travaux de dépollution pyrotechniques	Constitution d'une ESP Entreprise unique pour les opérations à caractères pyrotechnique
Arrêté du 12 septembre 2011	Fixe les règles de détermination des distances d'isolement relatives aux chantiers de dépollution pyrotechnique	Distances d'isolement à l'intérieur d'un chantier de dépollution et par rapport aux installations avoisinantes
Arrêté du 23 janvier 2006	Fixe le niveau de connaissances requises pour les personnes exerçant les fonctions de chargé de sécurité, de responsable de chantier et pour le personnel exécutant les travaux de dépollution	Tableau récapitulatif des connaissances requises au niveau de la technique et du management

3. PRESENTATION CHANTIER

3.1 Situation du site.

Le terrain concerné se situe sur la Commune de DIORS au nord-est de CHATEAUROUX dans le département de l'Indre.



3.1 Localisation zone

La zone du projet faisant l'objet d'une sécurisation est localisée à l'intérieur de l'Ex 517^{ème} Régiment du Train dénommé la Martinerie.

Plan de situation du terrain de l'ex 517 RT

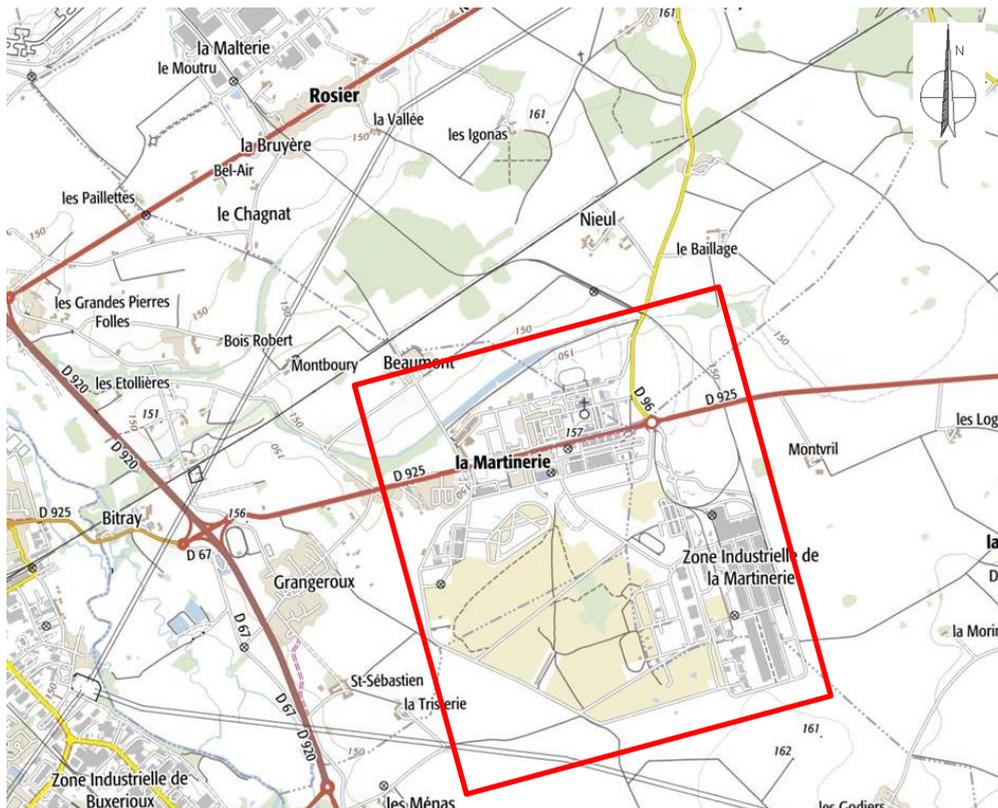


Photo aérienne de localisation incluant les limites de la zone à sécuriser.



3.2 Rappel historique.

Dans le cadre de l’acquisition de terrain par la Communauté d’Agglo de CHATEAUX ROUX en 2013, Le service Infrastructure de la Défense de Tours avait mandaté le cabinet CESP pour la réalisation d’une Etude Historique de Pollution Pyrotechnique.

