

ANNEXE 3 : ETUDE INRAP : ENQUETE ARCHEOLOGIQUE ET HISTORIQUE



Études avant aménagement d'un circuit de visite au *Ranger Monument* de la Pointe du Hoc et ses abords

Cricqueville-en-Bessin (14450), Calvados (14),
Normandie, France

Enquête archéologique et historique
Rapport LiDAR, Rapport de prospection géophysique
Rapport de l'Inrap

Rapport de pollution pyrotechnique
Diagnostic pyrotechnique
Rapport de Dianex

Analyse structurelle de plusieurs ouvrages en béton
Contexte géologique
Rapport de GINGER CEBTP

Aménagement d'un circuit de visite
Étude géotechnique préalable
Phase Étude de site
Rapport de GINGER CEBTP

Contrat ABM-p-2824
Task Order 003

Inrap Direction scientifique et technique
Inrap Grand-Ouest
Opération C124477

2020



Études avant aménagement d'un circuit de visite au *Ranger Monument* de la Pointe du Hoc et ses abords

Cricqueville-en-Bessin (14450), Calvados (14),
Normandie, France

Enquête archéologique et historique
Rapport LiDAR, Rapport de prospection géophysique
Rapport de l'Inrap

Rapport de pollution pyrotechnique
Diagnostic pyrotechnique
Rapport de Dianex

Analyse structurelle de plusieurs ouvrages en béton
Contexte géologique
Rapport de GINGER CEBTP

Aménagement d'un circuit de visite
Étude géotechnique préalable
Phase Étude de site
Rapport de GINGER CEBTP

Contrat ABM-p-2824
Task Order 003

Inrap Direction scientifique et technique
Inrap Grand-Ouest
Opération C124477

2020

Avertissement

Ce volume, comprend trois ensembles d'études approfondies consacrées au *Ranger Monument* de la Pointe du Hoc et réalisées par l'Institut national de recherches archéologiques préventives (Inrap), l'entreprise DIANEX et l'entreprise GINGER CEBTP.

Afin de faciliter l'appréhension des structures en béton présents sur le site du *Ranger Monument* à la Pointe du Hoc, consulter le tableau de correspondance de la page 9. Ce tableau met en regard les références utilisées par l'Inrap, par GINGER CEBTP et antérieurement par la Texas A&M University (TAMU).

Les tables des matières complètes des trois rapports se trouvent placées au début de chaque rapport.

Sommaire général

5	Localisation
8	Localisation et tableau des structures étudiées par l'Inrap, GINGER et la Texas A&M University : nomenclatures et paginations

Études conduites par l'Inrap

11	ENQUÊTE ARCHÉOLOGIQUE ET HISTORIQUE AVANT AMÉNAGEMENT
	Rapport LiDAR, Rapport de prospection géophysique

14	I	<u>Données administratives et techniques</u>
17	II	<u>Résultats</u>
17	1	Introduction
24	2	Historique de la Pointe du Hoc
45	3	Observations archéologiques
45	3.1	Inventaire descriptif des cratères impactés par l'emprise du cheminement et des faits associés
133	3.2	Inventaire descriptif des ouvrages bétonnés présents sur l'emprise du futur cheminement et des faits associés
162	4	Conclusion et bibliographie
168	III	<u>LiDAR</u>
188	IV	<u>Rapport de prospection géophysique</u>
211		Table générale des figures

Études conduites par Dianex

215		RAPPORT DE POLLUTION PYROTECHNIQUE, DIAGNOSTIC PYROTECHNIQUE
222	1	Cadre de l'étude
226	2	Méthode de diagnostic magnétique
229	3	Compte rendu de la mission
231	4	Résultats du diagnostic
241	5	Conclusion
243		Annexe 1: Glossaire
245		Annexe 2: Carte magnétique zone A1
246		Annexe 3: Carte magnétique zone A2
247		Annexe 4: Carte magnétique zone A3
248		Annexe 5: Carte magnétique zone B1
249		Annexe 6: Carte magnétique zone B2
250		Annexe 7: Carte magnétique zone B3
251		Annexe 8: Carte magnétique zone C2
252		Annexe 9: Carte magnétique zone C3
253		Annexe 10: Carte magnétique zone C4
254		Liste des cibles potentiellement pyrotechniques

Études conduites par GINGER CEBTP

271 **ANALYSE STRUCTURELLE DE PLUSIEURS OUVRAGES EN BÉTON CONTEXTE GÉOLOGIQUE**

- | | | |
|-----|----------|--|
| 277 | 1 | Cadre de la mission GINGER CEBTP |
| 280 | 2 | Description des ouvrages |
| 281 | 3 | Synthèse géotechnique |
| 285 | 4 | Synthèse de l'inspection, actions à mener |
| 297 | 5 | Observations |

- | | | |
|-----|-----------------|--|
| 299 | Annexe 1 | Implantation des ouvrages concernés par l'étude |
| 301 | Annexe 2 | Fiches d'inspection |
| 302 | | Hotspot 1 RL 409A |
| 306 | | Hotspot 1bis GE2 |
| 309 | | Hotspot 2 GE3 |
| 312 | | Hotspot 2bis GE4 |
| 314 | | Hotspot 3 R694-3 |
| 317 | | Hotspot 3bis R502-2 |
| 320 | | Hotspot 4 R636A |
| 326 | | Hotspot 4bis GE6 |
| 329 | | Hotspot 5 R134-3 |
| 332 | | Hotspot 6 R661 |

335 **AMÉNAGEMENT D'UN CIRCUIT DE VISITE ÉTUDE GÉOTECHNIQUE PRÉALABLE, PHASE D'ÉTUDE DE SITE G1 ES**

- | | | |
|-----|----------|--|
| 338 | 1 | Plans de situation |
| 339 | 2 | Contexte de l'étude |
| 347 | 3 | Étude de site |
| 349 | 4 | Adaptations générales vis à vis des futurs aménagements |
| 350 | 5 | Observations majeures |

