

**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


**DUNKERQUE (59) – Zone Logistique intitulé DLI
(Dunkerque Logistique Internationale
Diagnostic pyrotechnique)**

Maitre d'ouvrage	Maître d'ouvrage délégué :
 Grand Port Maritime de Dunkerque port 2505 2505 ROUTE DE L'ECLUSE TRYSTRAM 59386 DUNKERQUE CEDEX 1 - FRANCE	

RAPPORT DE DIAGNOSTIC





Date	mardi 8 décembre 2015	
Version	Rap V 1.01	
Responsable de chantier	Sebastien NUNS	
Rédacteur	Eric FIXARI	Responsable CARDEM-Pyro 



Sommaire

1. PREAMBULE	4
2. CADRE REGLEMENTAIRE	5
3. PRESENTATION CHANTIER.....	6
3.1 Situation du site	6
3.2 Localisation de la zone.....	7
3.3 Historique du risque pyrotechnique.....	8
3.4 Rappel des prestations.	11
3.5 Moyens mis en place.	11
4. REALISATION DIAGNOSTIC	12
4.1 Implantation zone diagnostic	12
4.2 Réalisation de la détection magnétique.....	12
4.3 Analyse des données magnétiques.....	17
5. RESULTATS DIAGNOSTIC MAGNETIQUE	19
6. CONCLUSION DIAGNOSTIC MAGNETIQUE.....	45



1. PREAMBULE

Dans le cadre du projet de Zone Logistique sur une zone proche de DUNKERQUE et afin d'assurer la sécurité lors de l'intrusion dans le sol, le maître d'ouvrage (GPMDP), fait réaliser un diagnostic pyrotechnique.

De ce fait, CARDEM est en charge de l'exécution de ce diagnostic.

Informations Marché - CCTP		
Surface de la zone	140 000 m ²	
Profondeur d'investigation	Lors de la détection	Capacité de l'appareil
	Lors de l'interprétation et pour les travaux	Suivant demande MOA

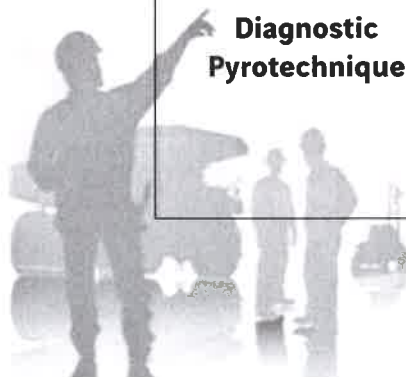
Photos de zone



Le diagnostic pyrotechnique a été réalisé par une composante de la géophysique : La Magnétométrie.

Les travaux se sont déroulés en deux interventions :

Diagnostic Pyrotechnique	Réalisation diagnostic	Semaine 19- Du 4 au 7 mai 2015 Semaine 36 et 37 Du 31 Aout au 10 Septembre 2015
	Traitement des données	Semaine 20 Du 11 au 15 Mai 2015 Semaine 38 à 39 Du 14 au 25 Septembre 2015



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	

Concernant ce chantier de réalisation d'un diagnostic magnétique aucunes prescriptions particulières puisque les travaux s'exécutent sans aucune intrusion dans le sol.

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

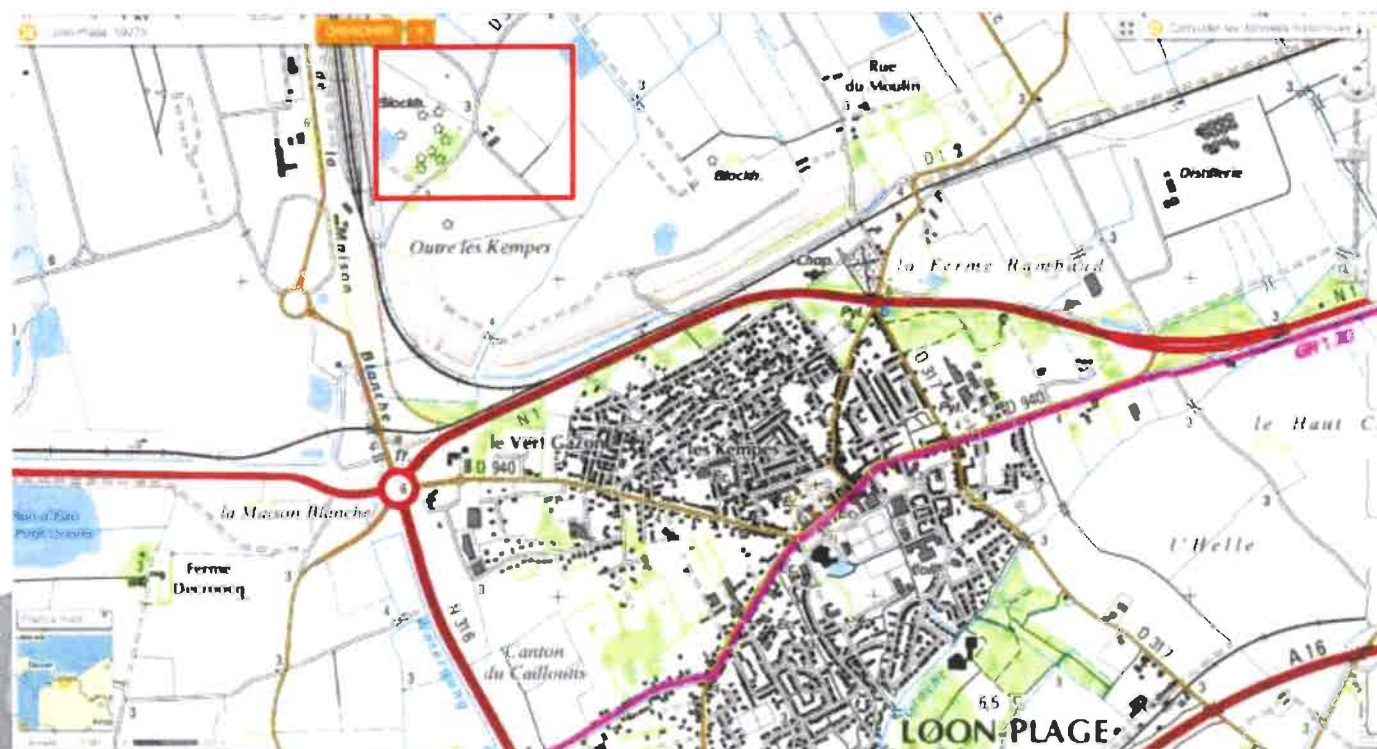
3. PRESENTATION CHANTIER

3.1 Situation du site

La zone d'investigation se situe sur la commune de LOON PLAGE au Sud-Ouest de la ville de DUNKERQUE dans le département du Nord -59.



Celle-ci se localise plus particulièrement au Nord du village de LON PLAGE sur une zone agricole comportant des Blockhaus.

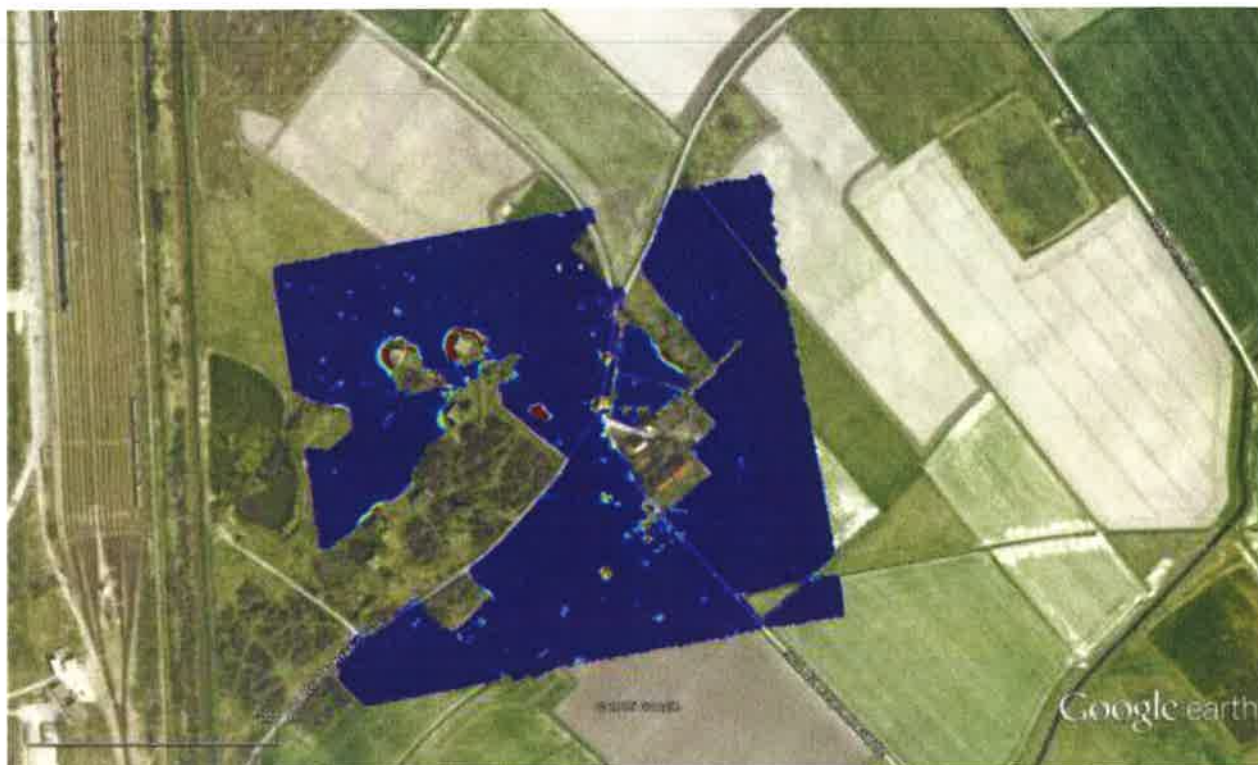


3.2 Localisation de la zone

Voici le plan du projet DLI fourni par la MOA.

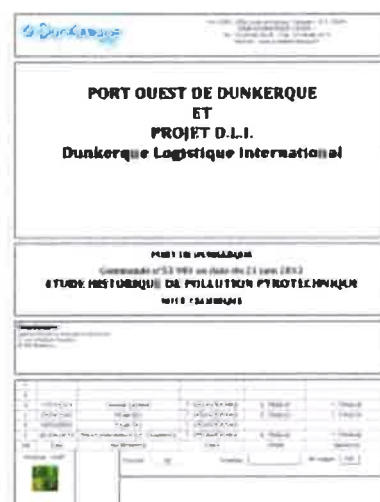


Représentation sur photo aérienne



3.3 Historique du risque pyrotechnique

Conformément aux directives du code du travail, le maître d'ouvrage (GPMD) a fait réaliser une étude historique par CESP en 2014



La zone d'investigation se situe sur une zone comportant des Bunker de la seconde guerre mondiale.

Voici des elements et la conclusion de l'EHPP.



VI CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

L'étude historique concernant les six zones du port Ouest, implantées à 10 kilomètres à l'Ouest de l'agglomération de Dunkerque, a permis de déterminer que les opérations militaires liées à la seconde guerre mondiale sont susceptibles d'avoir induit une pollution pyrotechnique non négligeable sur les emprises, objet de la présente étude.

Les munitions susceptibles d'être découvertes dans le sous-sol de l'emprise, relatives à la seconde guerre mondiale, concernent trois nationalités : allemande (7.7cm au 21cm), américaine et britannique par les bombes utilisées durant la seconde guerre mondiale (250Lbs à 1000 Lbs - Cf. annexe 5).

Il est donc préconisé de suivre les recommandations établies au chapitre précédent (Cf. 5).

Fait à Besançon, le 17 novembre 2014

Pour le Cabinet d'Étude en Sécurité Pyrotechnique

Le directeur et gérant
Frédéric PAGLIA
ORIGINAL SIGNÉ

Plan des zones à risques pyrotechniques

V INVESTIGATIONS COMPLEMENTAIRES RECOMMANDEES



Classification des zones à risque du projet DU

- verte : aucun indice de bombardement,
- orange : zone avec un risque faible de découverte de munitions,
- rouge : zone avec un risque important de découverte de munitions.(source vues aériennes IGN et SHDA page 104, 120, 121)

Ci dessous un montage d'une photo aérienne incluant les impacts de bombes et la cartographie.



Conclusion de l'analyse de l'étude historique

L'EHPP démontre un risque potentiel de munition est de type bombe d'aviation ainsi que de l'artillerie. Cette conclusion ne permet pas de sélectionner que la fourchette de valeurs magnétiques pouvant être assimilable à de la bombe de 250 à 500 Kg.



3.4 Rappel des prestations.

Phase 1 : Préparation

- Préparation administrative du chantier

Phase 2 : Travaux

- Reconnaissance visuelle du terrain
- Implantation de la zone de mesures
- Détection du terrain
- Traitement des données
- Rédaction du pré rapport

3.5 Moyens mis en place.

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

Nombre d'équipes dépollution sur le chantier		1			
Taches	Qualification	Nb	Matériel	Nb	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 ESP et documents administratifs					
Rédaction des documents	Responsable CARDEM-Pyro Ingénieur Géophysicien Responsable de chantier				
Réalisation diagnostic magnétique					
Examen visuel et préparation zone de mesure	Operateur Aide opérateur	1 1	Fourgons	2	Personnel habilité suivi suivant l'arrêté du 26 janvier 2006 et confirmé par : Test EVAC 3 cat 1 et 2
Réalisation diagnostic	Responsable de chantier	1	Fourgons	2	
☞ Détection de la zone	Operateur	1	Détecteur multi sondes	1	
☞ Analyses des données magnétiques	Géophysicienne	1	GPS Spectra Promark800 Logiciel d'interprétation	1	
Poste	Moyens	Matériel		Nb	Remarques
Sécurité incendie	Plan de secours	Extincteurs véhicules Extincteurs 5 kg Extincteurs 1.5 kg		1 1	Par véhicule et équipe
Transmission		Radio Téléphone portable		1 1	Nombre en fonction des postes
Santé	Les personnels Sauveteurs Secouriste du Travail sont répertoriés dans l'ESP	Trousse de premier secours			Par équipe au moins 1 SST
Secours	Les services de secours				



4. REALISATION DIAGNOSTIC

4.1 Implantation zone diagnostic

Comme précisé dans les chapitre précédant, la zone comporte des blockhaus qui ne permettent pas la réalisation du diagnostic dessus et dans une périphérie.

Le second élément est la végétation très dense sur certaines zones qui ne permettait pas la progression de personnel avec l'équipement. Seules les zones de champs ont été couvertes.

La réalisation du diagnostic en deux phases est la conséquence de la libération des cultures.



4.2 Réalisation de la détection magnétique.

Pour la réalisation du pré diagnostic magnétique, nous avons utilisé une seule méthode de la géophysique.

- **Description Géophysique – magnétométrie**

La géophysique est une science qui étudie les paramètres physiques de la terre à partir de grandeurs physiques mesurables en surface. Ces méthodes sont dites potentielles, car elles satisfont aux équations de Laplace. Il y a deux types de méthodes potentielles :

- ➔ La méthode potentielle gravimétrique qui s'attache à étudier les variations spatiales du champ de pesanteur, afin de comprendre les répartitions de densité dans le sous-sol.
- ➔ La méthode potentielle magnétique correspond à l'étude des variations spatiales de l'intensité du champ magnétique, afin d'en déduire l'agencement des aimantations dans le sous-sol. C'est cette dernière méthode qu'utilise CARDEM.