L’historique démontre les éléments suivants :

Extrait de l’étude page 4

2.1) Récapitulatif des conflits et activités potentiellement polluantes

Période	Objet	Résultat
Guerre napoléonienne	Campagne de France	Pas de combats
Guerre Franco Prussienne de 1870	Campagne de France	Pas de combats
1 ^{ère} guerre mondiale	Ecole de pilotage	Pas de combats
2 ^{ème} guerre mondiale	Combats et Bombardements de 1940	Bombardements aériens allemands sur la Martinerie et Châteauroux
2 ^{ème} guerre mondiale	Combats et bombardements de 1943 et 1944	Bombardements aériens alliés sur la Martinerie et Châteauroux

Extrait de photo aérienne de bombardement

Etablissement d'Infrastructure
de la Défense de TOURS

Commande n° 2010RR021 - Etude historique de pollution
pyrotechnique La Martinerie, cité des Jardins, SLI – DEOLS (36)



Photographie prise le 26/02/1944 lors d'un vol de reconnaissance suite au bombardement du 05/02/1944 (archives de l'USAAF)

	Artillerie DCA	Grenade à main	Aviation	Lieux
France 1940	75 mm		néant	
Allemagne 1940			50kg	Châteauroux La Martinerie
Allemagne 1944-1945	2 cm 3 cm 8.8 cm		50kg 100kg 200 kg	La Martinerie pour DCA Chambon pour les bombes
USA et France 1944-45	105 mm 155 mm 75 mm	Défensives Offensives	500 lb gp 500lb in 1000lb gp	La Martinerie Châteauroux

Familles de munitions susceptibles d'avoir été utilisées (liste non exhaustive)

La photo ci-dessous représente les zones de densité de bombardement

d'Infrastructure
se de TOURS

Commande n° 2010RR021 - Etude historique de pollution
pyrotechnique La Martinerie, cité des Jardins, SLI - DEOLS (36)



Ci-dessus, sont matérialisés les secteurs qui ont été les plus impactés par les bombardements alliés en 1944



Superposition d'une photographie du bombardement de 1944 avec une photographie actuelle (CESP)

Etablissement d'Infrastructure
de la Défense de TOURS

Commande n° 2010 RR 021 - Etude historique de pollution
pyrotechnique ; La Martinerie, cité des Jardins, SLI - DEOLS (36)

Conclusion partielle :

Durant la seconde guerre mondiale, la base de La Martinerie a subi des bombardements allemands en 1940 à base de bombes de 50kg d'une part et en 1944 par les alliés avec des bombes de 500 et 1000 lb GP et incendiaires d'autre part. De ce fait, une suspicion de pollution pyrotechnique sera retenue pour cette période.

3.3 Rappel des prestations.

L'exécution de la sécurisation pyrotechnique s'est déroulée comme suit :

- + Détection magnétique et contrôle lors des fouilles
- + Identification et des anomalies magnétiques
- + Détection de contrôle
- + Rédaction du rapport final