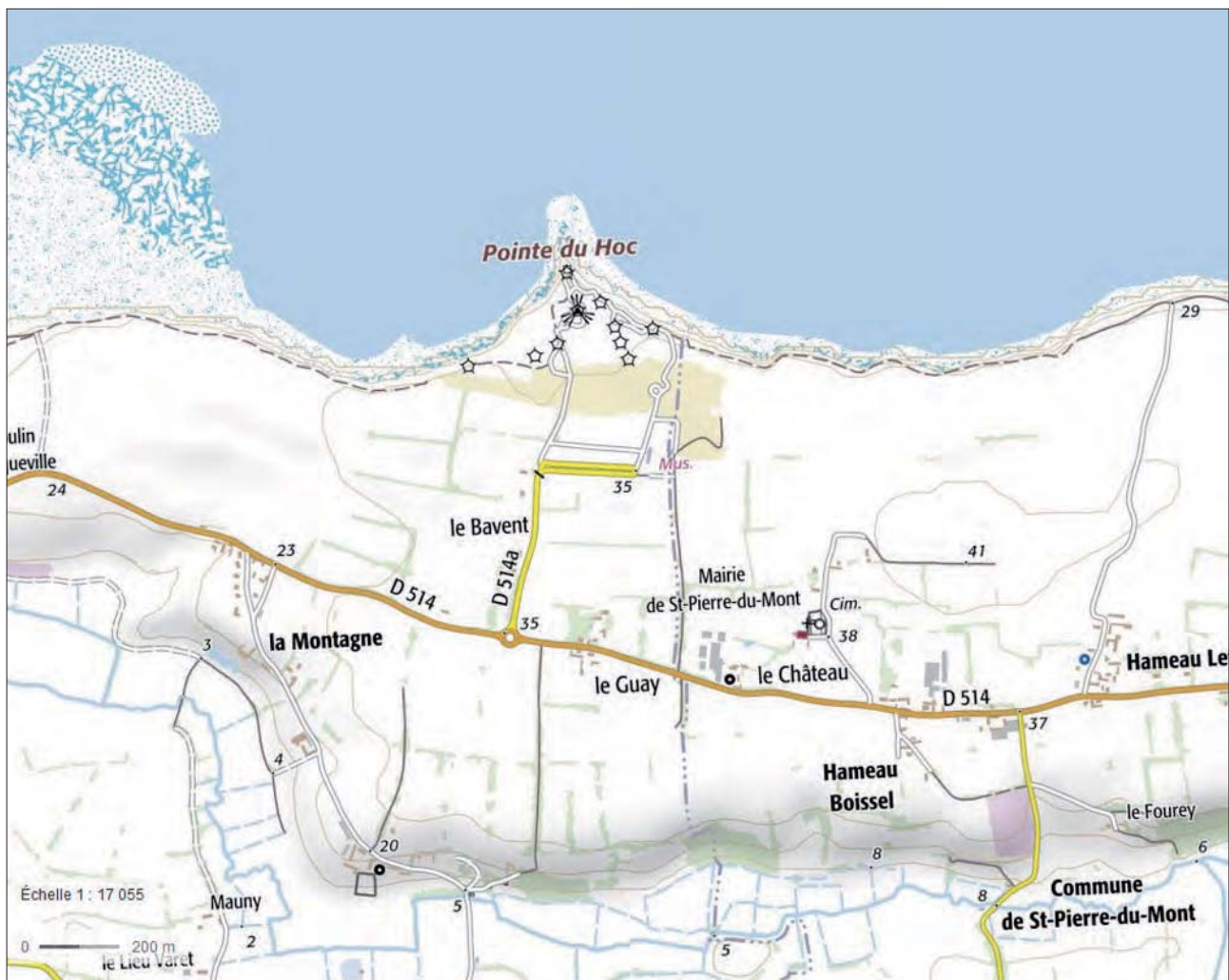
- | | | |
|-----|-------------------|--|
| 351 | Annexe 1 : | Notes générales sur les missions géotechniques |
| 354 | Annexe 2 : | Extrait de l'Atlas de prédisposition aux chutes de blocs de Basse-Normandie |

LOCALISATION

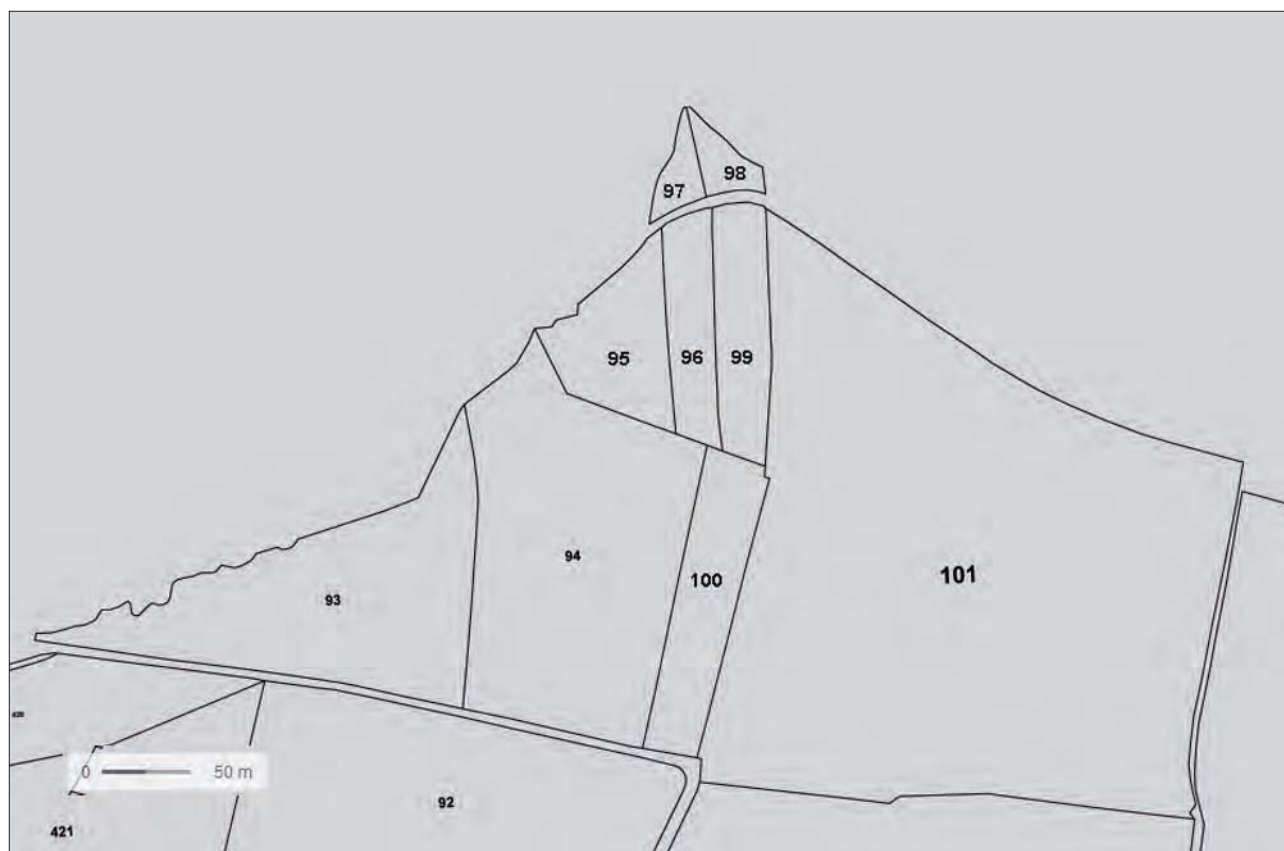
Localisation de la Pointe du Hoc en Normandie.