L'intensité du champ magnétique varie dans le temps et dans l'espace. Les variations temporelles sont diverses activités solaires (orages magnétiques), variation diurne, variation séculaire... A l'échelle locale il peut également y avoir des variations temporelles par le mouvement d'objets aimantés (passages de véhicules).



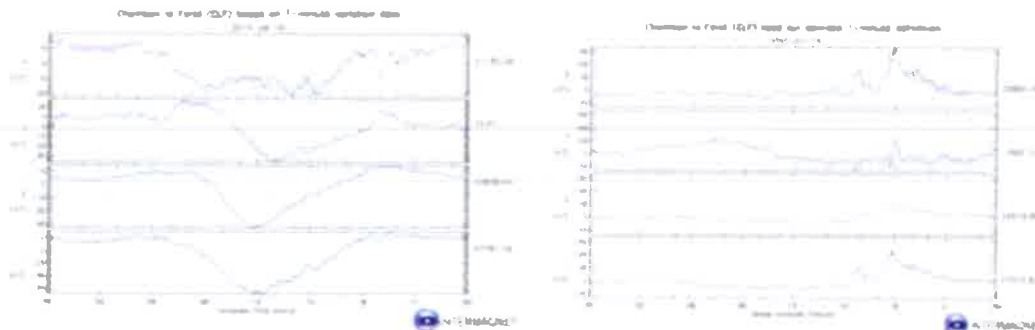


Figure 1 : Les deux graphiques représentent les trois composantes du champ magnétique (X Y Z) ainsi que son intensité (F) à Chambon la Forêt. Les tracés correspondent aux enregistrements du 5 août 2014, un jour d'activité solaire calme et au 14 juillet 2014 lors d'une forte activité solaire. L'amplitude des variations de l'intensité magnétique augmente de 100 nT (10^{-9} Tesla) lors de fortes activités solaire. (Ces tracés proviennent d'Intermagnet (International Real-time Magnetic Observatory Network) qui est un réseau scientifique international de stations magnétiques enregistrant le champ magnétique terrestre à la surface de la terre, <http://www.intermagnet.org>.)

L'intensité du champ magnétique varie également dans l'espace. Lorsqu'une mesure est faite, celle-ci correspond à la somme vectorielle du champ magnétique terrestre dû au mouvement de fer et de nickel liquide dans le noyau externe terrestre ainsi que le champ magnétique dû à la présence d'aimantations dans le sous-sol.

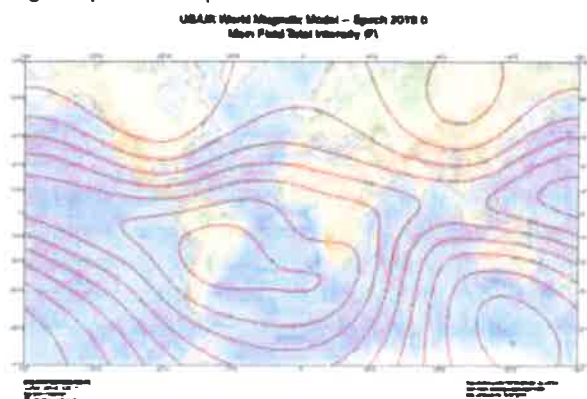


Figure 2 : Carte de l'intensité du champ magnétique terrestre en nT (10^{-9} Tesla). L'intensité est maximum aux pôles magnétiques 60 000 nT et minimum à l'équateur magnétique 25 000 nT. Source : http://www.ngdc.noaa.gov/geomag/WMM/data/WMM2010/WMM2010_F_MERC.pdf

L'aimantation est une grandeur vectorielle au même titre que le champ magnétique. Cette grandeur s'exprime en $A.m^2$ (dans l'échelle MKSA). En géophysique, ces deux vecteurs sont définis par une intensité et deux angles, la déclinaison et l'inclinaison. La déclinaison est l'angle dans le plan horizontal entre la composante horizontale de l'aimantation et la direction du nord géographique. L'inclinaison est l'angle dans le plan vertical, entre le vecteur aimantation et l'horizontale.

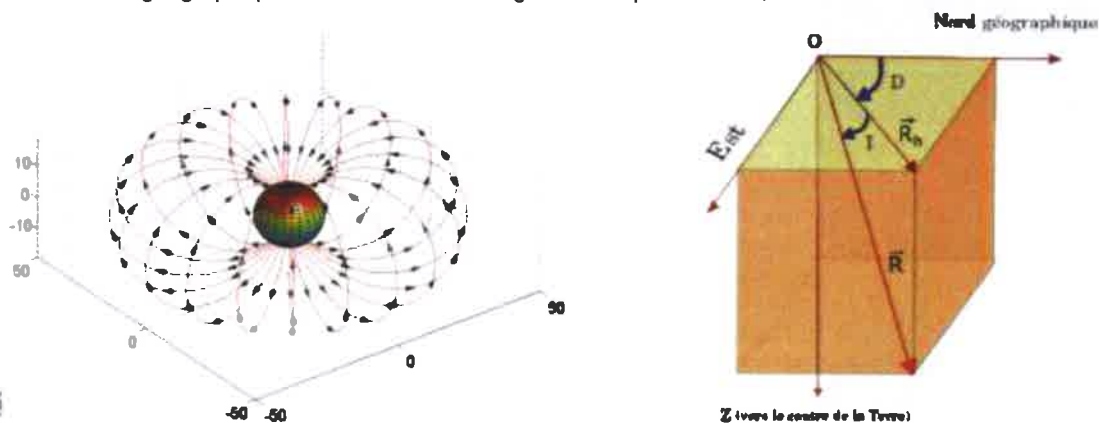


Figure 3 : L'image de gauche représente dans l'espace les lignes d'un champ magnétique dipolaire orientées du pôle Sud au pôle Nord géomagnétique (d'après Fleury, 2011). L'image de droite représente un schéma indiquant la définition de la déclinaison et de l'inclinaison par rapport au référentiel géographique.

Il existe deux types d'aimantations dans la nature :

- **Aimantation Induite**, l'intensité et la direction du vecteur aimantation sont dépendantes du champ magnétique local actuel.
- **Aimantation rémanente**, l'intensité et la direction du vecteur aimantation sont indépendantes du champ magnétique local actuel. Cette propriété est présente dans la famille des matériaux ferromagnétiques telle que le fer, le cobalt ...

Lors d'une mesure, les capteurs enregistrent la norme de la somme vectorielle du champ régional \vec{R} et du champ d'anomalie \vec{F} en un point. Dans la pratique, le calcul du champ d'anomalie \vec{F} n'est pas possible, mais il est possible de retrouver son intensité F . En effet, le champ régional \vec{R} est connu par le biais de modèles tels que l'IGRF (International Geomagnetic Reference Field, Finlay et al. 2010). L'intensité du champ d'anomalie s'écrit

$$F = \|\vec{R} + \vec{F}\| - \|\vec{R}\|. \quad (1)$$

$$F = \sqrt{\vec{R}\vec{R} + 2\vec{F}\vec{R} + \vec{F}\vec{F}} - R = R \left(\sqrt{1 + 2\frac{F}{R}\cos(\vec{R}, \vec{F}) + \left(\frac{F}{R}\right)^2} - 1 \right) \quad (2)$$




En posant l'hypothèse d'une intensité de l'anomalie magnétique F petite par rapport à l'intensité du champ magnétique régional $R \ll R$, on obtient par développement limité à l'ordre un

$$F \approx F_1 = F \cos(\vec{R}, \vec{F}). \quad (3)$$

Cette équation correspond à la projection du champ d'anomalie \vec{F} , dans la direction du champ régional \vec{R} . Des modélisations ont été effectuées afin de quantifier l'erreur commise par cette approximation (Fleury, xx ; Nodot, xx). Par exemple pour un cas où l'hypothèse $F \ll R$ n'est pas satisfaite, avec une intensité du champ d'anomalie F de 50 000 nT et pour une intensité du champ régional R de 47 000 nT. La différence obtenue entre l'intensité de l'anomalie magnétique et l'approximation F_1 est de 8 102 nT soit une différence de 16.2% (d'après Nodot, 2014).

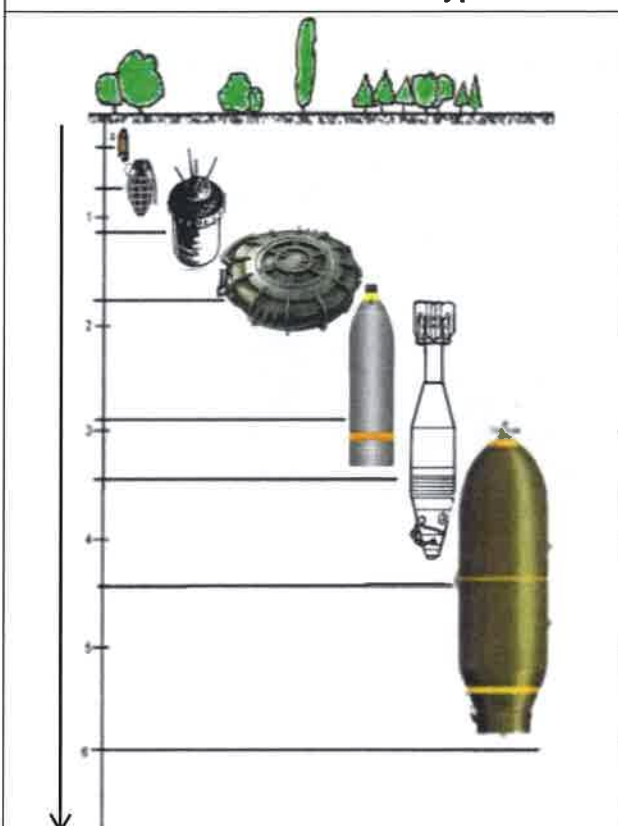
• Matériel utilisé

Pour la réalisation d'un diagnostic magnétique dont l'orientation de conclusion est vers les résultats de l'étude historique, nous avons utilisé un magnétomètre à quatre sondes.

<p>Magnétomètre</p> 	 <p>Les capteurs employés sont des capteurs de type fluxgate (Bartington, MAG-03MC). Leurs avantages sont leur faible poids 100g, la fréquence d'acquisition peut-être élevée et le vecteur champ magnétique est mesuré (pas uniquement sa norme). Un magnétomètre scalaire à vapeur de césium ou un second appareil fixe fulgate est également utilisé afin de mesurer les variations temporelles sur la zone en un point</p> <p>Capteur fluxgate MAG-03MC. fixe.</p>
<p>GPS</p> 	<p>Le magnétomètre (système d'acquisition) est relié à une antenne de géolocalisation par satellite : le ProMark800 de la marque Spectra. Contrairement à la plupart des antennes GNSS (<i>global navigation satellite system</i>) du marché, le ProMark800 n'utilise pas seulement les satellites du système GPS (32 satellites mis en place par les Etats-Unis) mais aussi ceux du système GLONASS (23 satellites mis en place par la Russie) et du système GALILEO (4 satellites pour le moment, en cours de mise en place par l'Europe).</p> <p>La multitude des satellites utilisés (59 en tout), permet à l'antenne de calculer une position même dans de mauvaises conditions (présence d'obstacles comme des arbres ou des bâtiments obstruant l'accès à une partie de la constellation de satellites).</p>
<p>NOTA :</p> <p>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.</p>	

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.</p> <p>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.</p> <p>Les enfouissements de petites munitions sont difficilement repérables suivant leur profondeur.</p> <p>Exemple : un obus de 2 cm à 2 mètres est impossible de l'identifier magnétiquement au vu des capacités des appareils actuels.</p> <p>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.</p> <p>Exemple : un massif béton ferrailé peut cacher une anomalie magnétique type bombe d'aviation</p>	

• Méthodologie de la détection

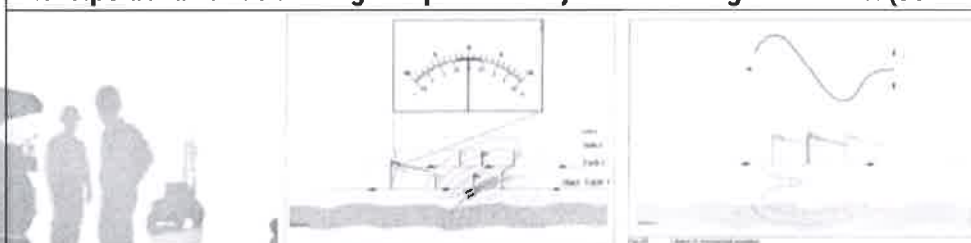
Description technique des matériels utilisés pour la magnétométrie

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 :

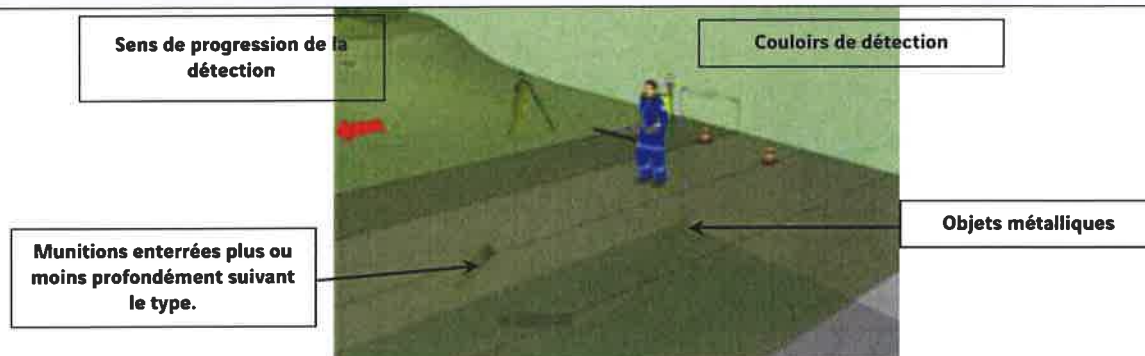
Principe de la détection d'une zone :

L'opérateur progresse dans les zones et couloirs de 2 mètre qu'il a défini préalablement, afin d'enregistrer toutes les variations magnétique du terrain.