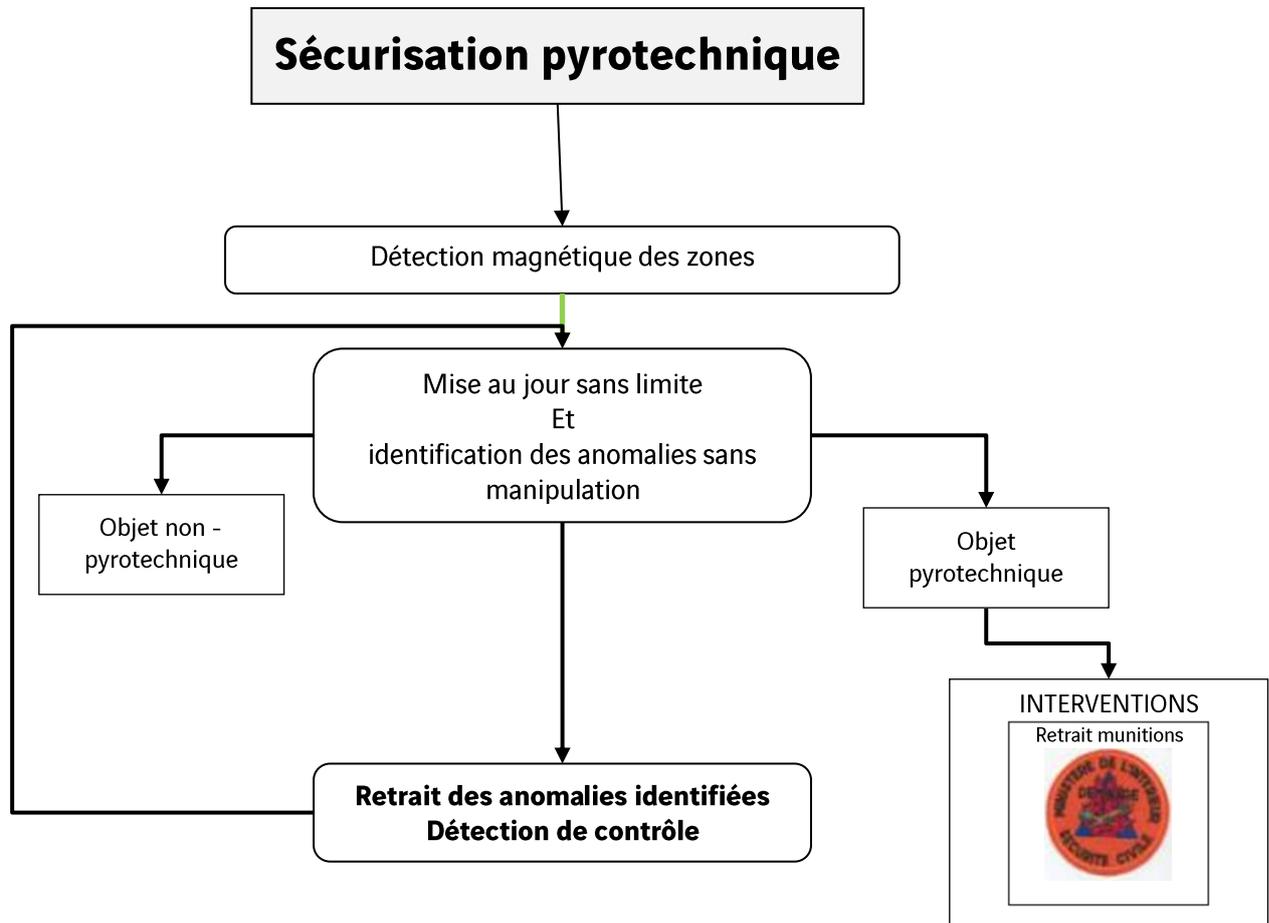
Moyens mis en place.

Toutes les prestations de dépollutions seront exécutées par des personnels de CARDEM.

Nombre d'équipes dépollution sur le chantier		1 Equipe de deux personnes			
Taches	Qualification	N b	Matériel	N b	Remarques
RESPONSABLE DE CHANTIER		Présence constante sur le chantier			Personnel habilité suivi suivant l'arrêté du 26 janvier 2006 et confirmé par Test EVAC 3
Réalisation et documents administratifs					
Rédaction des documents	Responsable CARDEM-Pyro Conducteur de travaux				
Réalisation Dépollution pyrotechnique					
Détection dite manuelle	Responsable de chantier Opérateur	1 1	Fourgons Détecteur 4032 API	2 1	Personnel habilité suivi suivant l'arrêté du 26 janvier 2006 et confirmé par : Test EVAC 3 cat 1 et 2
Mise au jour des anomalies magnétiques	Responsable de chantier Opérateur	1 1	Fourgons Détecteur mono sonde Mini pelle 11 T	2 1 1	
Traitement des munitions					
Service de déminage de la préfecture					
Poste	Moyens	Matériel		N b	Remarques
Sécurité incendie	Un plan d'intervention des secours est pris en compte	Extincteurs véhicules Extincteurs 5 kg Extincteurs 1.5 kg		3 3 3	Par véhicule et équipe
Transmission		Téléphone portable		2	Nombre en fonction des postes
Santé	Les personnels sont Sauveteurs Secouriste du Travail	Trousse de premier secours			Par équipe au moins 1 SST
Secours	Les services de secours				

3.3.1 Chronologie d'exécution

La chronologie de sécurisation s'organise :



3.3.2 Travaux préparatoires

Aucune préparation ne fut nécessaire.