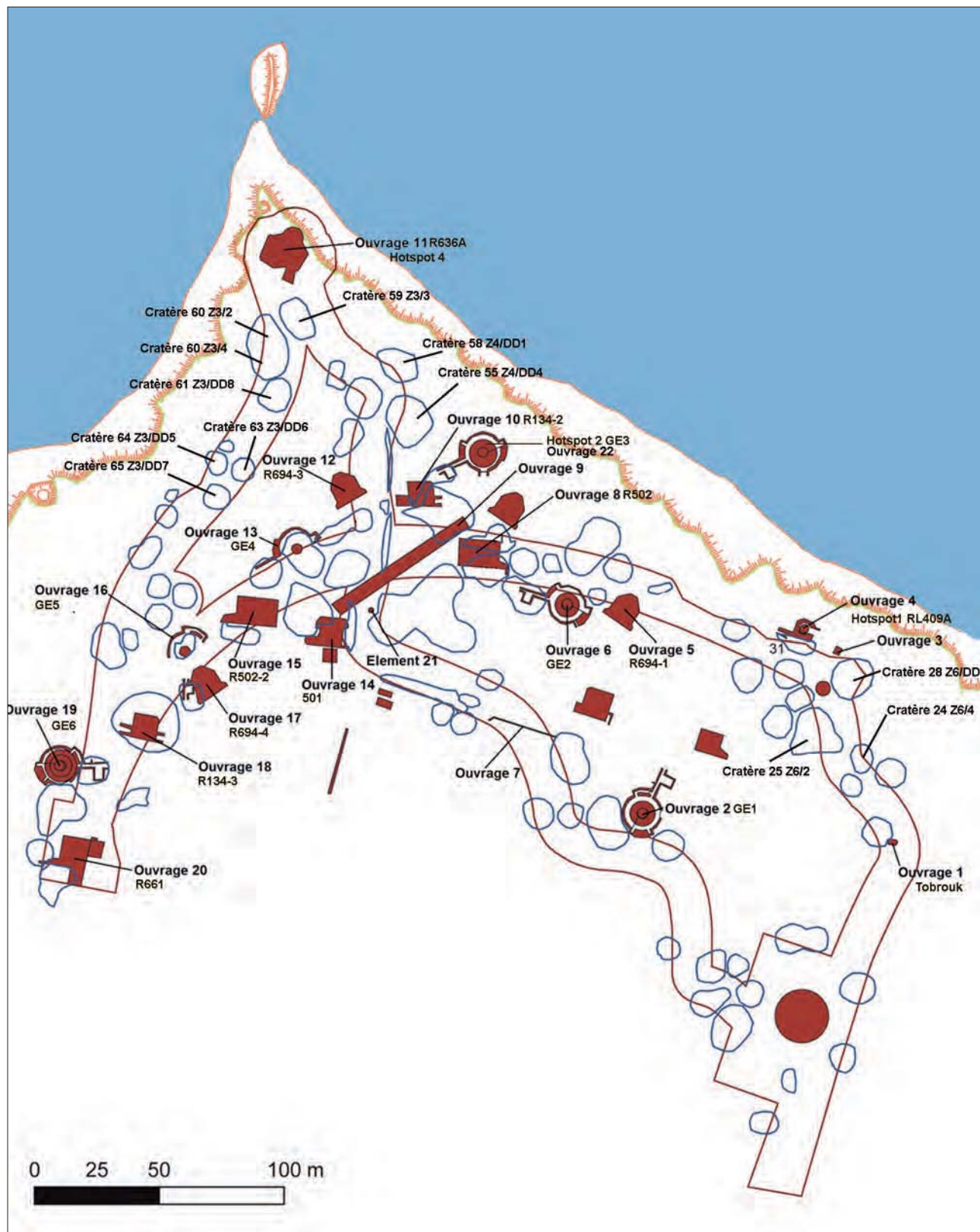
Carte topographique de la Pointe du Hoc et de ses alentours. IGN Géoportail



Extrait du plan cadastral de Cricqueville-en-Bessin, section OC. IGN Géoportail



Localisation des structures étudiées par l'Inrap, GINGER et la Texas A&M University (TAMU). Inrap



Structures en béton : table de corrélation

Ce tableau permet d'identifier les structures en béton présentes sur le site du *Ranger Monument* à la Pointe du Hoc ; à partir de leurs nomenclatures et des numéros de page propres aux différents rapports et études (éditions françaises), ce tableau permet de retrouver les passages pertinents consacrés à ces structures.

Hotspots ¹	Rapport TAMU 2007 ²	Rapport Inrap	Rapport GINGER	Annexe 2 GINGER
	Tobrouk (p. 145)	Ouvrage n° 1, Tobrouk Bf.58c (p. 140)		
	GE1 (p. 57)	Ouvrage n° 2, Encuvement (p. 141)		
		Ouvrage n° 3, Petite soute à munitions (p. 142)		
1	Bunker RL409A (p.113)	Ouvrage n° 4, Abri modèle L. 409 (p. 142)	RL 409A (p. 285)	Hotspot 1 RL 409A (p. 302)
	R694-1 (p. 143)	Ouvrage n° 5, Casemate R. 694 (p. 144)		
	GE2 (p. 61)	Ouvrage n° 6, Encuvement (p. 144)	GE2 p. (p. 287)	Hotspot 1bis GE2 (p. 306)
		Ouvrage n° 7, Fondations de mur (p. 146)		
	R502-1 (p. 85)	Ouvrage n° 8, Abri R. 502 (p. 146)		
	Structures non identifiées (p. 149)	Ouvrage n° 9, Piste en béton armé (p. 148)		
2	GE3 (p. 64)	Ouvrage n° 22 Encuvement (p. 161)	GE3 (p. 288)	Hotspot 2 GE3 (p. 309)
	R134-2 (p. 127)	Ouvrage n° 10, Soute à munitions R. 134 (p. 149)		
4	R636A (p. 99)	Ouvrage n° 11, Poste de direction de tir R. 636 (p. 150)	R636A (p. 292)	Hotspot 4 R636A (p. 320)
3	R694-3 (p. 137)	Ouvrage n° 12, Casemate R. 694 (p. 151)	R694-3 (p. 290)	Hotspot 3 R694-3 (p. 314)
	GE4 (p. 69)	Ouvrage n° 13, Encuvement (p. 152)	GE4 (p. 289)	Hotspot 2bis GE4 (p. 312)
	Bunker 501 (p. 83)	Ouvrage n° 14, Abri R. 501 (p. 153)		
	R502-2 (p. 91)	Ouvrage n° 15, Abri R. 502 (p. 154)	R502-2 (p. 291)	Hotspot 3bis R502-2 (p. 317)
	GE5 (p. 73)	Ouvrage n° 16, Encuvement (p. 155)		
	R694-4 (p. 133)	Ouvrage n° 17, Casemate R. 694 (p. 156)		
5	R134-3 (p. 129)	Ouvrage n° 18, Soute à munitions R. 134 (p. 157)	R134-3 (p. 295)	Hotspot 5 R134-3 (p. 329)
	GE6 (p. 77)	Ouvrage n° 19, Encuvement (p. 158)	GE6 (p. 294)	Hotspot 4bis GE6 (p. 326)
6	Bunker hôpital R661 (p. 107)	Ouvrage n° 20, Ensemble infirmerie R. 661 (p. 159)	R661 (p. 296)	Hotspot 6 R661 (p. 332)
	Autres caractéristiques du site (p. 153)	Fait n° 21, Plaque rotative en acier (p. 160)		

¹ Tel que référencé dans les projets de travaux approuvés par l'ABMC.

² Rapport TAMU 2007 = Warden et al. 2007. – *Étude de stabilisation de la Pointe du Hoc. Étude historique. Rapport final*, Center For Heritage Conservation, Texas A&M University, May 2007, 156 p.