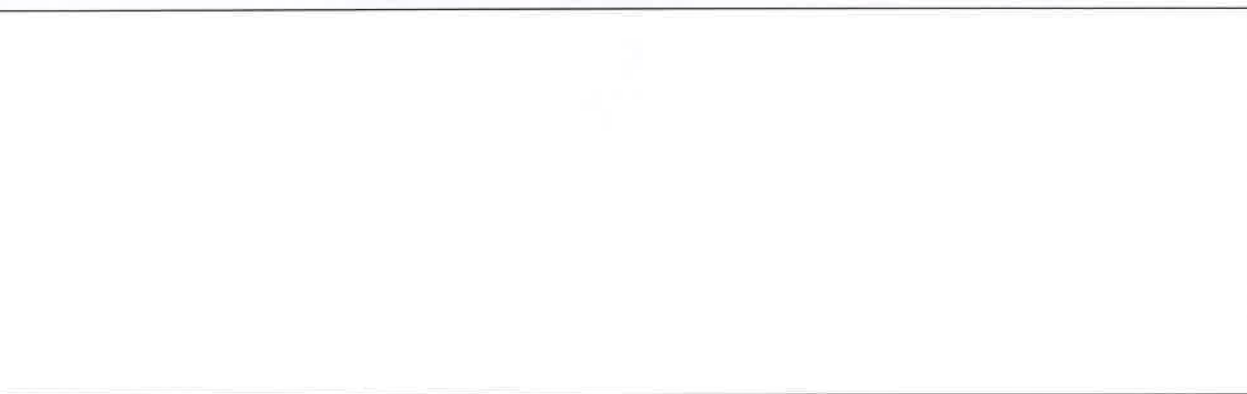
ENSUITE

Une analyse des données magnétique est réalisée par un géophysicien

Schéma de principe de la détection :



Application terrain :



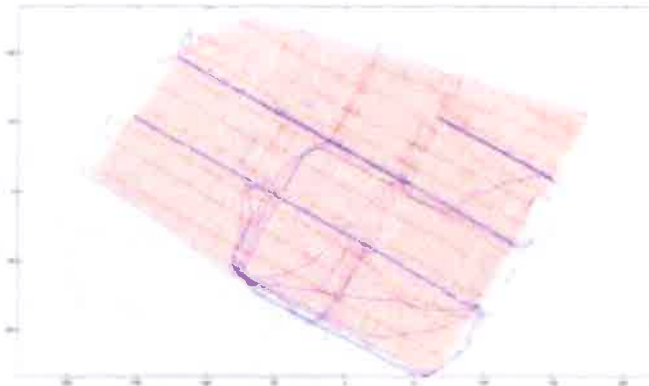
4.3 Analyse des données magnétiques.

- **Méthodologie de la détection**

Contrairement à de nombreuses entreprises nous n'utilisons pas de système de mesure « clef en main » mais avons conçu le nôtre, parfaitement adapté aux exigences de nos clients en matière de précision et d'efficacité et modulable en fonction du terrain. Il en va de même avec le système d'interprétation.

Chez CARDEM, notre ingénieur géophysicien interprète manuellement les anomalies ce qui permet de les étudier au cas par cas et ainsi éviter les erreurs.

Dans un premier temps l'interprétation des données consiste à vérifier la géolocalisation des données magnétiques.



Localisation des données acquises sur un terrain. La surface couverte était de 54 641 m², soit une distance parcourue de 36 km. Les lignes rouges correspondent aux données conservées pour calculer une carte.

La phase suivante du traitement est l'étalonnage des données, c'est-à-dire que l'on corrige les défauts des capteurs et l'effet des aimantations portées avec le système de mesure (Munsch et al. 2007). Désormais, les variations de l'intensité du champ magnétique restantes sont liées à des variations d'aimantations dans le sous-sol. Puis un calcul de grille est effectué. Les paramètres de cette grille sont choisis en fonction de la distance des capteurs ainsi que de l'objectif de la prospection, objets anthropiques à faibles profondeurs, structures géologiques ... La méthode employée pour le calcul de la grille est l'algorithme conçu par J. d'Errico (d'Errico, 2006).

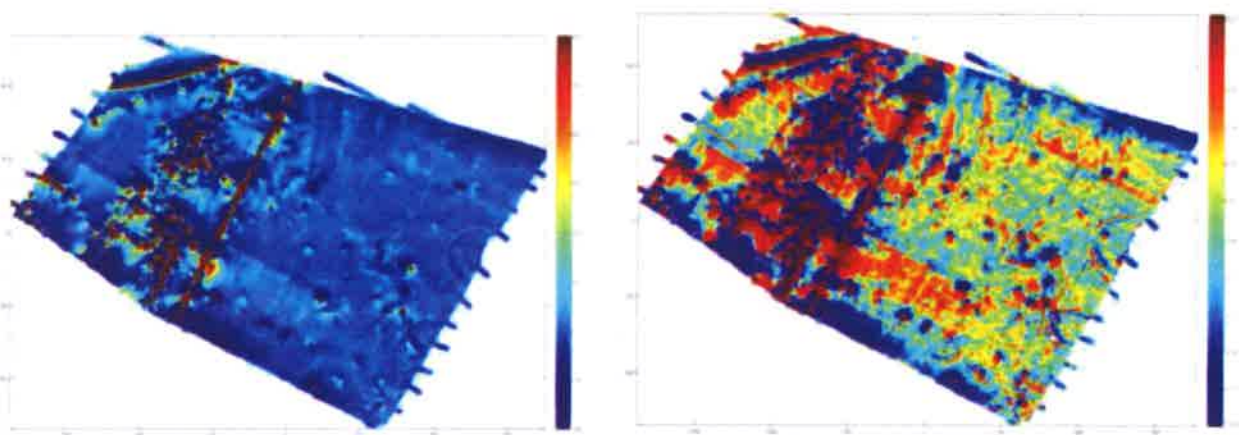


Figure 4 : Ces deux cartes représentent l'intensité de l'anomalie magnétique. La carte de gauche est en représentation classique. La carte de droite est en équi-population, c'est-à-dire que chaque couleur de la palette occupe sur l'image la même surface. Cette représentation permet de donner plus de poids aux anomalies de faible amplitude. L'axe des abscisses s'étend de -200 m à 200 m et l'axe des ordonnées de -150 m à 130 m. L'unité de l'échelle de couleur s'exprime en nT (10^{-9} Tesla).

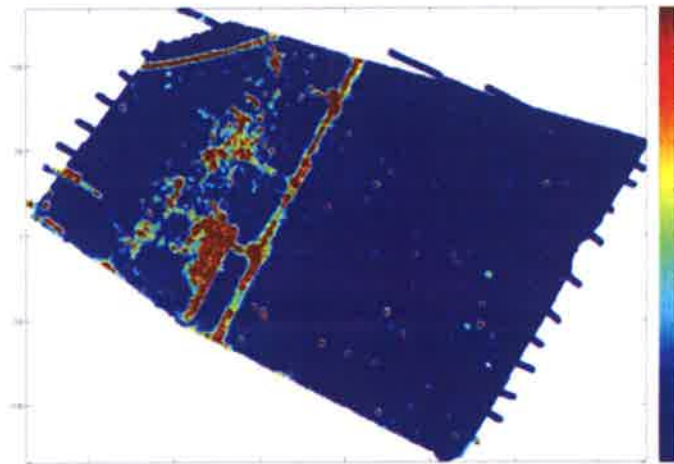


Une fois obtenue la carte de l'intensité de l'anomalie magnétique, vient la phase d'application des opérateurs des méthodes potentielles. Les opérateurs sont des outils mathématiques qui permettent de mettre en évidence des contrastes d'aimantation, les directions d'aimantations, les géométries des sources ...

L'opérateur souvent employé lors des interprétations est celui du signal analytique. Il permet de mettre en évidence les limites géométriques des sources à l'origine d'anomalies magnétiques. L'expression mathématique du signal analytique vectoriel s'écrit sous la forme

$$SA(x, y) = \sqrt{\left(\frac{\partial F_1(x, y)}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial F_1(x, y)}{\partial y}\right)^2 + \left(\frac{\partial F_1(x, y)}{\partial z}\right)^2} \quad (1)$$

Avec F_1 la carte du champ magnétique qui correspond à une matrice.



Carte du signal analytique. Cette carte est seuillée à 50 nT/m.

La dernière phase consiste à l'inversion des données afin d'obtenir les informations sur la localisation et sur l'aimantation des sources présentes dans le sous-sol. L'inversion consiste à calculer les quatre paramètres permettant de minimiser l'écart entre le signal analytique obtenu pour une source dipolaire et celui résultant des données. Les quatre paramètres sont la localisation et l'intensité du vecteur aimantation.

Bibliographies

- D'Errico J. R., 2006.** Understanding Gridfit. <http://www.mathworks.com/matlabcentral/fileexchange/8998-surface-fitting-using-gridfit>
- Fleury S., 2011.** Méthode magnétique appliquée à l'exploration multi-échelle du Bassin de Franceville. Thèse de doctorat de l'Université de Strasbourg.
- Munsch M., Boulanger D., Ulrich P., Bouiflane M., 2007.** Magnetic mapping for the detection and characterization of UXO: use of multi-sensor fluxgate 3-axis magnetometers and methods of interpretation. *Journal of Applied Geophysics* 61, 168–183.
- Nodot E., 2014.** Détection et caractérisation d'objets anthropiques par méthodes géophysiques et en particulier par méthode magnétique. Thèse de doctorat de l'Université de Strasbourg.



5. RESULTATS DIAGNOSTIC MAGNETIQUE

La zone du projet DLI comporte encore les vestiges des Blockhaus de la seconde guerre mondiale dont les informations ci-dessous ont été reprises sur internet.

<http://www.fortiff.be/regelbau/index.php?page=a54>



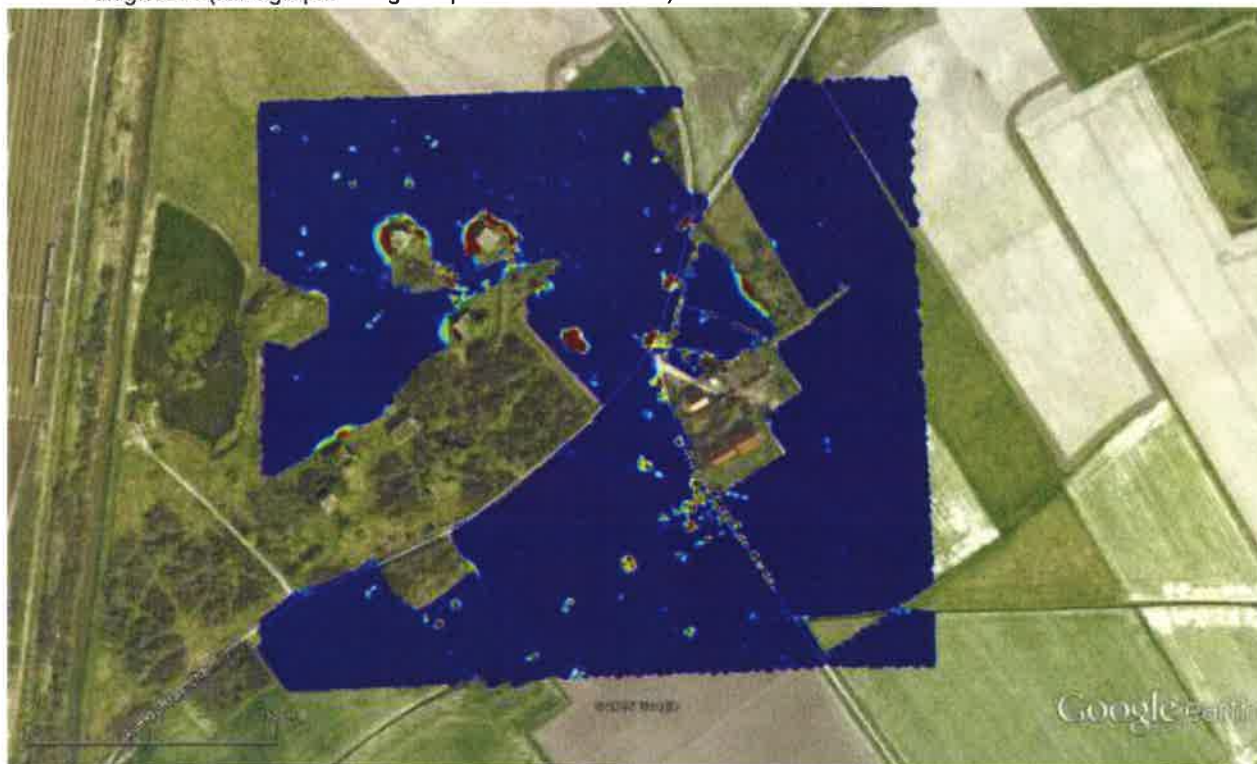
Type	Libellé	Latitude	Longitude	Altitude
OB	Encuvement pour un canon de campagne	51.005663	2.203354	3 m
OB	Encuvement pour un canon de campagne	51.005496	2.201481	3 m
OB	Encuvement pour un canon de campagne	51.005761	2.202464	3 m
OB	Encuvement pour un canon de campagne	51.004442	2.201213	3 m
R669	Abr de combat pour un cano de campagne ouverture 60°	51.005995	2.202917	3 m
R669	Abr de combat pour un cano de campagne ouverture 60°	51.005895	2.202163	3 m
R669	Abr de combat pour un cano de campagne ouverture 60°	51.005342	2.201189	3 m
R622	Blockhaus R622 abr d'hébergement pour un bataillon	51.004669	2.202155	3 m
R622	Blockhaus R622 abr d'hébergement pour un bataillon	51.005637	2.202944	3 m
R502	Abr pour l'hébergement de 20 hommes	51.004921	2.202674	3 m
R134	Soute à munitions	51.005198	2.203286	3 m
R134	Soute à munitions	51.004429	2.202146	3 m
R134	Soute à munitions	51.004646	2.203020	3 m
V58c	Tobruk pour une arme automatique à 360°	51.005522	2.203679	3 m
V58c	Tobruk pour une arme automatique à 360°	51.004491	2.200610	3 m
Vf Plakstand	Abr pour un canon antiaérien	51.002833	2.203968	1 m
FA Unterstand	Magasin approximatif de type FA	51.004866	2.203259	3 m
FA Unterstand	Magasin approximatif de type FA	51.004873	2.202917	3 m
FA Unterstand	Magasin approximatif de type FA	51.005212	2.203494	3 m
FA Unterstand	Magasin approximatif de type FA	51.005131	2.203621	3 m
FA Unterstand	Magasin approximatif de type FA	51.004172	2.201874	2 m



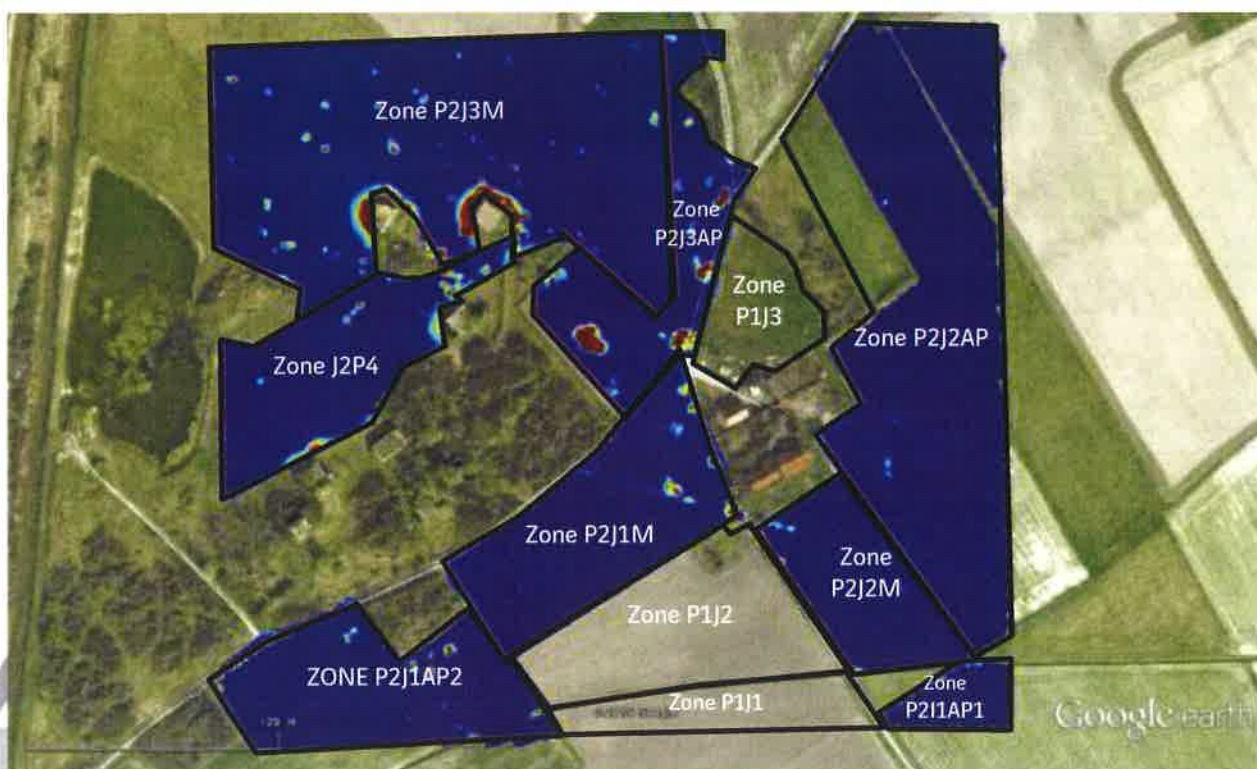
Le diagnostic fut réalisés sur les zones de cultures libérées, concernant les zones non couvertes celle-ci étaient :

- Soit le zone des blockhaus
- Soit des zones en friche
- Soit la zone de la ferme
- Soit des zones encore en culture.