3.3.3 Réalisation détection magnétique

Une détection magnétique dite "manuelle" fut réalisée sur toute la surface du terrain.



• **Matériel utilisé**

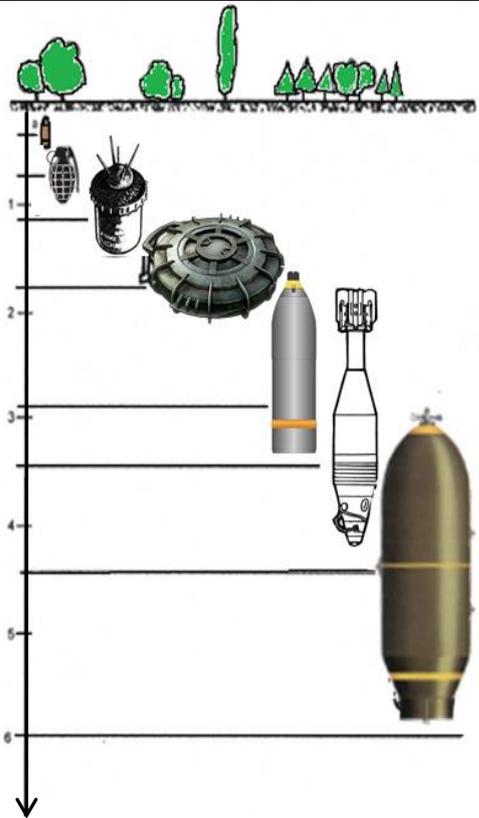
Pour la réalisation de la détection dite "manuelle", nous utilisons un détecteur de grande profondeur de type Foerster Ferex 4032 API.



L'appareil de détection est un Ferex 4032 permettant la lecture directe des variations magnétiques d'un objet métallique dans le sol. La variation du galvanomètre permet de localiser l'objet, de lire sa valeur magnétique et par une manœuvre de levé, donner sa profondeur.

Les appareils de détection ne constituent aucun danger potentiel vis-à-vis des munitions recherchées. En effet, ces appareils magnétométriques, à système passif, n'ont aucune influence sur des munitions dont les technologies ne relèvent aucune présence de capteurs électroniques.

Caractéristiques de l'appareil

Portées des sondes suivant le type de munition et la profondeur	
Données issues du document FOERSTER	
	<p>Surface du Sol Ce schéma est en fonction de la configuration du terrain lors de l'opération de pollution. Les remblais et/ou apport de matériaux modifient les capacités des appareils</p>
	<p>0 à 1 mètre Munitions de petit calibre – artillerie de petit calibre –grenade Exemple : Obus de 13 mm Grenade</p>
	<p>1 à 2 mètres Munitions de type artillerie de moyen et gros calibre – mine Bombe d'aviation de petite taille 10 Lbs Exemple : Mine anti personnel- Mine Antichar</p>
	<p>2 à 3 mètres Munitions de type artillerie de moyen et gros calibre – Bombe d'aviation de petite taille 20 Lbs Exemple : Obus d'artillerie de 8.8 cm</p>
	<p>3 à 4 mètres Munitions de type artillerie de moyen et gros calibre – bombe d'aviation Exemple : Obus artillerie mortier de 10 cm</p>
	<p>4 à 5 mètres Munitions de type bombe d'aviation Exemple : Bombe de 250 Kg</p>
	<p>5 à 6 mètres Munitions de type Bombe d'aviation Exemple : Bombe de 500 Kg</p>
<p>Sup 6 mètres Bombes de 500 Kg et plus</p>	
<p>Ce tableau, du constructeur FOERSTER, est à titre indicatif des capacités de recherche avec les appareils de détection en fonction du type de munition et de leur profondeur. Il est établi en fonction de la configuration du terrain lors de la pollution. Les remblais et/ou apport de matériaux modifient les capacités des appareils. Les enfouissements de petites munitions sont difficilement repérables suivant leur profondeur. Exemple : un obus de 2 cm à 2 mètres est impossible de l'identifier magnétiquement au vu des capacités des appareils actuels. Sous une grosse anomalie magnétique en surface ou plus profonde, il est impossible de déterminer ou non une plus petite anomalie magnétique se situant en dessous. Exemple : un massif béton ferrillé peut cacher une anomalie magnétique type bombe d'aviation</p>	