ENQUÊTE ARCHÉOLOGIQUE ET HISTORIQUE AVANT AMÉNAGEMENT D'UN CIRCUIT DE VISITE

**Rapport LiDAR,
Rapport de prospection géophysique**

Rapport de l'Inrap

Table des matières

14		I. Données administratives et techniques
14		Fiche signalétique
15		Intervenants
17		II. Résultats
17	1	Introduction
24	2	Historique de la Pointe du Hoc
24	2.1	Les plus anciens témoins d'aménagement du site
26	2.2	Les origines de la batterie Wn 75
27	2.3	Évolution du site de 1942 à 1944
30	2.4	La Pointe du Hoc en 1944
32	2.5	Le 6 juin 1944 et l'attaque des Rangers américains
39	2.6	La batterie conquise, du 6 au 8 juin 1944
40	2.7	Bilan du raid des Rangers
41	2.8	La pointe du Hoc, de l'après-guerre à aujourd'hui
45	3	Observations archéologiques
45	3.1	Inventaire descriptif des cratères impactés par l'emprise du cheminement et des faits associés
45	3.1.1	Introduction
49	3.1.2	Inventaire
133	3.2	Inventaire descriptif des ouvrages bétonnés présents sur l'emprise du futur cheminement, et des faits associés
133	3.2.1	Introduction
140	3.2.2	Inventaire
162	4	Conclusion et bibliographie
168		III. Rapport LiDAR
188		IV. Rapport de prospection géophysique
211		Table générale des figures

I. Données administratives et techniques

Fiche signalétique

Principales abréviations

- ABMC:** American Battle Monuments Commission
- IGN:** Institut géographique national (France)
- RGF:** Réseau géodésique français
- LiDAR:** Light Detection and Ranging technology
- INRAP:** Institut national de recherches archéologiques préventives (France)
- UMR:** Unité mixte de recherche (France)
- CNRS:** Centre national de la recherche scientifique (France)
- NARA:** National Archives and Records Administration
- TAMU:** Texas A&M University

Localisation	Commanditaire	Dates d'intervention sur le terrain
Région Grand Ouest	American Battle Monuments Commission (ABMC)	LiDAR, géophysique March 19 to 22, 2019
Département Calvados (14)	Opérateur	Observations archéologiques de terrain April 2019
Commune Cricqueville-en-Bessin (14450)	Institut national de recherches archéologiques préventives 121, rue d'Alésia 75014 Paris CS 20007 75685 Paris cedex 14	Surfaces observées
Code INSEE 14204		Par LiDAR 26,8 ha
Coordonnées géographiques et altimétriques selon le système national de référence (RGF 93)	Coordination Inrap/DST 121, rue d'Alésia 75014 Paris	Par géophysique 0,535 ha
x: 410484,3 y: 6929140,39 z: 29,41 m NGF	Exécution Inrap/Grand-Ouest 37, rue du Bignon CS 67737 35577 Cesson-Seigné Cedex.	Par prospection pédestre 2,32 ha
Références cadastrales		
Commune Cricqueville-en-Bessin	Inrap Basse-Normandie Boulevard de l'Europe, 14540 Bourguébus	
Section OC		
Parcelles 93, 94, 95, 96, 97, 100, 101		

Intervenants

Équipe scientifique

Coordination

Bellan, Gilles	Ingénieur de recherches, Inrap/Direction scientifique et technique
Marcigny, Cyril	Directeur-adjoint scientifique et technique, Inrap/Grand-Ouest ; Unité mixte de recherche (UMR) 6566 Centre de Recherche en Archéologie, Archéosciences, Histoire.

Recherches historiques et archéologiques

Carpentier, Vincent	Ingénieur Chargé de Recherches, Inrap/Grand-Ouest ; CRAHAM-Centre Michel de Boüard, UMR 6573 UCBN-CNRS
Labbey, Benoît	Archéologue, chargé des recherches historiques
Tessier, Vincent	Archéologue, Inrap Grand-Ouest, détection
Besnard, Michel	Topographie, SIG Archéologique, Photogrammétrie, Inrap Grand-Ouest

LiDAR, géophysique

Hulin, Guillaume	Chargé d'opération et de recherche, Inrap/Direction scientifique et technique ; UMR 7619 METIS
Mahé, Alexandre	Acquisition données géophysique, Inrap Grand-Ouest
Simon, François-Xavier	Chargé d'opération et de recherche, Inrap/Direction scientifique et technique ; UMR 6249 Chronoenvironnement

Édition du rapport

Watts, David	Inrap Bourgogne - Franche-Comté, Chargé de recherches et d'opérations
--------------	---

Administration

Vaxelaire, Laurent	Directeur adjoint, Inrap/Direction scientifique et technique
Cottiaux, Richard	Directeur adjoint, Inrap/Direction scientifique et technique
Bellan, Gilles	Ingénieur de recherches, Inrap/Direction scientifique et technique
Le Potier, Claude	Directeur interrégionale Inrap/Grand-Ouest
Marcigny, Cyril	Directeur adjoint scientifique et technique, Inrap/Grand-Ouest

Inrap

II. Résultats

1. Introduction (V. Carpentier, B. Labbey, C. Marcigny)

La Pointe du Hoc (**fig. 1**) est un modeste cap rocheux de la Normandie occidentale, tourné vers la Manche et situé au sommet d'une falaise à pic, haute d'une trentaine de mètres, qui surplombe une mince plage de galets. La falaise est constituée de bancs de calcaire sur environ 17 mètres de hauteur, reposant au niveau de la plage sur un socle du Bathonien (Marnes de Port-en-Bessin) et coiffés d'une couche d'argile limoneuse instable dont les fréquents éboulements sont à l'origine de cônes d'effondrement qui obstruent en partie la plage en contrebas. Le site appartient à la commune de Criqueville-en-Bessin (département du Calvados, région Normandie). Au cours de la Seconde guerre mondiale, l'armée d'occupation allemande décida d'installer ici l'une de ses batteries d'artillerie côtière, dans le cadre d'un vaste réseau défensif inauguré en 1942, qui portera le nom de «mur de l'Atlantique». À l'approche du débarquement de Normandie, au début de l'année 1944, l'état-major américain en charge des secteurs d'Utah et Omaha Beach, situés de part et d'autre de la Pointe du Hoc, en vinrent à considérer la menace importante que représentait cette batterie pour leurs troupes. Le site subit d'intenses bombardements au cours du printemps 1944, et la capture de la batterie fut confiée, en vue du DDay, à une unité d'élite américaine, le 2^e bataillon de Rangers, dont un contingent débarquerait à Omaha Beach tandis qu'une force d'assaut serait chargée d'escalader la falaise et de neutraliser les canons allemands.