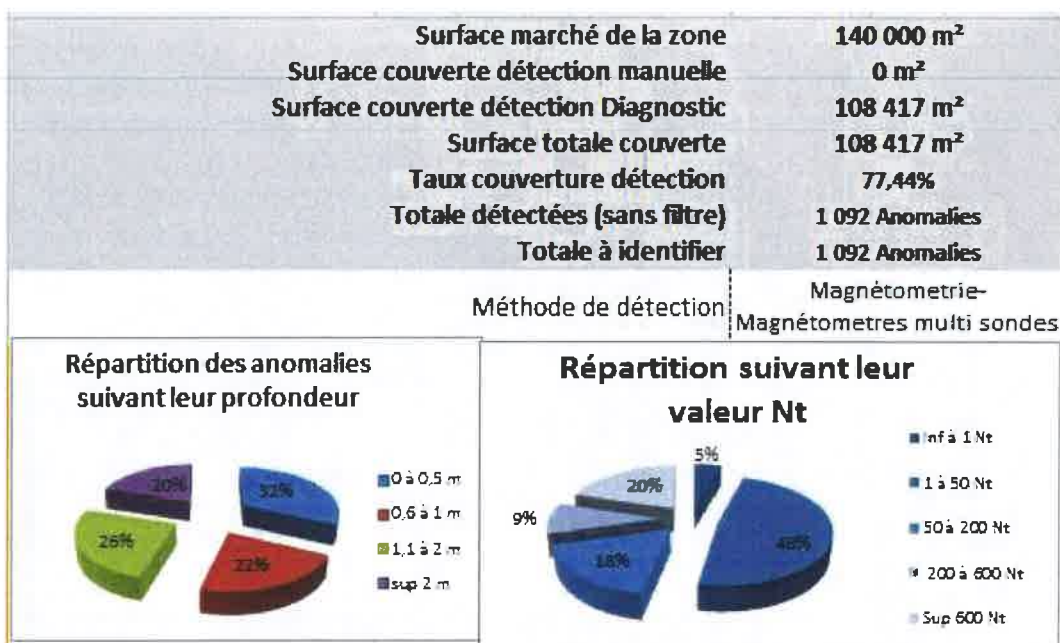
Résultat du diagnostic (cartographie magnétique seuillée à 200 Nt)



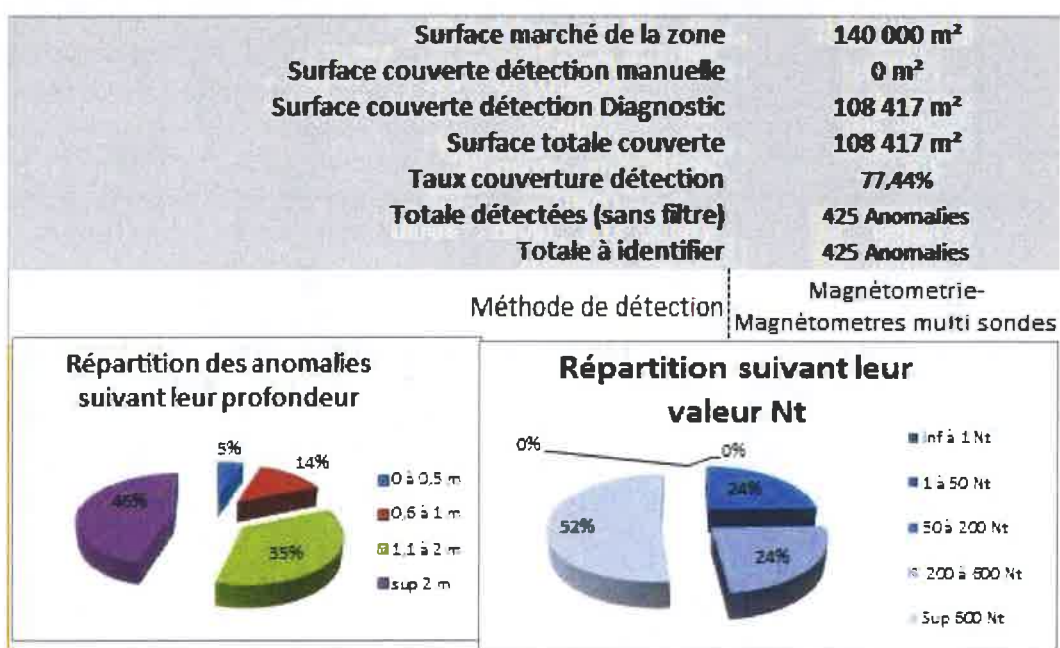
La zone fut découpée en plusieurs cartographies magnétiques.



Voici un premier récapitulatif des anomalies magnétiques sur le terrain (sans filtre de valeur)



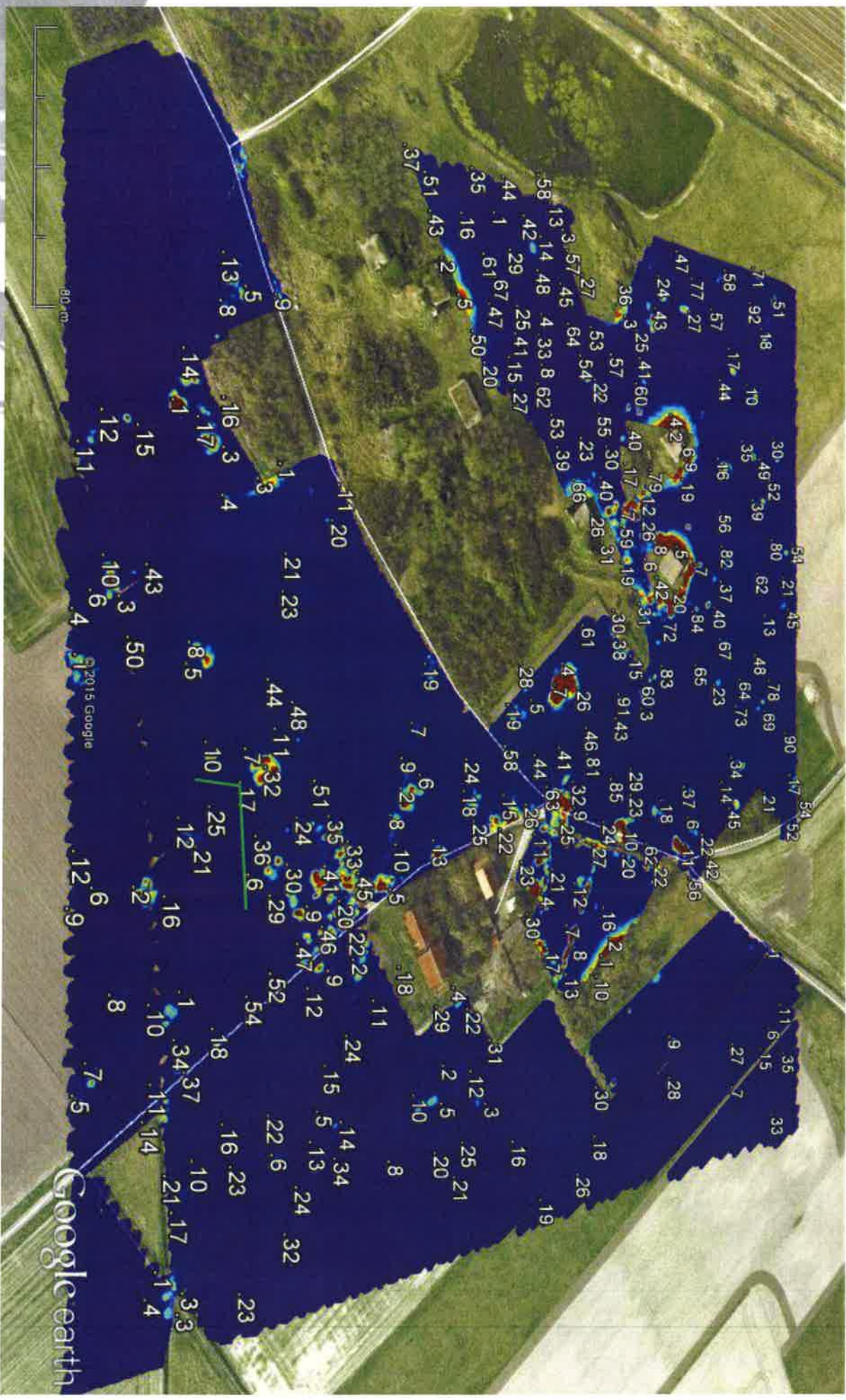
Ce second tableau donne les anomalies supérieures à 100 Nt (valeur minimum d'une bombe de 250Lbs.).



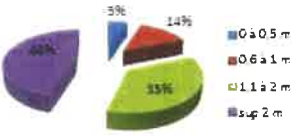
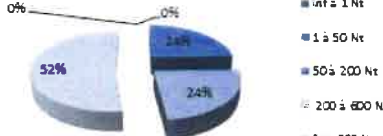
Le récapitulatif ci-dessus démontre la répartition des anomalies magnétiques suivant leur valeur et à titre indicatif leur profondeur. On note la que plus de 50% des anomalies sont supérieurs à 600 Nt qui est la valeur maximale de la fourchette concernant les bombes de 250 Kg.

Ces anomalies peuvent de par leur valeur masquer la présence d'une anomalie dont la valeur peut être plus pou moins inférieure.





Voici le récapitulatif et les tableaux des anomalies pour l'ensemble des cartographies

Surface marché de la zone Surface couverte détection manuelle Surface couverte détection Diagnostic Surface totale couverte Taux couverture détection Totale détectées (sans filtre) Totale à identifier		140 000 m² 0 m² 108 417 m² 108 417 m² 77,44% 425 Anomalies 425 Anomalies
Méthode de détection		Magnétometrie- Magnétometres multi sondes
Répartition des anomalies suivant leur profondeur 		Répartition suivant leur valeur Nt 
Zone Travaux		1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11
Surface Anomalie/Km²		TOTAL 108 417 m² 1/306,70 m²
Anomalies assimilables à des munitions de type : Petites munitions (2cm -37 mm) Artillerie Petits calibres-mine Artillerie mortier-Petite bombe Grosse artillerie -Bombe Très grosses Bombes		TOTAL 0 0 104 101 220
Valeur Nanotesla 0 à 1 Nt 1 à 50 Nt 50 à 200 Nt 200 à 600 Nt Sup 600 Nt		Nb 0 0 5 3 4
TOTAL		425 Anomalies suspectes
Profondeur de découverte Artillerie Petit calibre-mine Artillerie mortier Artillerie - petite bombe Grosse artillerie -Bombe		Nb 0 1 5 5
Profondeur 0 à 0,5 m 0,6 à 1 m 1,1 à 2 m sup 2 m		Nb 11 12 12
TOTAL		425 Anomalies



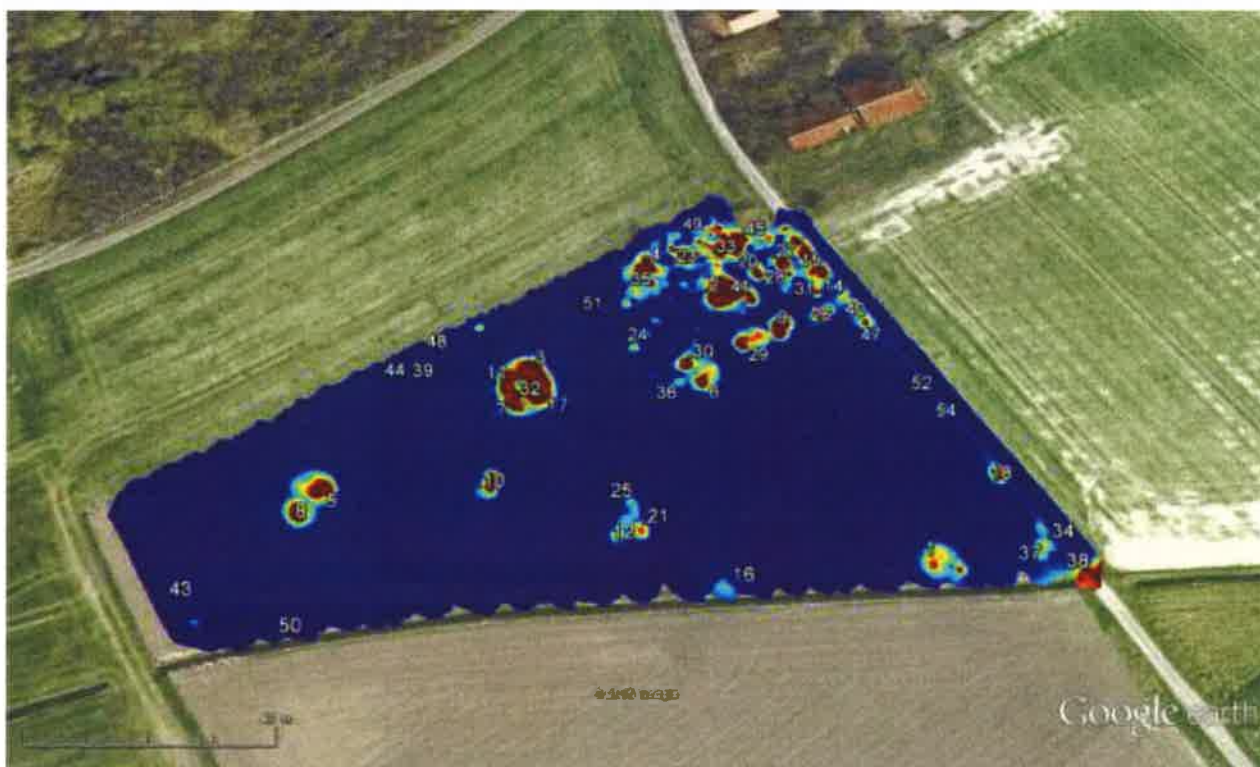


Point	Coordonnées WGS 84 décimal		Profondeur (m)	Aimantation (nT)	Commentaire
	Latitude (°)	Longitude (°)			
1	51,00376716	2,20452642	3,07	5 177	
2	51,00408119	2,205426975	1,72	1 421	
3	51,00379521	2,204206354	1,88	1 202	
4	51,00372879	2,204340011	2,61	890	
5	51,0040471	2,206317381	1,59	462	
6	51,00392609	2,205515348	3,39	333	
7	51,00406899	2,206228421	1,04	280	
8	51,00408428	2,205892424	0,85	190	
9	51,00391104	2,2055608	2,44	180	
10	51,00421002	2,205947613	1,38	165	
11	51,00426897	2,206284518	1,13	150	
12	51,00390812	2,20542919	2,07	123	