• **Méthodologie de la détection**

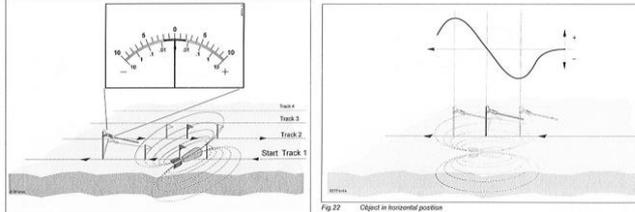
Description technique des matériels utilisés pour la magnétométrie

Les méthodes de magnétométrie sont basées sur la mesure du champ magnétique terrestre et des anomalies provoquées par la présence d'objets ferromagnétiques dans le sol. Les enregistrements peuvent être traités et affichés sous forme de profils ou cartes dont l'interprétation fournit la position des objets.

La profondeur maximale de détection dépend fortement de la masse de l'objet, et de la nature et de la magnétisation de son métal constitutif. Parmi les méthodes utilisées, la gradiométrie verticale est une amélioration de la méthode consistant à mesurer le gradient vertical du champ, ce qui permet une meilleure évaluation de la profondeur et de la masse des objets.

Toutes les munitions historiques sont constituées d'une enveloppe métallique plus ou moins importante, ce qui permet d'utiliser des appareils de détection magnétique de grande profondeur afin de localiser un objet dans le sol.

Principe de la variation magnétique d'un objet sur un magnétomètre. (Schéma constructeur)



Méthodologie de la détection magnétique dite "Manuelle" :

Principe de la détection :

L'opérateur progresse dans les zones et couloirs de 1 mètre qu'il a défini préalablement, s'arrêtant à chaque fois qu'il entend un signal sonore et qu'il observe une variation de l'aiguille sur le détecteur.

ENSUITE

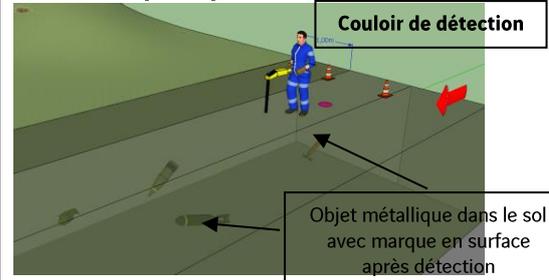
Il procède à l'analyse de l'anomalie magnétique avec :

- ❖ Le résultat des écarts de graduations
- ❖ L'évaluation de la profondeur
- ❖ De l'importance de la valeur magnétique

ENSUITE

- ❖ Il balise le point afin de procéder à la matérialisation.

Schéma de principe de la détection

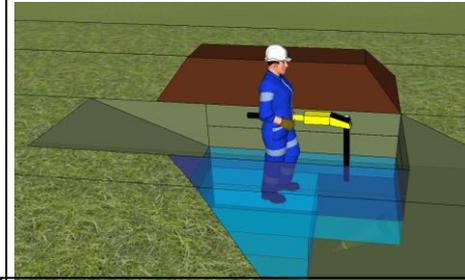


Méthodologie de la détection de contrôle :

L'opérateur exécute une détection de contrôle dans deux cas de figure sur ce chantier :

- ❖ A chaque réalisation de fouille et/ou paliers permettant de parfaire sa localisation et son approche finale.
- ❖ Après le retrait des éléments perturbateurs (Surface ou couche) afin d'identifier de nouvelles anomalies plus profondes.

Schéma de principe de la détection de contrôle



Avant l'exécution des terrassements et à chaque palier, l'opérateur relocalise précisément l'anomalie et interprète sa lecture afin de valider la poursuite des travaux.