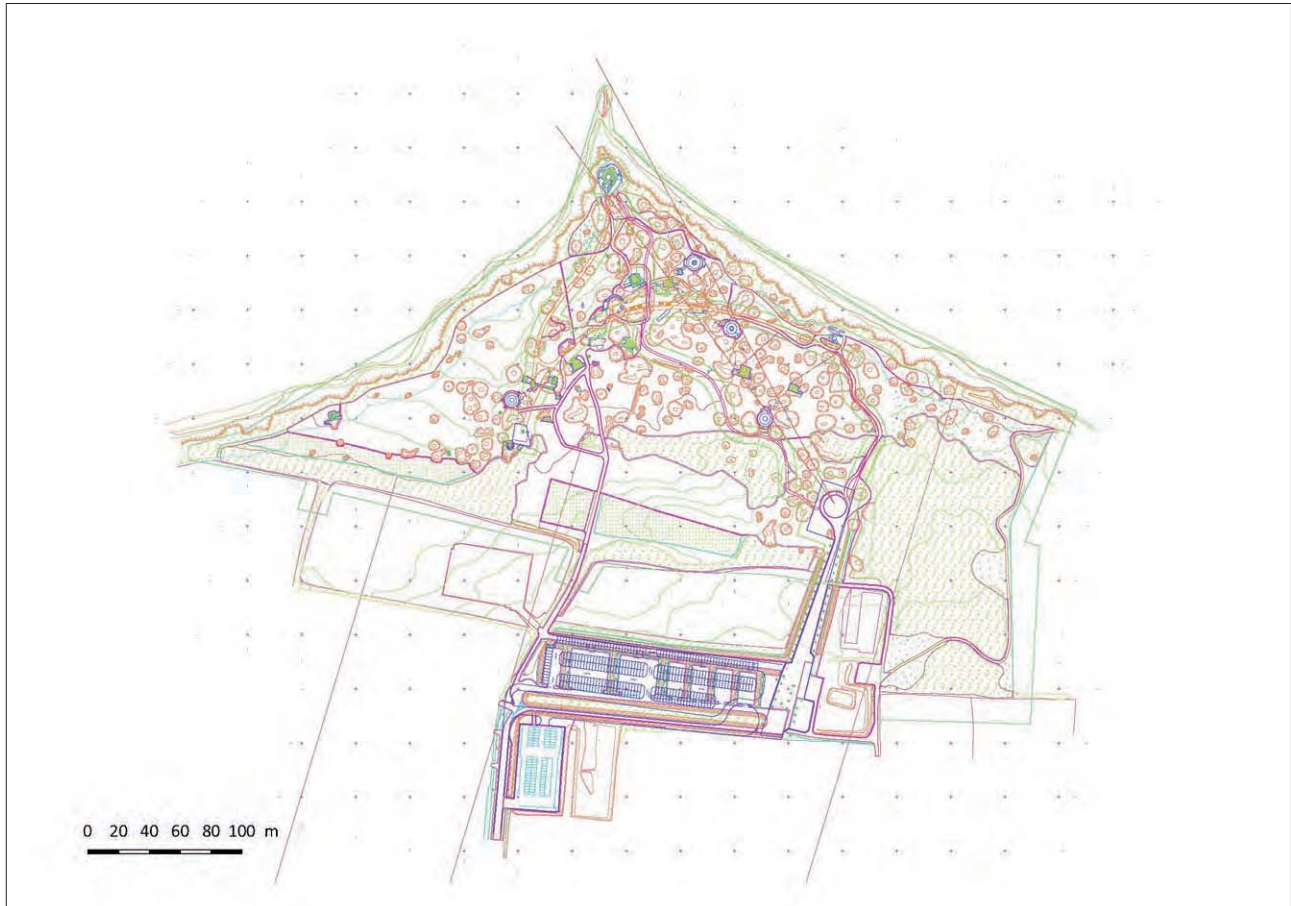
Fig. 1 Le site de la Pointe du Hoc, vue aérienne prise par drone. © Inrap, 2019



Le 6 juin à l'aube, les Rangers menés par le lieutenant-colonel Rudder s'emparent de la position et parviennent ensuite à découvrir et détruire les canons dissimulés en retrait de la côte, au prix de lourdes pertes. Au terme d'un processus historique et patrimonial dont le détail est rappelé plus loin, le site de la Pointe du Hoc, administré par l'American Battle Monuments Commission (ABMC), accueille aujourd'hui un mémorial de guerre qui, avec le vaste cimetière militaire d'Omaha Beach, à Colleville-sur-Mer, accueille chaque année des milliers de visiteurs (**fig. 2**).

Fig. 2 Relevé général actualisé du site.

© Inrap, 2019

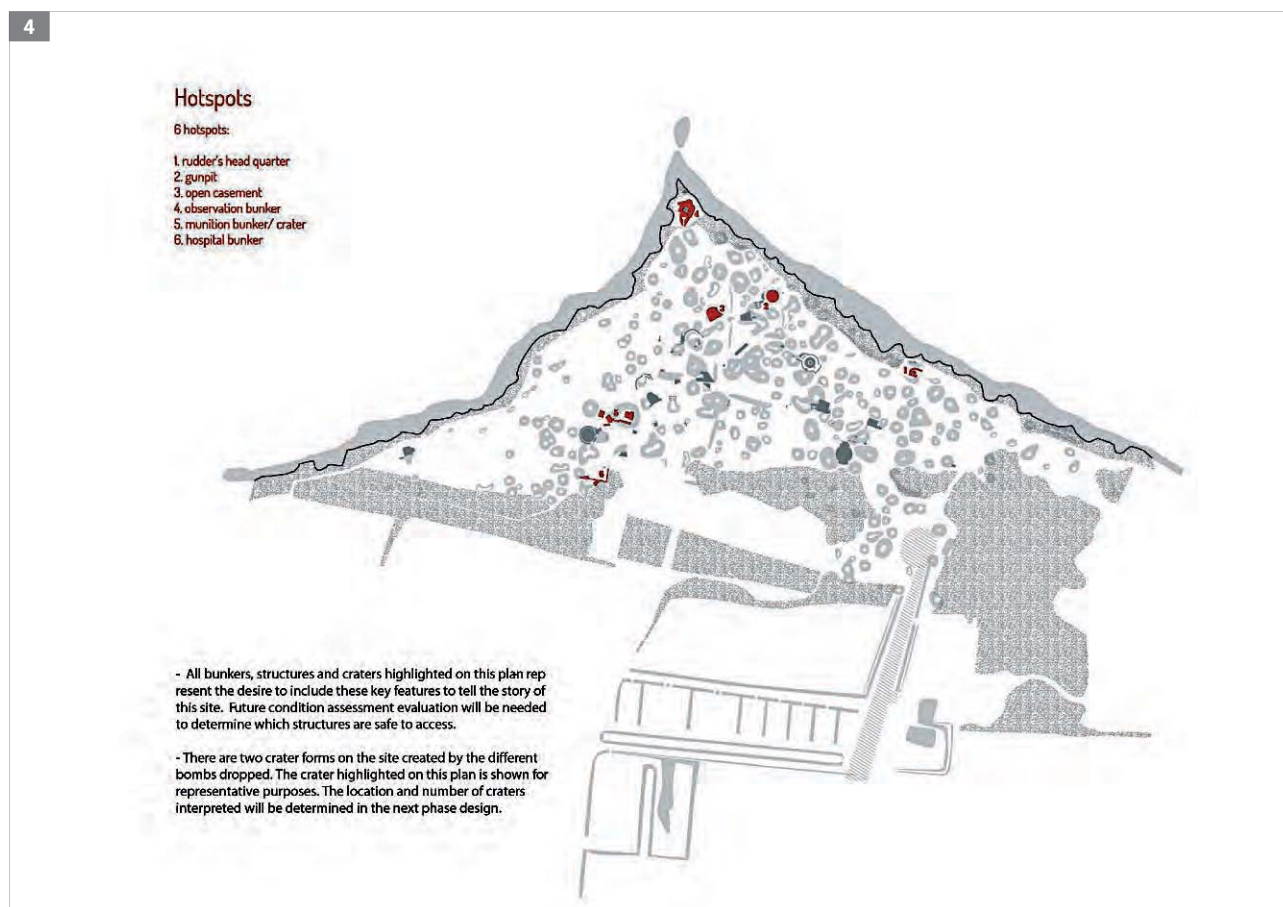
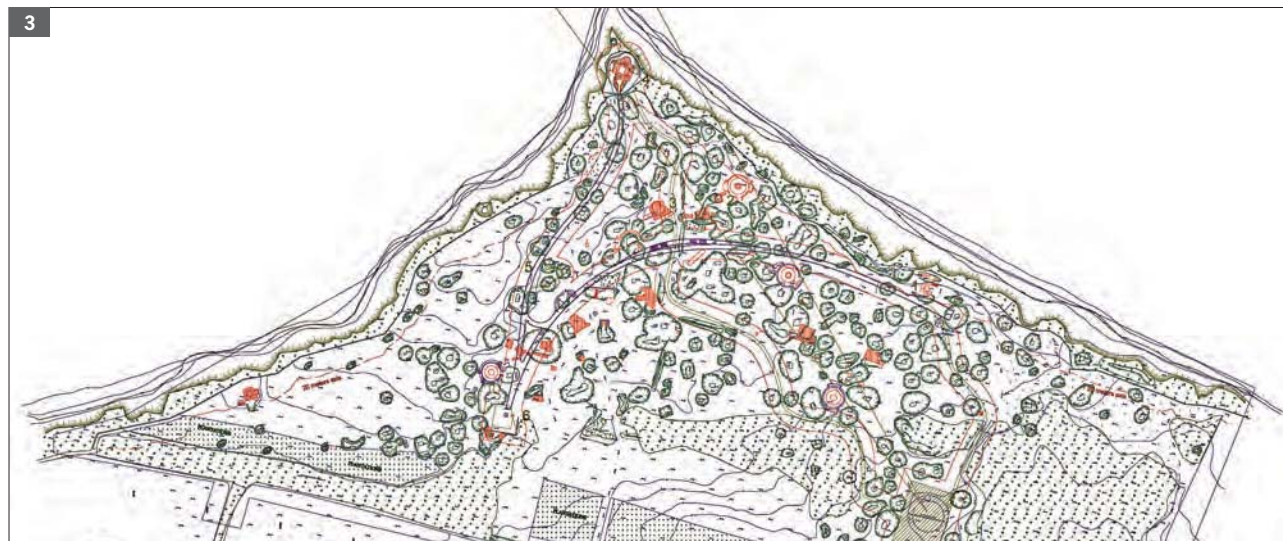