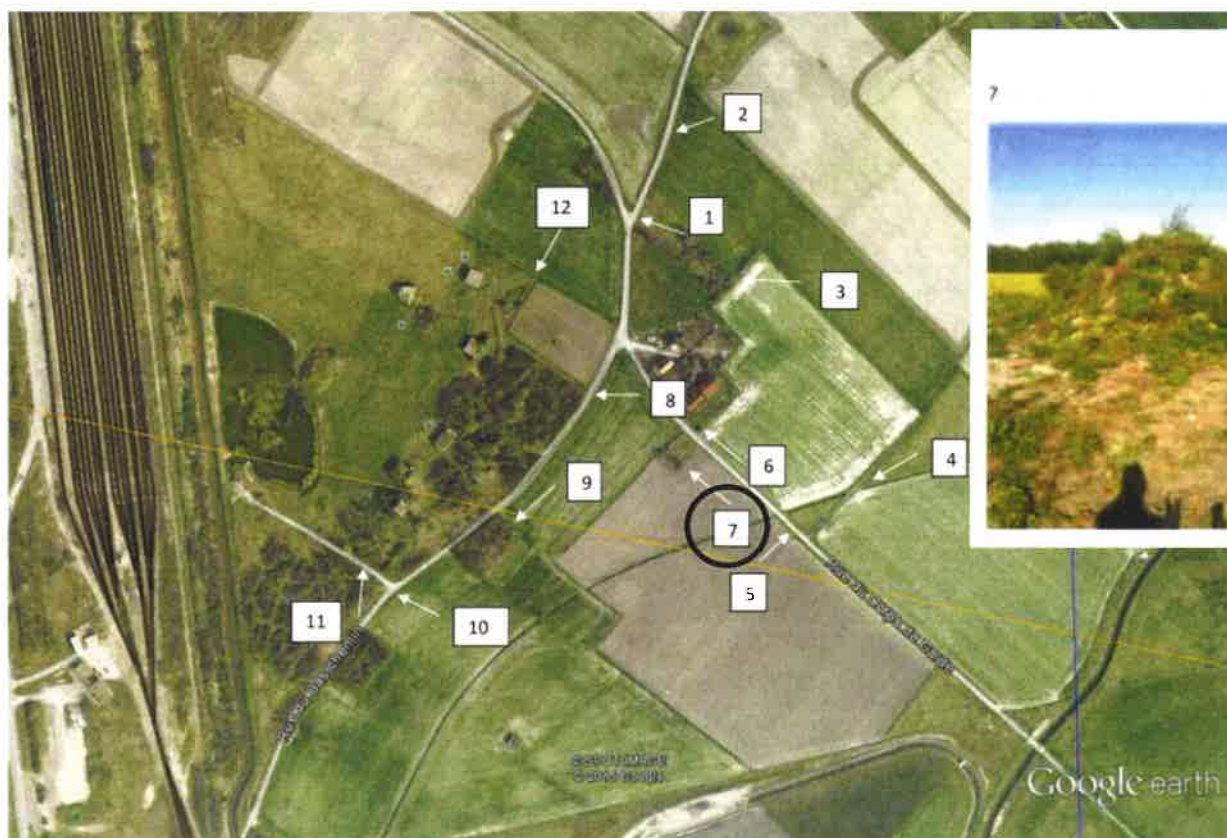


Cartographie P1J2

La partie en haut à droite est une zone comportant des vestiges d'infrastructures. Le gros point central est une suspicion de vestige d'infrastructure mais plus profond (autour des 2 m)



Plan photos



Point	Coordonnées WGS 84 décimal		Profondeur (m)	Aimantation (nT)	Commentaire
	Latitude (°)	Longitude (°)			
1	51,0042499	2,205901726	4,2	12 386	
2	51,00463678	2,205212368	2,8	9 923	
3	51,00441543	2,20477103	2,7	9 159	
4	51,00466797	2,204988037	2,9	6 105	
5	51,00412254	2,204360104	2,4	4 172	
6	51,00446892	2,205229515	2,1	2 063	
7	51,0043275	2,20472815	3,7	2 030	
8	51,00407846	2,204329447	1,8	1 969	
9	51,00459859	2,205395962	1,6	1 965	
10	51,00420359	2,204772817	1,9	1 886	
11	51,00437753	2,204730245	1,4	1 407	
12	51,00417211	2,205127788	2,3	1 287	
13	51,00466968	2,205210658	1,5	1 255	
14	51,00469089	2,205549045	1,8	1 052	
15	51,00473479	2,205472934	1,3	1 008	
16	51,00412453	2,205412667	-4,4	980	
17	51,00437614	2,20482236	-3,6	922	
18	51,00442452	2,206022957	1,5	861	
19	51,00471673	2,205118698	-3,3	809	
20	51,00470359	2,205300078	1,4	750	
21	51,00418476	2,205175641	1,6	614	
22	51,00476623	2,205420103	0,6	573	
23	51,00470625	2,205086385	1,1	526	
24	51,00450308	2,205025627	-3,5	503	
25	51,00422385	2,205138912	1,8	480	
26	51,00464457	2,20549202	1,3	470	
27	51,00473746	2,205362129	0,8	455	
28	51,00468303	2,205384548	1,7	427	
29	51,0045568	2,205307424	0,8	410	
30	51,00449311	2,205175333	0,9	405	
31	51,004696	2,205467867	1,2	398	
32	51,0043513	2,204759306	0,8	337	
33	51,0047142	2,205161215	1,0	329	
34	51,00432151	2,206158024	-3,4	277	
35	51,00461398	2,204989361	1,5	268	
36	51,00442938	2,205136697	1,7	251	
37	51,0043046	2,206150651	1,2	243	
38	51,00429019	2,206269577	0,8	231	
39	51,00438235	2,204439576	2,5	227	
40	51,00465321	2,205620864	0,9	206	
41	51,00464878	2,205300302	0,6	198	
42	51,0047584	2,205188955	0,5	180	
43	51,00391837	2,204159748	2,0	175	
44	51,00435531	2,204415206	2,5	174	
45	51,00476477	2,205227373	0,6	171	

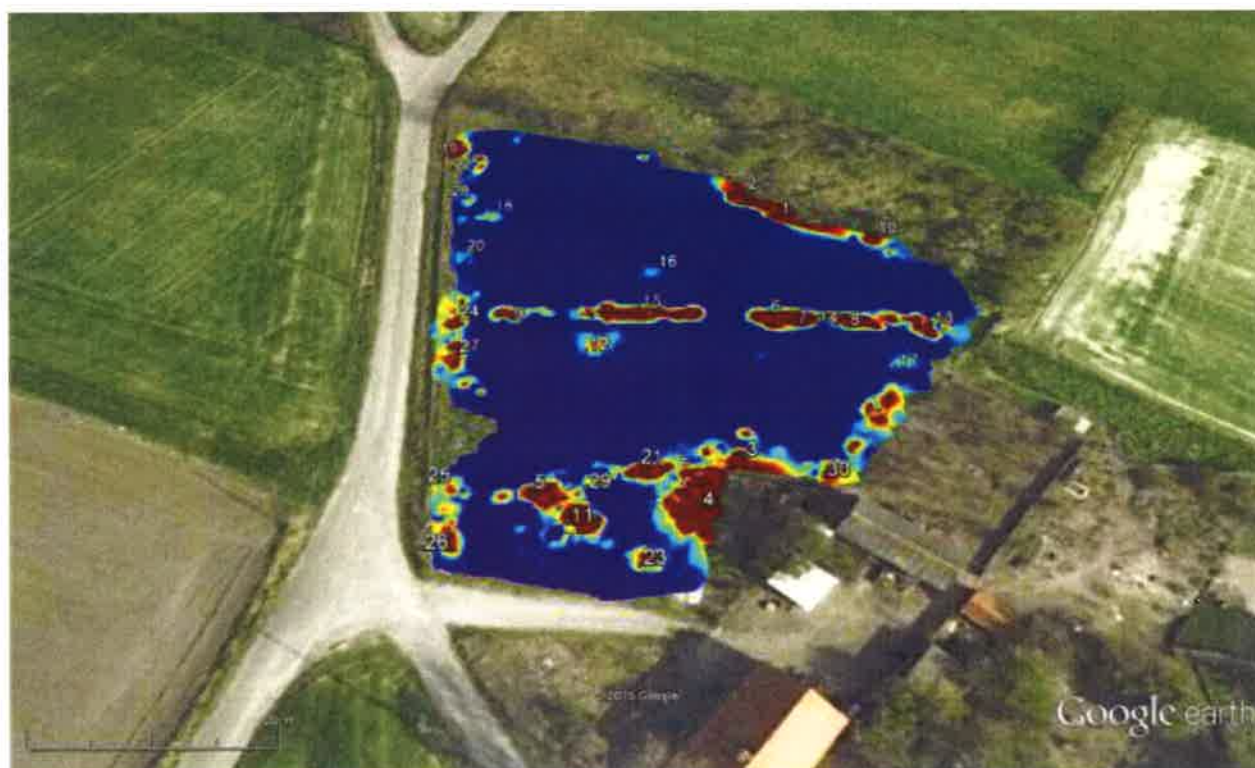
46	51,00468331	2,205577595	0,8	151	
47	51,00460938	2,205676431	-3,5	151	
48	51,00440333	2,204507358	2,2	138	
49	51,00474738	2,205050186	-2,9	137	
50	51,00390203	2,204418031	2,2	133	
51	51,00454982	2,204917719	-4,1	127	
52	51,00453782	2,205828611	1,7	121	
53	51,00465769	2,205514761	0,7	118	
54	51,00451445	2,205862025	0,9	113	
55	51,0047161	2,205047505	-2,3	104	
56	51,00391312	2,204443512	-3,5	103	



Cartographie P1J3

Cette cartographie comporte les vestiges de clôtures ainsi que les vestiges de la ferme

Photo Géo portail



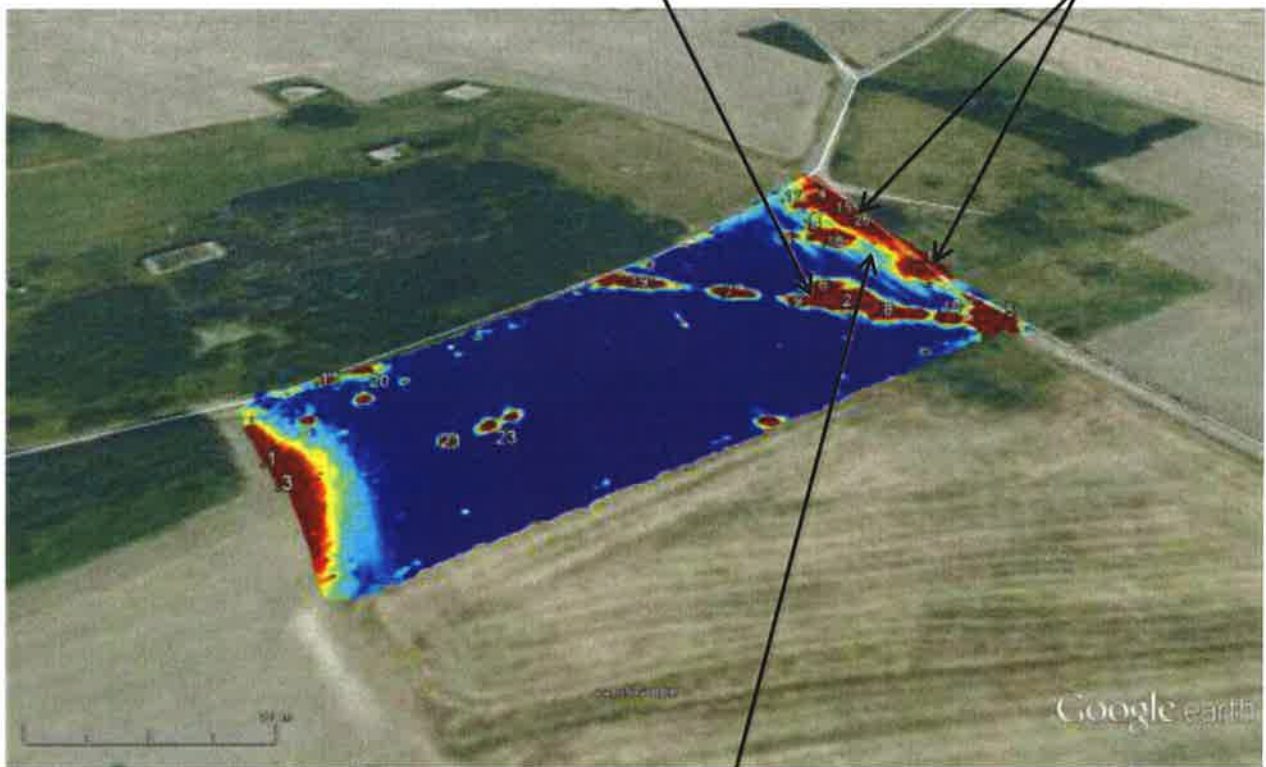
Point	Coordonnées WGS 84 décimal		Profondeur (m)	Aimantation (nT)	Commentaire
	Latitude (°)	Longitude (°)			
1	51,00595562	2,20533161	3,5	87 218	
2	51,00599313	2,20527078	2,6	27 642	
3	51,00558219	2,205125267	2,7	17 472	
4	51,00554547	2,205064762	1,3	12 297	

5	51,00556924	2,204852188	2,2	8 903	
6	51,00577145	2,205231354	2,1	8 441	
7	51,00576554	2,205285699	1,6	4 869	
8	51,00575558	2,205368166	1,7	4 325	
9	51,00581607	2,204824742	1,9	4 054	
10	51,00588628	2,205465284	1,9	3 169	
11	51,00554251	2,204893943	0,8	2 437	
12	51,00575633	2,204955638	1,6	1 191	
13	51,0057302	2,205478303	1,0	856	
14	51,00576122	2,205345644	0,8	846	
15	51,00579756	2,205028549	0,5	692	
16	51,00586066	2,20507135	1,7	661	
17	51,00568772	2,20541953	1,5	597	
18	51,00598987	2,204808372	1,3	537	
19	51,00613991	2,204757824	0,4	514	
20	51,00591874	2,204753777	1,6	413	
21	51,00558472	2,204998128	0,5	406	
22	51,00610448	2,204760674	1,2	333	
23	51,00549113	2,204978826	0,4	237	
24	51,00580948	2,204737571	0,2	213	
25	51,0055893	2,204724836	0,6	192	
26	51,00553103	2,204720259	0,2	161	
27	51,00575568	2,204735226	0,2	158	
28	51,00602388	2,204772828	0,6	136	
29	51,00557906	2,204923627	0,5	127	
30	51,0055616	2,205252869	0,2	123	



Cartographie P2J1M

Cette cartographie comporte les vestiges d'un probable réseau enterré ainsi que les perturbations par les poteaux et réseaux aériens.