Application terrain

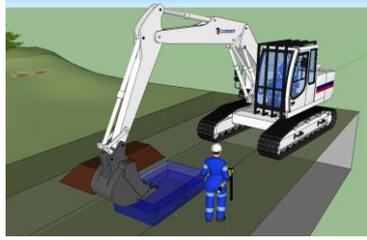
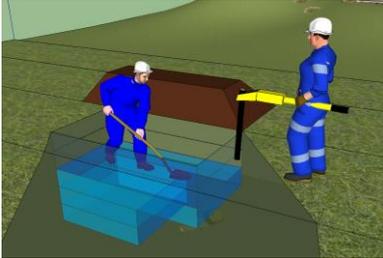
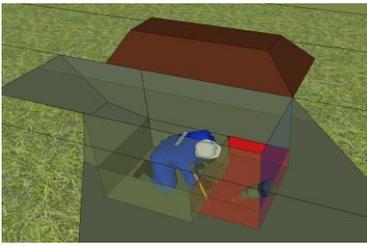
Situation de détection



Matérialisation des anomalies magnétiques.

• **Méthodologie**

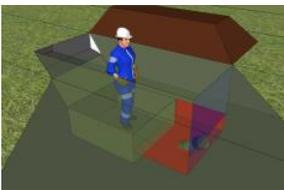
La méthode décrite ci-dessous s'applique pour toutes les matérialisations des anomalies magnétiques du chantier en fouies dans le sol.

Description des phases	Application chantier	
<p>Phase d'approche mécanisée</p> <p>Celle-ci permet de se rapprocher de l'anomalie d'une profondeur supérieure à 50 cm avec un engin de terrassement (pelle de plus ou moins gros gabarit suivant la profondeur). L'opérateur chef d'équipe fait réaliser la fouille par des paliers de plus ou moins 30 cm. Une détection de contrôle est réalisée à chaque palier.</p>		
<p>Phase d'approche manuelle</p> <p>Celle-ci permet de se rapprocher de l'anomalie d'une profondeur inférieure à 50 cm avec des ustensiles manuels comme :</p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ Bêche ❖ Pelle de terrassier <p>L'opérateur chef d'équipe fait réaliser la fouille par des paliers suivant les indications de la détection de contrôle.</p>		
<p>Phase de mise au jour</p> <p>Cette opération effectuée par un opérateur se fait obligatoirement de façon manuelle pour des raisons de sécurité. Elle permet de découvrir l'anomalie et de procéder à son identification.</p> <p>On peut assimiler cette méthode de travail aux procédures exécutées par les archéologues (approche avec délicatesse de l'objet sans l'altérer).</p>		
<p>Comme précédemment expliqué, tous les échos métalliques sont matérialisés au sol. A ce jour, Seul l'opérateur avec son détecteur et l'expérience de celui-ci avec le respect des procédures (suivant l'arrêté du 23 janvier 2006) est capable d'évaluer l'anomalie et de réaliser les fouilles en toute sécurité en respectant la procédure. Ainsi, toutes les anomalies magnétiques ont été mises au jour et identifiées avec la même rigueur dans la limite de profondeur demander.</p>		

3.3.4 Identification des anomalies magnétiques.

• **Méthodologie**

L'identification d'une anomalie magnétique s'effectue sans manipulation dans un premier temps afin de permettre une première discrimination.

<p>Schéma illustrant l'identification</p> 	<p>En ferraille : Déchet</p>	
	<p>Objet pyrotechnique : Obus de 7.7 cm allemand Exemple</p>	

4. CONCLUSION SECURISATION PYROTECHNIQUE

Dans le cadre du projet de création d'un bassin de retenu sur l'Ex 517ème -LA MARTINERIE- à DIORS (36) et avant d'exécuter les travaux d'intrusion dans le sol (terrassement), La Communauté d'Agglomération Châteauroux Métropole a demandé de réaliser une sécurisation pyrotechnique avant les terrassements.

La réalisation de la sécurisation pyrotechnique a été faite par CARDEM suivant le diagnostic magnétique. Les limites du terrain ont été implanté par le géomètre mandaté par la Communauté d'Agglomération Châteauroux Métropole.



Un nombre important de déchets métalliques (identifié dans le diagnostic) ont été mise au jour. Aucune munition n'a été identifiée.



En conséquence et au vu des conclusions de la détection magnétique utilisée ainsi que de l'identification des anomalies magnétiques réalisée dans la limite de l'état de l'art de la profession et des capacités des appareils de mesure (en fonction des types de munition et de leur profondeur), les travaux de réalisation d'intrusion dans le sol peuvent être réalisés en toute sécurité sur les emplacements validés par CARDEM dans le respect des de surface.