Depuis plusieurs années, de nombreuses études géotechniques ont été commandées au sujet de la Pointe du Hoc, afin d'en surveiller l'érosion ainsi que la stabilité de la falaise et en particulier, celle du site de la batterie qui connaît une intense fréquentation touristique (Warden *et al.*, 2007a; Udphuay *et al.*, 2011). Les vestiges des bunkers quant à eux, ont donné lieu à une prospection-inventaire détaillée conduite par l'Université du Texas (Texas A&M University) en 2006-2007 (Warden *et al.*, 2007b). En 2018, dans le cadre d'un projet de réaménagement du site et de ses cheminements, l'ABMC commande à l'Inrap une prospection archéologique incluant l'acquisition et la synthèse des données archéologiques, historiques et patrimoniales relatives au site de la Pointe du Hoc. Deux zones définies en amont ont été retenues pour la prospection de terrain : une bande de terrain large de 14 mètres correspondant au faisceau du nouvel itinéraire de visite projeté par l'ABMC (**fig. 3**) ; et 6 constructions bétonnées estimées d'intérêt prioritaire (hotspots), situées en différents points du site, dont cinq se trouvent dans le faisceau de la prospection et une (hotspot 2) à l'extérieur de celui-ci (**fig. 4**).

Fig. 3 Carte des nouveaux cheminements projetés par l'ABMC (en rose). © ABMC, 2018

Fig. 4 Carte montrant les 6 faits prioritaires (en rouge) retenus par l'ABMC pour la prospection. © ABMC, 2018

Ces ouvrages bétonnés et cratères ont été sélectionnés par l'ABMC en tant qu'éléments-clés dotés d'un intérêt pédagogique et historique particulier pour l'élaboration du parcours de visite. La longueur cumulée des cheminements projetés atteint un total de 1100 mètres environ. Les abords de ces cheminements et des 6 constructions d'intérêt prioritaire étant pris en compte dans le champ couvert par la prospection, l'espace ainsi étudié couvre une superficie totale de 1,54 ha environ (3,80 acres).



Les importantes destructions causées par les bombardements alliés et les combats du 6 au 8 juin 1944 ont laissé de spectaculaires cicatrices sur le site de la batterie allemande de la Pointe du Hoc. Les nombreux cratères notamment, causés par les explosions des bombes aériennes ou des obus d'artillerie de marine, ont été conservés en creux dans le paysage où ils forment des réserves aux dimensions variées, en partie remblayés de terre et de débris issus des ouvrages bétonnés, et aujourd'hui couverts par la végétation. Les remblais de terre ainsi que les volumes de béton ou d'armatures métalliques détachés des bunkers lors des explosions, achèvent de conférer à ce champ de bataille un aspect hautement perturbé sur le plan archéologique. La nécessité absolue de conserver ces vestiges in situ implique par ailleurs le recours à des méthodes d'investigation non intrusives, comme l'étude des couvertures LiDAR ou la prospection magnétique, couplées aux observations réalisées au sol par les archéologues. D'emblée cependant, il convient de noter les limites inhérentes à l'emploi de ces procédés sur un site du mur de l'Atlantique, aussi perturbé par les ravages de la guerre que celui de la Pointe du Hoc. En effet, le relief très perturbé de la batterie, en raison des nombreux cratères qui s'y trouvent, constitue une première contrainte technique à l'emploi des moyens de prospection magnétique au sol. En outre, les mouvements de terre ainsi que les remblais déplacés par le passé afin d'ouvrir le site au public (voir plus loin le rappel historique), sont à l'origine d'une grande hétérogénéité des matériaux inclus dans le sol, ce qui induit par conséquent d'évidentes difficultés dans l'interprétation des données de prospection magnétique. La présence d'importantes masses métalliques constitue de ce point de vue, une contrainte très importante sinon rédhibitoire.

Le protocole défini en amont de l'intervention de l'Inrap par l'ABMC inclut ainsi la mise en œuvre de quatre méthodes de prospection : une couverture radar ; l'acquisition et l'étude des couvertures LiDAR ; un relevé photogrammétrique ; une prospection au sol. L'équipe de l'Inrap en charge du projet comprend un responsable d'opération (V. Carpentier), chargé avec le Directeur adjoint scientifique et technique (C. Marcigny) de coordonner les actions et les résultats, un archéologue spécialiste des prospections géophysiques (G. Hulin), un spécialiste de l'étude du mur de l'Atlantique (B. Labbey) et un spécialiste des mobiliers de guerre et de la détection des métaux (V. Tessier). Suite à la requête de l'ABMC, les travaux de prospection ont été réalisés au début de l'année 2019, en amont des pics d'affluence de la saison touristique et des commémorations liées au 75^e anniversaire du D-Day. Les travaux d'analyse et la réalisation du rapport de synthèse ont été menés au cours de l'année 2019 et soumis à la traduction à l'automne afin de pouvoir procéder à la restitution du document final à la fin de la même année.

La prospection Radar n'étant opérante que sur des surfaces planes, et a donné lieu à une journée de test menée sur le terrain par G. Hulin, Inrap (**fig. 5**). Aux contraintes générées par les matériaux, évoquées plus haut, s'ajoutent sur le site de la Pointe du Hoc, celle de la nature géologique du sol de surface. L'argile en effet, se prête mal à ce type de procédé. Au final cependant, les résultats restent pertinents même si les données sont peu nombreuses et fortement influencées par les substructions des années 1940.