Point	Coordonnées WGS 84 décimal		Profondeur (m)	Aimantation (nT)	Commentaire
	Latitude (°)	Longitude (°)			
1	51,00419476	2,203464584	5,3	47 724	
2	51,00491572	2,204767205	2,4	7 262	
3	51,00417416	2,203498233	3,1	6 579	
4	51,0053719	2,204644371	3,3	6 247	
5	51,00488707	2,20519884	1,8	5 831	
6	51,0049277	2,204693804	2,3	3 998	
7	51,00490197	2,204385748	3,3	3 021	
8	51,0048909	2,204868806	2,3	2 333	
9	51,00489688	2,204620242	3,0	2 071	
10	51,00488519	2,205051889	2,9	1 769	
11	51,00445289	2,203399698	3,6	1 604	
12	51,0051949	2,204683152	2,1	1 370	
13	51,00508794	2,20497437	0,7	1 301	
14	51,00520791	2,204642273	2,0	1 232	
15	51,00530623	2,204741668	1,2	1 023	
16	51,00538016	2,2047013	0,2	1 020	
17	51,00534633	2,204555792	2,7	863	
18	51,00517326	2,204684963	1,7	710	
19	51,00491117	2,20410179	1,9	662	
20	51,00449416	2,203476355	2,5	503	
21	51,00432308	2,203817933	1,1	303	
22	51,00529454	2,20477566	0,9	298	
23	51,00437829	2,203895211	1,5	286	
24	51,00515668	2,204516495	2,6	244	
25	51,00528626	2,204734044	0,6	194	



Cartographie P2J1AP1

Les anomalies cette petite cartographie sont regroupée en un seul endroit.

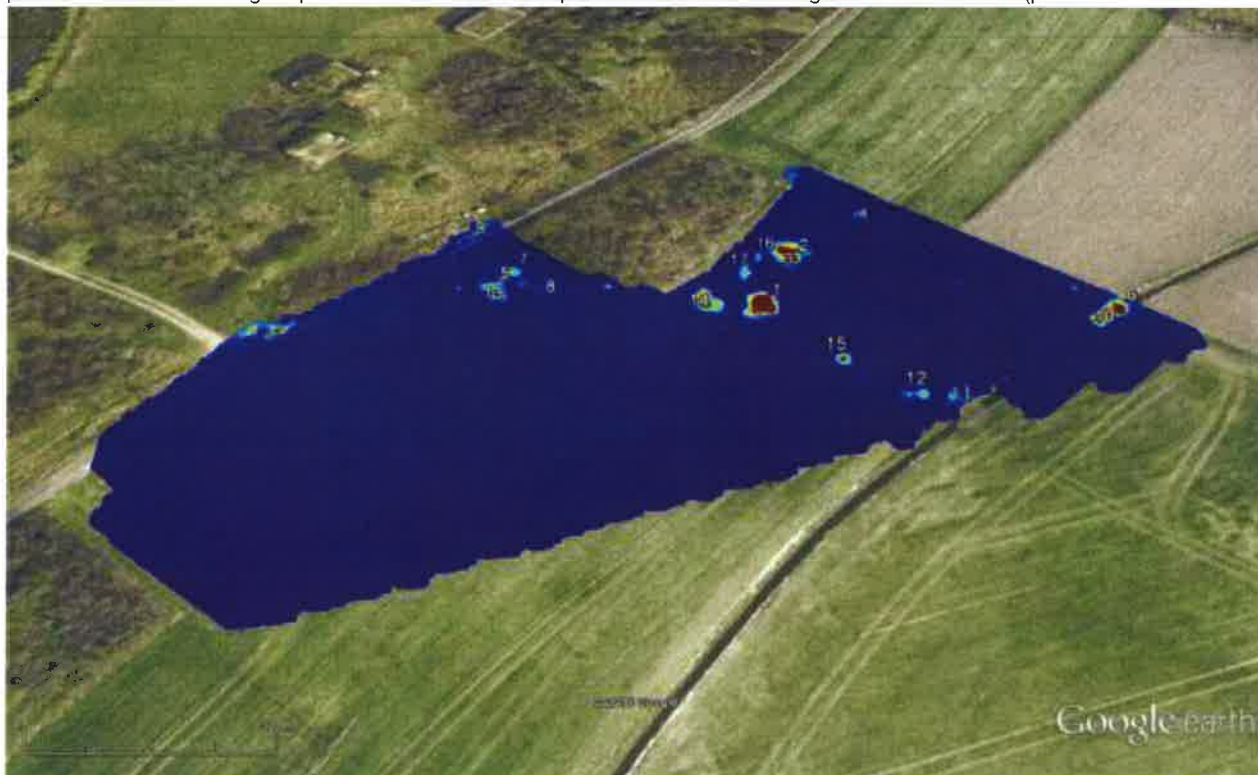


Point	Coordonnées WGS 84 décimal		Profondeur (m)	Aimantation (nT)	Commentaire
	Latitude (°)	Longitude (°)			
1	51,00440828	2,207050055	4,6	4 295	
2	51,00445321	2,207199302	2,5	2 616	
3	51,00445021	2,207186915	2,0	1 272	
4	51,00443571	2,20712275	1,2	390	



Cartographie P2J1AP2

La partie où se situent un regroupement d'anomalies est probablement des vestiges d'infrastructures (photo de 1953 ci-dessous)

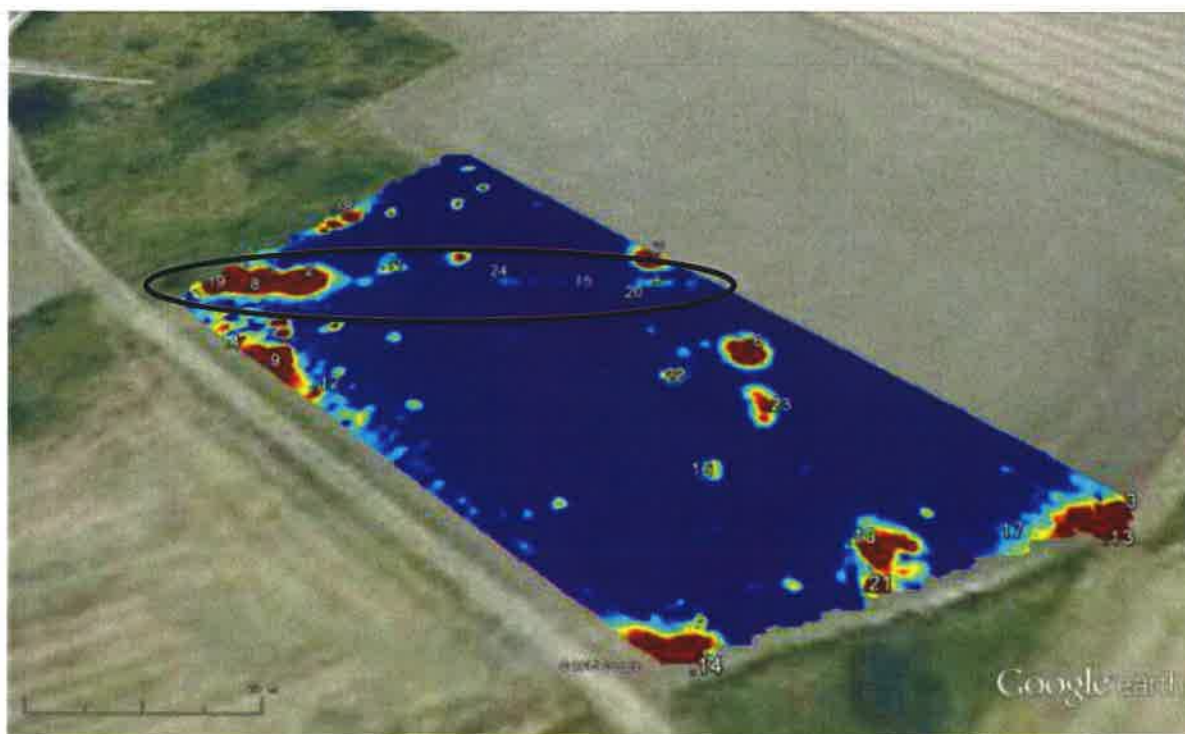


Point	Coordonnées WGS 84 décimal		Profondeur (m)	Aimantation (nT)	Commentaire
	Latitude (°)	Longitude (°)			
1	51,00386521	2,203316373	1,9	7 621	
2	51,00397176	2,203418687	2,0	4 387	
3	51,0039943	2,203407079	1,6	2 069	
4	51,00407561	2,203636423	1,9	1 226	
5	51,00394799	2,202656156	1,8	1 117	
6	51,00380103	2,204176621	0,9	1 007	
7	51,00398026	2,202703473	1,6	937	
8	51,00393532	2,202786732	2,2	849	
9	51,00409864	2,202631064	1,5	658	
10	51,00378087	2,204112643	0,8	401	
11	51,00364149	2,203689283	1,4	383	
12	51,00365083	2,203620278	1,1	349	
13	51,0039258	2,202675764	0,8	328	
14	51,00387575	2,203177112	0,4	315	
15	51,0037328	2,203467818	0,4	182	
16	51,00398259	2,203339584	0,9	177	
17	51,00394243	2,203294081	0,9	170	



Cartographie P2J2M

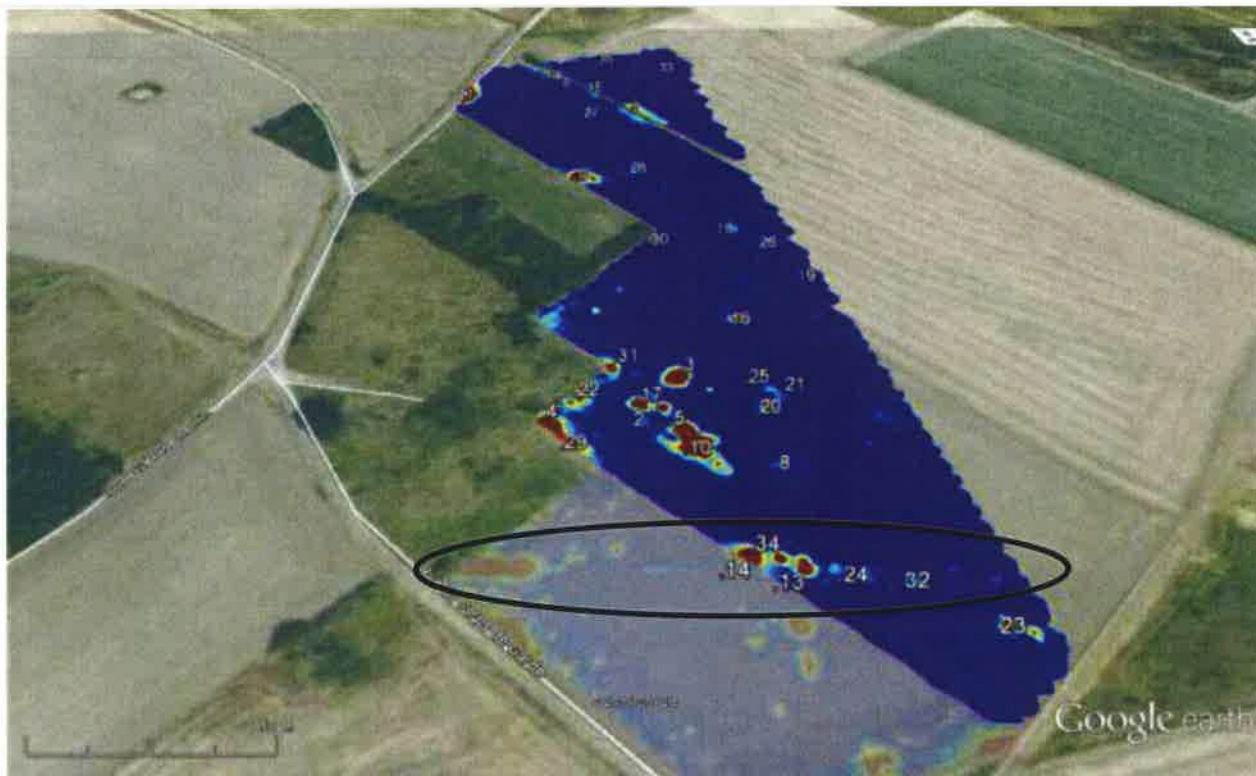
On peut identifier un vestige de réseaux



Point	Coordonnées WGS 84 décimal		Profondeur (m)	Aimantation (nT)	Commentaire
	Latitude (°)	Longitude (°)			
1	51,0048677	2,205564197	2,3	1 841	
2	51,00486571	2,205643888	2,0	1 797	
3	51,00445096	2,207095812	2,1	1 706	
4	51,00475042	2,205560411	3,4	1 520	
5	51,00484713	2,206376542	3,9	1 219	
6	51,00470903	2,206539255	1,7	765	
7	51,0048953	2,206368331	1,8	701	
8	51,00486005	2,205548589	1,5	682	
9	51,00471494	2,205634066	1,1	664	
10	51,00441384	2,206680753	1,8	379	
11	51,00491859	2,205823564	2,8	327	
12	51,0046555	2,205725936	2,1	305	
13	51,00443898	2,20706238	1,2	305	
14	51,00430701	2,206365768	0,8	272	
15	51,00485089	2,206223419	3,0	261	
16	51,00452517	2,206438324	2,1	244	
17	51,00443401	2,206903622	2,7	224	
18	51,00500466	2,205721842	1,4	222	
19	51,00486739	2,205491296	0,7	204	
20	51,00484796	2,206351932	2,4	188	
21	51,00437513	2,206667586	1,4	173	
22	51,00467187	2,206387835	1,5	120	
23	51,00462016	2,206550875	1,3	112	
24	51,004854	2,206071706	2,1	111	

Cartographie P2J2AP1

On note la continuité de la suspicion de réseau



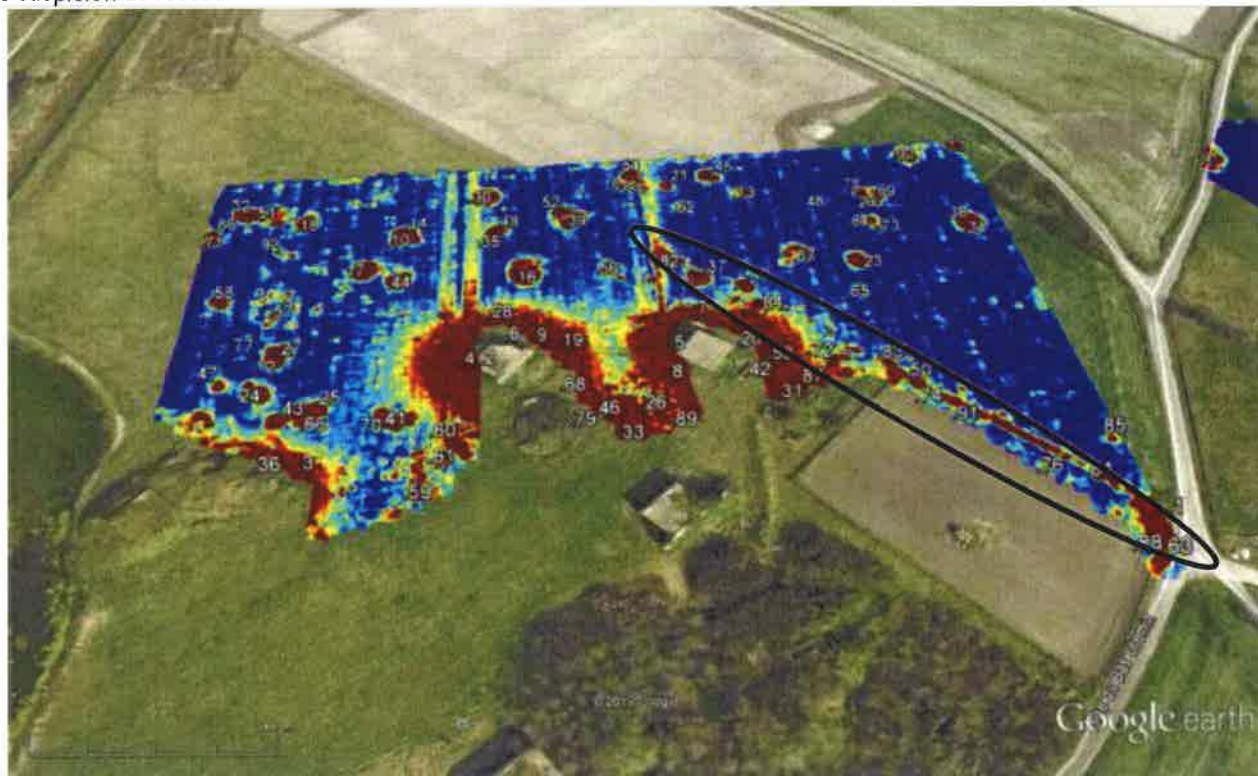
Point	Coordonnées WGS 84 décimal		Profondeur (m)	Aimantation (nT)	Commentaire
	Latitude (°)	Longitude (°)			
1	51,00696935	2,205144507	5,2	14 289	
2	51,005304	2,206070435	7,3	7 878	
3	51,00545731	2,206208687	3,8	4 960	
4	51,00529103	2,205713358	3,3	4 811	
5	51,00526253	2,206220609	2,9	4 184	
6	51,00705105	2,205701554	6,0	2 408	
7	51,00685656	2,20605741	3,9	2 236	
8	51,00515451	2,206559106	6,0	1 764	
9	51,006415	2,20578863	1,7	1 031	
10	51,00520658	2,206260053	1,8	936	
11	51,00711974	2,205602972	3,1	910	
12	51,00536267	2,206047698	2,1	658	
13	51,00485413	2,206582384	1,9	601	
14	51,00488794	2,206409305	2,0	487	
15	51,00701658	2,205828901	3,7	460	
16	51,00568639	2,20647117	2,1	458	
17	51,00534619	2,206141839	1,9	437	
18	51,00610728	2,206506669	3,2	408	
19	51,00587181	2,206781982	4,5	406	
20	51,00534415	2,206540185	1,8	329	
21	51,00537811	2,206586932	2,9	286	
22	51,00536658	2,205797142	2,1	285	
23	51,00470335	2,207191598	1,5	250	

24	51,00483404	2,206786134	3,2	238	
25	51,00540836	2,206557551	2,6	212	
26	51,00603662	2,206640094	2,9	176	
27	51,00682281	2,205819372	2,4	168	
28	51,00645831	2,206062892	2,2	160	
29	51,00523124	2,205805535	1,7	145	
30	51,00605798	2,206152162	1,4	137	
31	51,00549282	2,205947772	0,9	128	
32	51,00481724	2,206929992	2,1	122	
33	51,00716296	2,206243061	3,0	115	
34	51,00488005	2,206505343	1,1	107	
35	51,00717611	2,205836374	3,0	107	



Cartographie P2J3M

Cette cartographie fait ressortir la perturbation magnétique des blockhaus. On remarque également de nombreuses taches ainsi qu'une suspicion de réseau.



Point	Coordonnées WGS 84 décimal		Profondeur (m)	Aimantation (nT)	Commentaire
	Latitude (°)	Longitude (°)			
1	51,00557931	2,204533381	7,9	909 581	
2	51,00585262	2,202177946	4,8	541 771	
3	51,00544128	2,201685116	7,8	341 407	
4	51,00584725	2,202132784	4,6	266 755	
5	51,00592383	2,20284623	1,6	111 485	
6	51,00594668	2,202268008	4,3	43 007	
7	51,00605924	2,202940451	2,2	35 628	
8	51,00586584	2,202849857	1,8	33 599	
9	51,00590956	2,202388768	3,3	26 993	
10	51,00625865	2,201636827	4,9	11 321	
11	51,00693202	2,203984692	4,1	8 890	
12	51,00578984	2,201393502	3,3	8 700	
13	51,00660396	2,203043401	4,9	7 837	
14	51,00628885	2,201646502	3,3	7 048	
15	51,00574642	2,20271535	1,5	7 037	
16	51,00615582	2,202212583	2,3	6 647	
17	51,00612529	2,201566012	2,9	6 138	
18	51,00628958	2,2012222	3,2	5 660	
19	51,00589541	2,20242796	2,3	5 656	
20	51,00596984	2,203190383	1,9	5 395	
21	51,00660705	2,202696476	3,8	5 318	
22	51,00599106	2,203245523	1,6	5 012	
23	51,00634129	2,203545944	3,1	4 773	

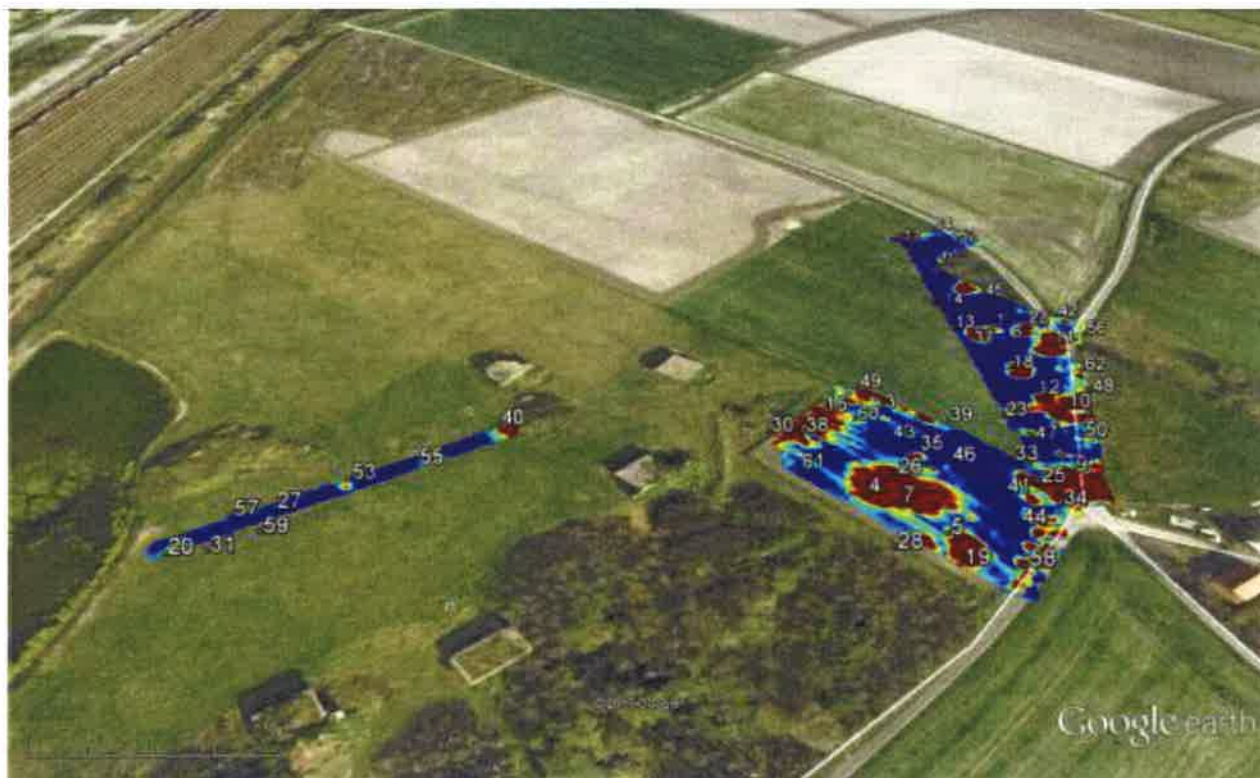
24	51,00565837	2,201418836	2,7	3 966	
25	51,00563104	2,20163259	2,6	3 965	
26	51,00571915	2,202782341	1,4	3 699	
27	51,005775	2,201402508	2,5	3 310	
28	51,00597987	2,202228395	2,5	3 234	
29	51,00665798	2,203619663	4,1	2 664	
30	51,00648689	2,201946806	2,4	2 174	
31	51,00583709	2,203253324	2,3	2 161	
32	51,0063076	2,200954648	1,3	2 027	
33	51,00566506	2,202763825	1,3	1 837	
34	51,00653234	2,204030838	2,2	1 723	
35	51,0062858	2,202012969	3,3	1 692	
36	51,00546823	2,201612428	2,2	1 661	
37	51,00621576	2,202919874	2,4	1 641	
38	51,00655159	2,204003545	1,9	1 639	
39	51,00641006	2,20234477	1,7	1 602	
40	51,00620182	2,20309826	1,5	1 568	
41	51,00563554	2,201976314	2,3	1 486	
42	51,00586694	2,203230513	1,2	1 442	
43	51,00558795	2,201521977	2,1	1 421	
44	51,0060925	2,201719712	1,1	1 413	
45	51,00666894	2,202885109	2,2	1 172	
46	51,00569736	2,202721107	0,8	1 115	
47	51,00567375	2,201248026	2,8	1 104	
48	51,00659177	2,203395106	4,1	1 073	
49	51,00633381	2,202027045	1,3	1 058	
50	51,00591255	2,20376191	2,0	989	
51	51,00628764	2,201091498	2,0	944	
52	51,00644004	2,202268852	1,5	926	
53	51,00592038	2,203210993	1,0	816	
54	51,00664245	2,20252006	1,6	796	
55	51,00628227	2,202753657	1,6	696	
56	51,00621899	2,202532573	1,7	657	
57	51,0058983	2,201296494	2,8	633	
58	51,00594871	2,201072104	1,6	624	
59	51,00543528	2,20210323	2,0	538	
60	51,00557964	2,202175862	0,7	429	
61	51,00557964	2,202175904	0,7	429	
62	51,00651197	2,202795338	2,2	398	
63	51,00547514	2,204486845	1,3	367	
64	51,00652128	2,203589892	1,4	360	
65	51,00622148	2,203544473	1,6	354	
66	51,0056227	2,201583664	0,7	354	
67	51,00634361	2,203322104	0,9	346	
68	51,00575892	2,202580649	0,8	344	
69	51,00661648	2,203607317	1,1	327	
70	51,00564273	2,201879657	0,9	317	
71	51,00618225	2,200870683	1,2	311	
72	51,00595083	2,203455389	1,1	298	

73	51,00649939	2,203620284	1,9	289	
74	51,00587675	2,203845057	1,7	267	
75	51,00658537	2,202496078	1,4	260	
76	51,00569747	2,204187438	2,0	255	
77	51,00577098	2,20126861	2,8	250	
78	51,0066401	2,203551788	0,8	242	
79	51,00573443	2,202627187	0,8	237	
80	51,00658295	2,202610062	2,0	213	
81	51,00566809	2,204394098	1,4	185	
82	51,00627572	2,202817594	0,8	173	
83	51,0059652	2,203662753	0,7	171	
84	51,00614081	2,203155432	0,5	169	
85	51,00579648	2,204416451	1,5	160	
86	51,00621149	2,200852245	1,0	137	
87	51,0058529	2,203325993	0,8	130	
88	51,00552046	2,20450594	1,0	125	
89	51,00575414	2,202883263	0,9	125	
90	51,00686181	2,203745014	1,0	116	
91	51,00583306	2,203972806	0,9	109	
92	51,00619545	2,201108204	1,3	105	



Cartographie P2J3AP

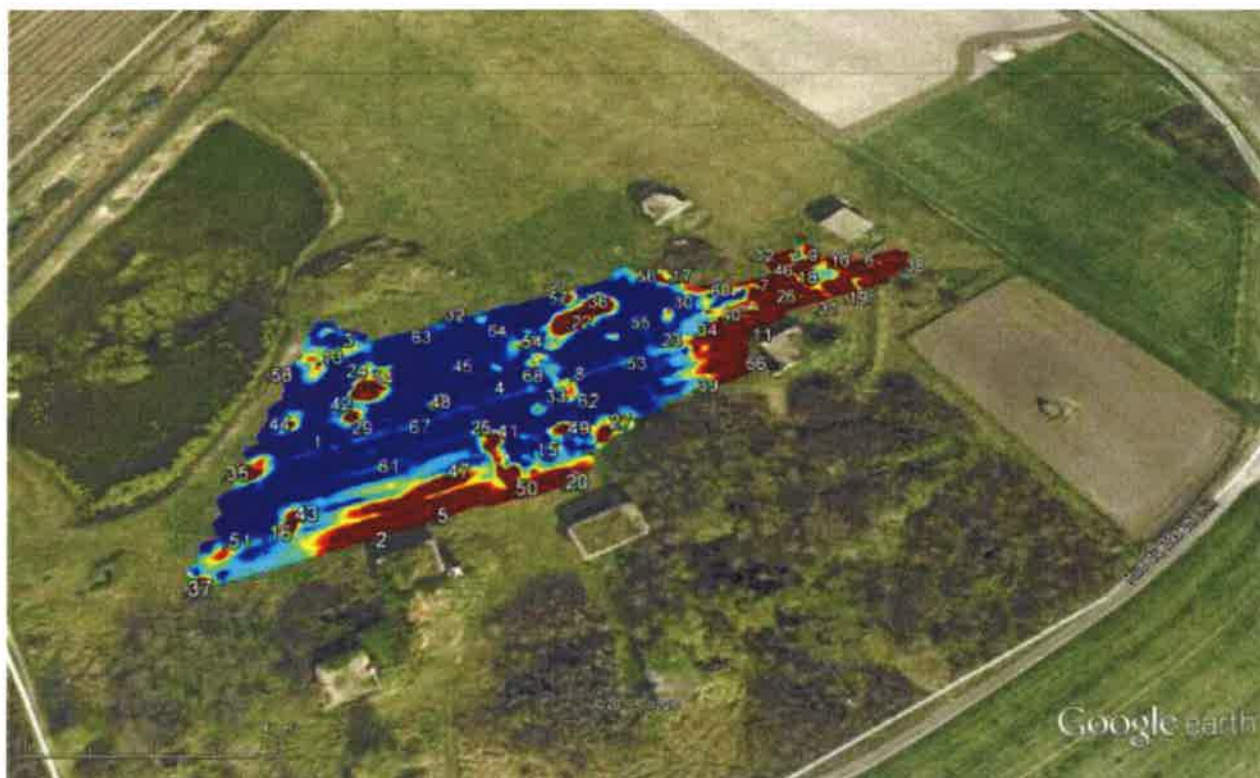
Cette cartographie comporte également de nombreuses taches identiques à celle de sa carto voisine.