L'acquisition des données de couverture LiDAR (Light Detection and Ranging technology) concerne une aire d'environ 26,8 ha (66,22 acres), incluant les cheminements projetés ainsi que leurs abords. Les survols ont été réalisés en période hivernale en raison de la présence de zones boisées au sud-est du site. Les enregistrements obtenus ont fait l'objet de différents traitements via un SIG (Système d'information géographique) permettant de trier les points de manière à obtenir une image débarrassée

Fig. 5 Prospection au sol effectuée par G. Hulin, Inrap. © V. Carpentier/Inrap 2019

Fig. 6 Image Lidar. © G. Hulin, 2019

de la végétation (MNS = modèle numérique de surface). Le document ainsi obtenu (**fig. 6**) délivre une lecture en trois dimensions des différentes anomalies topographiques qui affectent le sol du site. Outre quelques altérations géologiques du sous-sol, celles-ci consistent en un petit nombre de structures postérieures à la Seconde Guerre mondiale, dont quelques perturbations liées au démantèlement de certains bunkers après-guerre ; ainsi qu'en quelques structures antérieures, datées du XVIII^e au début

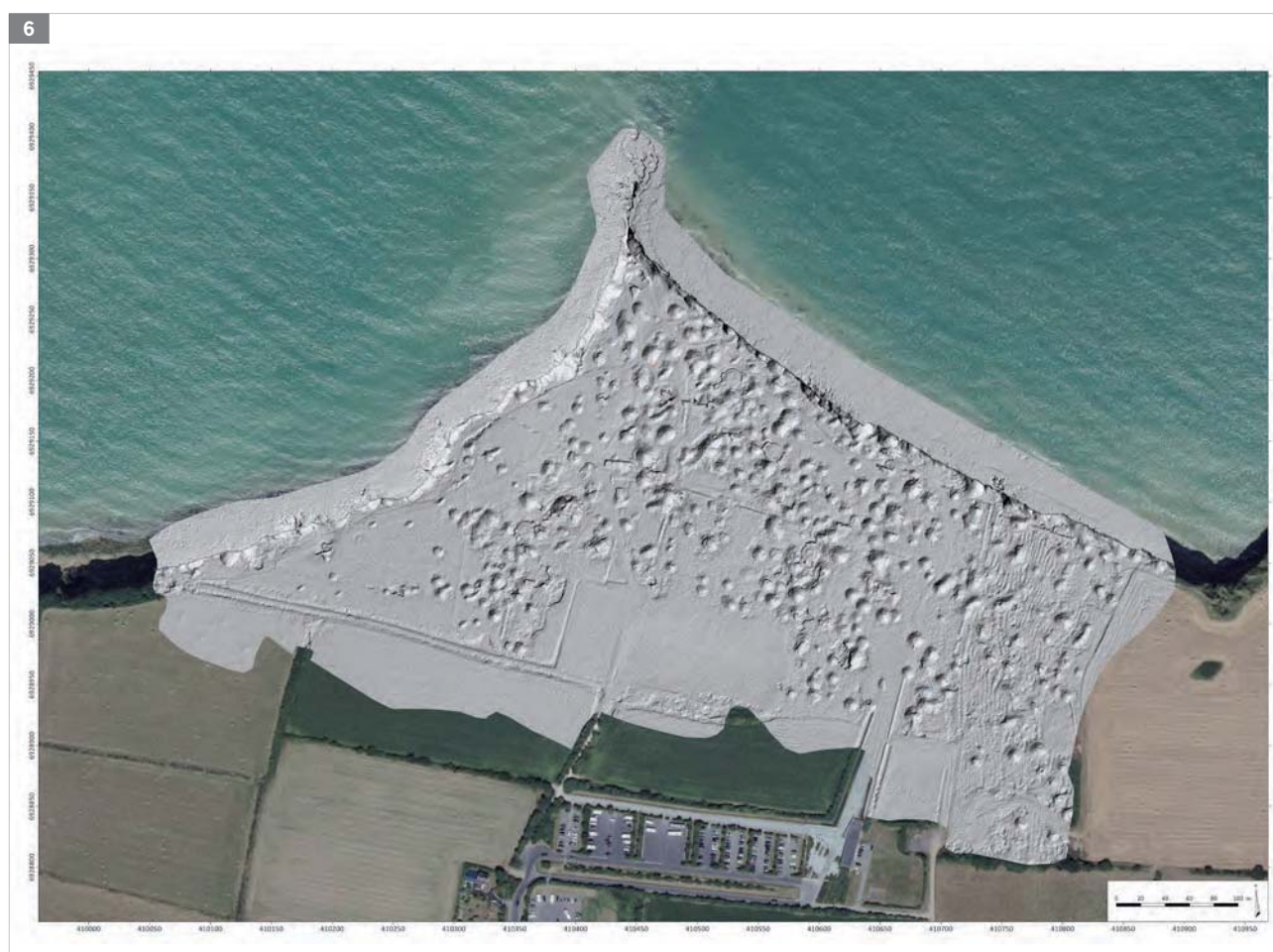


Fig. 7 Préparation de la prospection au sol conduite sur le site au début de l'année 2019 : repérage des faits archéologiques inclus dans l'emprise du nouveau cheminement projeté par l'ABMC. De gauche à droite, Benoît Labbey, Cyril Marcigny, Vincent Carpentier.. © V. Tessier, 2019



Fig. 8 Prospection au sol conduite sur le site au début de l'année 2019 : l'emploi systématique du détecteur de métaux (par V. Tessier, Inrap) permet de repérer les grandes structures métalliques enfouies mais aussi les faits plus modestes comme ces éclats d'obus qui aujourd'hui encore, parsèment toute la surface du site ainsi que les cheminements. © V. Carpentier/Inrap 2019



du xx^e siècle; et surtout pour la plupart, à divers aménagements faisant partie intégrante du complexe de la batterie allemande Wn 75, à savoir des éléments du chantier de la batterie et constitutifs batterie elle-même, auxquels s'ajoutent pour finir les importants stigmates des bombardements de mai-juin 1944. Le MNS (considéré comme le document princeps) est le support initial de la plupart des relevés proposés dans le cadre de ce rapport.

Un complément aux données LiDAR a été obtenu grâce à plusieurs survols au drone (confiée à un prestataire extérieur, O. Morin, Société Hague-Drone) dans le but de compléter par photogrammétrie les résultats de la couverture princeps. Il s'agissait ici dans un premier temps de réaliser une couverture photographique aérienne à basse altitude. Puis, dans un second temps, le recours à un logiciel spécifique a permis d'assembler les différents clichés obtenus avec des points de vue différents, en utilisant la parallaxe et en prenant en compte les corrélations entre les images numériques. Le résultat de cet assemblage numérique est une orthophotographie, c'est-à-dire une image zénithale de l'ensemble de la zone couverte et ce, en tout point du fait qu'elle a au préalable été rectifiée géométriquement. Cette technique permet d'effectuer des mesures planimétriques de précision directement sur le cliché, en utilisant un logiciel dédié de type SIG. La photogrammétrie permet également de produire un modèle 3D de la surface étudiée grâce à des points de calage au sol, levés en topographie. Cette méthode autorise au final la réalisation d'un levé microtopographique, de précision centimétrique, avec un temps d'acquisition sur le terrain très court.