Point	Coordonnées WGS 84 décimal		Profondeur (m)	Aimantation (nT)	Commentaire
	Latitude (°)	Longitude (°)			
1	51,00631493	2,20435415	15,4	1 210 239	
2	51,0054911	2,203938406	1,4	39 924	
3	51,00588059	2,203879963	5,6	21 467	
4	51,00551534	2,203852756	1,1	20 896	
5	51,00534292	2,204139201	4,7	15 862	
6	51,00632372	2,204497693	4,4	15 055	
7	51,00548863	2,203941646	0,8	13 797	
8	51,00629638	2,204629525	1,4	13 185	
9	51,00562689	2,204556655	1,2	8 709	
10	51,00590737	2,204589526	1,9	7 238	
11	51,00624284	2,204600742	1,8	6 818	
12	51,0059668	2,204534979	3,3	6 457	
13	51,00629367	2,204281103	3,4	5 443	
14	51,00657258	2,204254999	2,6	4 209	
15	51,00577466	2,203603335	3,0	3 707	
16	51,00595121	2,204644768	0,9	3 689	
17	51,00693436	2,204010801	2,7	3 310	
18	51,00608935	2,204451954	2,3	3 100	
19	51,00529616	2,204167526	2,5	2 853	
20	51,00501827	2,201424787	4,2	2 288	
21	51,0067821	2,204182234	2,9	1 904	
22	51,00634804	2,204508539	2,4	1 703	
23	51,00590342	2,204396745	3,1	1 437	

24	51,00641741	2,204589179	2,9	1 409	
25	51,00557871	2,204535743	0,6	1 304	
26	51,00554059	2,203892565	0,8	1 106	
27	51,00521096	2,201687062	6,2	971	
28	51,00532965	2,203999953	1,9	891	
29	51,00590269	2,204394533	2,5	711	
30	51,00572921	2,203505556	1,5	689	
31	51,00507988	2,20146795	4,8	623	
32	51,00559812	2,20441678	1,4	605	
33	51,00565783	2,204451402	3,6	598	
34	51,00554885	2,204552199	0,3	577	
35	51,00564451	2,203977088	1,7	518	
36	51,00641744	2,204609198	2,6	513	
37	51,00626879	2,204306704	1,2	499	
38	51,00567274	2,20353305	2,0	476	
39	51,00578769	2,204103486	3,4	442	
40	51,00557661	2,202378218	1,2	434	
41	51,00552292	2,204403777	1,7	387	
42	51,00641238	2,204709517	1,9	302	
43	51,00575409	2,203989598	3,2	296	
44	51,00546029	2,204389356	1,3	269	
45	51,00651166	2,204443615	3,9	262	
46	51,00561249	2,204099365	2,6	210	
47	51,0058015	2,204441324	1,6	196	
48	51,0059943	2,204710385	1,2	187	
49	51,0059125	2,203800415	1,0	187	
50	51,00584532	2,204699731	3,0	179	
51	51,00575132	2,203554999	0,7	172	
52	51,00697055	2,204309172	1,3	164	
53	51,00528641	2,201869135	1,7	159	
54	51,0069761	2,204235483	1,6	159	
55	51,00543298	2,202113848	1,4	131	
56	51,00638143	2,204774956	1,9	128	
57	51,00510969	2,201532573	3,1	124	
58	51,00531686	2,204391489	1,3	123	
59	51,00516271	2,201606823	2,7	115	
60	51,00586655	2,203733037	1,6	112	
61	51,00557812	2,203585563	2,0	111	
62	51,00610579	2,204705536	1,1	101	





Cette Carte est réalisée au milieu des blockhaus dont on peut remarquer les perturbations magnétiques. Comme pour les résultats des cartes voisines, on note également la présence de taches.

Point	Coordonnées WGS 84 décimal		Profondeur (m)	Aimantation (nT)	Commentaire
	Latitude (°)	Longitude (°)			
1	51,00482058	2,201595298	43,0	41 605 098	
2	51,00464905	2,2019995	14,2	2 290 380	
3	51,00507179	2,201438409	10,5	120 876	
4	51,00506145	2,20205372	11,2	55 985	
5	51,0047447	2,202134436	5,1	28 499	
6	51,00577888	2,203098258	5,8	15 818	
7	51,00560149	2,202786382	3,5	12 722	
8	51,00516298	2,202287083	6,4	11 408	
9	51,00574667	2,20288323	4,7	10 993	
10	51,0057974	2,203001664	5,3	10 437	
11	51,00550019	2,202774924	4,0	7 243	
12	51,00572019	2,202779124	2,4	6 818	
13	51,00500465	2,201411814	5,7	5 658	
14	51,00499071	2,201630485	3,2	5 597	
15	51,00499716	2,202258069	6,7	5 561	
16	51,00463126	2,201706884	4,2	4 313	
17	51,00557431	2,202518399	4,9	3 430	
18	51,00565684	2,202877816	2,4	2 688	
19	51,00570914	2,203058067	2,0	2 220	
20	51,00490852	2,202431712	3,9	2 106	
21	51,00542989	2,202219274	1,6	2 071	
22	51,00535146	2,202144835	1,7	1 905	

23	51,00533503	2,202512085	5,2	1 784	
24	51,00504409	2,201586248	4,2	1 632	
25	51,004959	2,20214929	3,3	1 578	
26	51,00557312	2,202834552	1,1	1 528	
27	51,00506007	2,20248741	3,1	1 368	
28	51,00514245	2,202306006	3,5	1 196	
29	51,00485807	2,201733246	4,4	844	
30	51,00546444	2,202482181	3,2	808	
31	51,00564557	2,202968215	1,9	767	
32	51,00523064	2,201717457	4,2	725	
33	51,00507798	2,202233888	3,4	706	
34	51,005395	2,202617093	3,2	675	
35	51,00469984	2,201472138	1,9	662	
36	51,00539339	2,202184024	1,4	612	
37	51,00442844	2,201586076	0,7	590	
38	51,00587828	2,203226002	0,7	556	
39	51,00530106	2,202670014	3,3	538	
40	51,00546478	2,202672642	1,5	530	
41	51,00494958	2,202152145	2,1	477	
42	51,00491213	2,20165027	2,0	436	
43	51,00461146	2,201712681	1,8	392	
44	51,00484618	2,201473761	2,3	369	
45	51,00513093	2,201883873	3,9	360	
46	51,00566126	2,202783348	0,9	359	
47	51,00481591	2,202078699	2,1	357	
48	51,00501734	2,201894245	1,7	343	
49	51,00504441	2,202345277	1,9	338	
50	51,00488768	2,202266836	1,8	321	
51	51,00450897	2,201579782	2,3	302	
52	51,0050529	2,201640736	2,3	294	
53	51,00523537	2,202436995	4,0	278	
54	51,00525957	2,202063238	1,9	259	
55	51,00541038	2,202394632	2,7	253	
56	51,00557998	2,202367346	1,3	251	
57	51,00542937	2,202101125	2,1	248	
58	51,00494066	2,20138451	3,4	200	
59	51,00561019	2,202882248	1,0	198	
60	51,00553527	2,202593577	2,5	179	
61	51,00481707	2,201875064	3,2	150	
62	51,00509079	2,202348983	2,9	146	
63	51,00513566	2,201659029	3,5	135	
64	51,00528874	2,201845547	2,0	129	
65	51,00570008	2,202923211	1,2	123	
66	51,00540594	2,202797622	0,9	123	
67	51,00492481	2,20183887	2,6	108	
68	51,00512626	2,202165558	2,3	103	

6. CONCLUSION DIAGNOSTIC MAGNETIQUE

Le diagnostic magnétique à orientation pyrotechnique réalisé sur le site du projet DLI couvre les zones dont la végétation et l'accessibilité permettaient le passage de l'appareil de mesure.

L'historique du site et plus particulièrement sa concentration de Blockhaus faisant parti du mur de l'atlantique durant le dernier conflit.

Extrait de l'Etude Historique



28 avril 1944, vue aérienne partielle de la zone 7, projet DLI
l'ensemble de la zone en construction est visible.
(source Service Historique de la Défense Air)

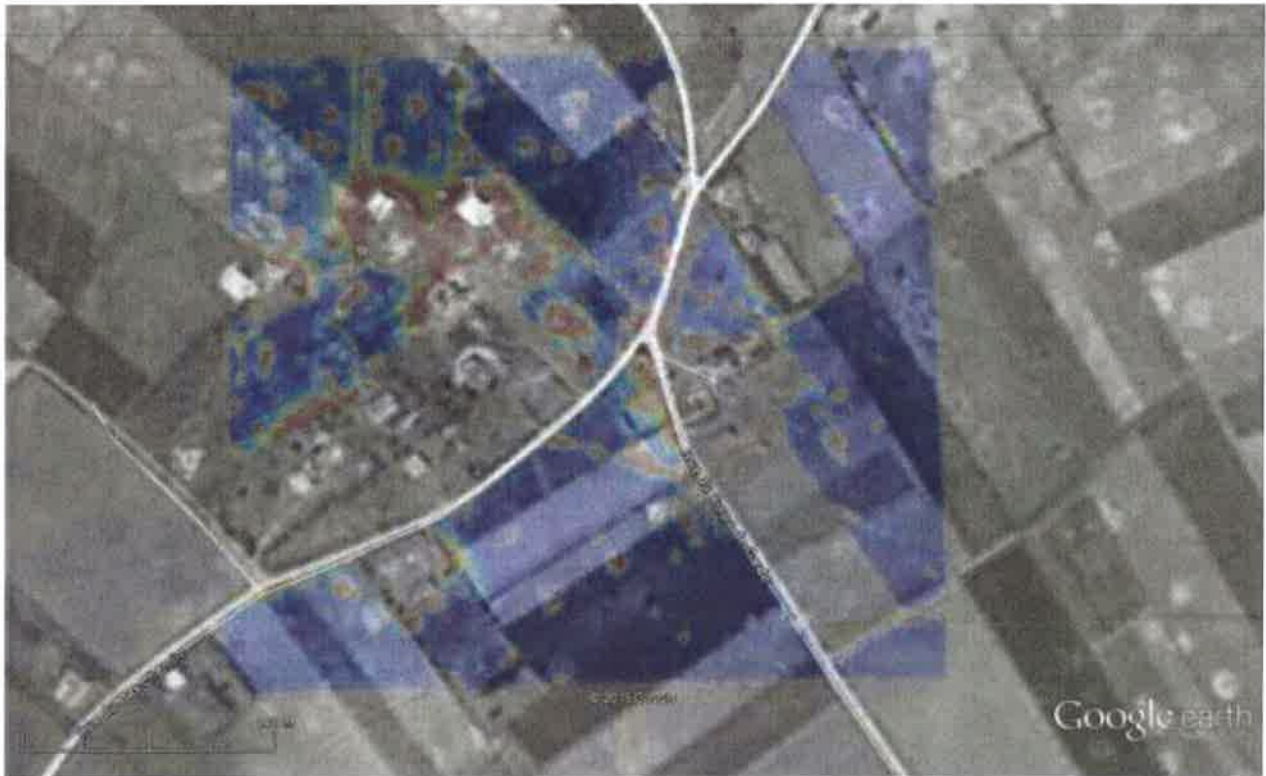


28 avril 1944, agrandissement de la vue aérienne
relative à la zone en construction des futurs blockhaus allemands,
localisée au Sud-ouest de la zone 7, projet DLI,
(source Service Historique de la Défense Air)

Sur le montage suivant la photo de 1949 démontre les stigmates des bombardements (taches correspondant aux cratères).



Malgré la qualité très limitée de la photo aérienne de 1948, Le montage suivant permet de visualiser la concordance des impacts de bombes avec certaines anomalies magnétiques.



Préconisations :

L'étude historique des zones et notamment celle de LOON plage, fait ressortir un risque de pollution pyrotechnique de type :

Extrait de la conclusion de l'EHPP

VI CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

L'étude historique concernant les six zones du port Ouest, implantées à 10 kilomètres à l'Ouest de l'agglomération de Dunkerque, a permis de déterminer que les opérations militaires liées à la seconde guerre mondiale sont susceptibles d'avoir induit une pollution pyrotechnique non négligeable sur les emprises, objet de la présente étude.

Les munitions susceptibles d'être découvertes dans le sous-sol de l'emprise, relatives à la seconde guerre mondiale, concernent trois nationalités : allemande (7.7cm au 21cm), américaine et britannique par les bombes utilisées durant la seconde guerre mondiale (250Lbs à 1000 Lbs - Cf. annexe 5).

Il est donc préconisé de suivre les recommandations établies au chapitre précédent (Cf. 5).

Fait à Besançon, le 17 novembre 2014

Pour le Cabinet d'Étude en Sécurité Pyrotechnique

Le directeur et gérant
Frédéric PAGLIA
ORIGINAL SIGNE



Nous avons retenu les anomalies magnétiques supérieures à 100 Nt sur l'ensemble des cartographies magnétiques soit un total de 425.

Hormis la présence de vestiges visible en surface :

- Réseaux aérien (poteaux)
- Vestige de clôtures
- Vestiges de fondations et/ou d'infrastructures

Ne nombreuses anomalies correspondent à des vestiges des bombardements. De ce fait, il est difficile de discriminer des anomalies.

Dans ce contexte et afin de permettre la réalisation d'opérations nécessitant une intrusion dans le sol, il est possible :

1. De ne réaliser des fouilles hors emplacement des anomalies (géo référencées) en incluant un périmètre de sécurité de minimum 1.50 m.
2. De procéder à une sécurisation magnétique par détection de contrôle pour des fouilles ponctuelles.
3. De procéder à une opération complémentaire sur le terrain afin de compléter ce rapport (relocalisation et investigations complémentaires (visuelles – magnétiques et/ou géoradar)
4. De réaliser à un levé de doute sur toutes les anomalies. Ce qui entre dans le cadre d'une opération de dépollution pyrotechnique. Celle-ci peut être menée sous la réglementation du Code du travail Article L 4121-1 à L 4121-5 et du ' Décret n° 2014-1253 du 27 octobre 2014 Code sécurité intérieure – Chapitre III Article R 733-1 à 733-13.