Les relevés photogrammétriques ont été confrontés au relevé LiDAR de manière à corriger les éventuels défaut du MNS. À terme, le document princeps s'est avéré satisfaisant. À l'échelle du site, le relief général a pu être correctement modélisé selon différents axes.

Dernière couche d'information, une prospection au sol a été réalisée les 15 et 17 mai 2019 (**fig. 7**) par une équipe de quatre puis deux archéologues de l'Inrap dont le responsable de l'opération, un archéologue spécialiste de mur de l'Atlantique et un autre spécialiste des mobiliers de la Seconde guerre mondiale et de la détection des métaux (V. Carpentier, B. Labbey, C. Marcigny, V. Tessier).

Les prospecteurs ont arpenté en totalité le faisceau de cheminement projeté par l'ABMC, et ont également investigué la totalité des ouvrages bétonnés visibles sur le site de la batterie, afin de compléter les travaux d'inventaire déjà réalisés par l'équipe de l'Université du Texas en 2006 (Warden *et al.* 2007b). Les cratères situés dans le faisceau de 14 mètres de large ont tous été relevés et analysés. Tous les vestiges autres, notamment des restes de construction antérieurs à la batterie (murs, fossés) ou d'autres faits archéologiques ponctuels (éclats d'obus, vestiges de pistes, sacs de ciment... [**fig. 8**]), ont également été répertoriés. Deux inventaires descriptifs séparés ont été réalisés, l'un dédié aux ouvrages bétonnés et faits associés; l'autre aux cratères et faits associés. Ils sont présentés plus loin.

La prospection s'est doublée d'une couverture photographique complète et d'une exploration des archives relatives à l'occupation du site avant la Seconde guerre mondiale. Les bunkers ouverts à la visite ont tous été visités. Aucune ouverture n'a été produite dans le sol, ni aucun vestige ponctuel déplacé. Les observations ont été strictement cantonnées aux faits visibles ou repérés grâce à l'usage des moyens de détection mis en œuvre.

2. Historique de la Pointe du Hoc (V. Carpentier, B. Labbey)

La Pointe du Hoc est le nom donné à un cap triangulaire au modeste développement situé sur la commune de Cricqueville-en-Bessin, en Normandie occidentale, au bord de la Manche, dans le département du Calvados. Le front de mer correspond ici à une falaise abrupte haute de 25 à 30 mètres, surmontant une mince plage de sable et de galets, large d'une dizaine de mètres aux plus basses eaux, dont le pied est occupé par un éboulis rocheux ou chaos régulièrement érodé par la marée. Au sommet de la falaise, l'extrémité de la pointe se prolonge aujourd'hui en une aiguille rocheuse façonnée par l'érosion, qui se dresse, face au nord, au-dessus de la mer.

2.1 Les plus anciens témoins d'aménagement du site

Le terme «hoc», récurrent sur cette partie de la côte normande, puise son origine lointaine dans un ancien dialecte d'ascendance anglo-scandinave, avec le sens de «pointe de terre», «cap», «avancée de terre entourée d'eau». Ce vocabulaire hérité du haut Moyen Âge a laissé une empreinte originale dans la toponymie de la Normandie littorale, traduisant la présence tout au long de la côte, de groupes étrangers dont l'assimilation à la population locale est déjà accomplie au XI^e siècle, lorsque se multiplient les archives écrites. Quoi qu'il en soit de l'ancienneté de son occupation, les données disponibles à ce jour révèlent que la Pointe du Hoc fut occupée et mise en culture au moins dès le plein Moyen âge. En 1823, le cadastre napoléonien de Cricqueville-en-Bessin (Archives départementales du Calvados, 3P 1949, section C1 dite «de la Montagne» [fig. 9]), y mentionne en effet un agronyme caractéristique des systèmes d'openfield médiévaux de la province normande : la «Delle du Hoc». Or, ce terme de «delle» désigne en Normandie une ancienne forme de quartier parcellaire ou champ-bloc subdivisé en une série parallèle de champs labourés, de forme laniérée, caractéristique des secteurs de plaine du Calvados (Bessin, plaine de Caen) et de quelques cantons du Cotentin depuis au moins la fin du XII^e siècle (Musset, 1996 ; Arnoux, Maneuvrier, 2003, p. 15 *sq.*). Cet agronyme confirme donc bien l'origine médiévale du parcellaire local, un openfield formé de «delles», délimitées par des chemins ou des haies, et subdivisées en parcelles laniérées pour la moitié ouest de la pointe, ou trapézoïdales, plus larges, pour sa moitié est, à l'approche du cap proprement dit. Quoique ces terrains soient vraisemblablement d'anciennes terres labourées, aucune culture n'y est plus pratiquée en 1823. La Pointe du Hoc est désormais entièrement exploitée en herbages, entrecoupés de haies bocagères sur talus bordés de fossés.

Ce même plan cadastral de 1823 indique en outre la présence d'un corps de garde sur la parcelle n°102, contiguë à la pointe rocheuse située quant à elle sur la parcelle n°103. Un second, aux dimensions similaires, est également signalé par un carré à l'ouest de la Delle du Hoc, au bord de la falaise, à l'extrémité nord du chemin dit «de la Logue» – vraisemblablement une déformation du mot «loge» qui désigne une cabane, un abri rudimentaire, sans doute ici le corps de garde, tandis que le chemin côtier qui lui est perpendiculaire, reliant Grandcamp à Port-en-Bessin, est quant à lui surnommé «chemin de ronde», vraisemblablement en lien avec les



Fig. 9 Extrait du cadastre de 1823 (Caen, Archives départementales du Calvados, 3P 1949).

garde-côtes. Ces deux corps de garde appartiennent à un vaste réseau de petits abris et de redoutes mis en place depuis la fin de l'Ancien Régime et renforcé sous Napoléon I^{er}, afin d'assurer la défense des côtes contre les descentes anglaises et la lutte contre la contrebande maritime au temps du blocus continental (Chardon, 2006). De petites unités de miliciens puis canonniers garde-côtes y étaient affectées, avec une efficacité variable selon les lieux et les époques. Il s'agissait ici de modestes bâtiments au plan carré, implantés au bord de la falaise, servant à abriter un petit contingent chargé de la surveillance du littoral. Il est toutefois impossible de connaître les matériaux de construction employés, sachant par ailleurs que ces petits édifices égrenés au fil de la côte présentaient des dimensions et architectures variées ; certains, à l'image de la redoute nord de l'île Tatihou, à Saint-Vaast-La-Hougue, fondée à la fin du xvii^e siècle, consistaient en de simples abris enterrés formés de terre et de bois, avec très peu voire aucune maçonnerie (Veyrat, 2000). Ces deux corps de garde ont disparu. Le premier, installé à l'extrémité de la Delle du Hoc, reposait sur un pan de falaise qui s'est effondré depuis et n'a donc laissé aucun vestige en place susceptible d'être découvert. Du second, plus à l'ouest, ne subsiste aucun vestige connu à ce jour ; il se peut néanmoins que ses fondations aient été en partie préservées dans le sol, malgré le réaménagement considérable de la pointe au cours de la Seconde guerre mondiale.

2.2 Les origines de la batterie Wn 75

Dès 1941, les forces allemandes planifient la mise en défense des côtes occidentales de l'Europe. Des secteurs stratégiques majeurs sont alors définis et font l'objet d'une attention particulière ; les ports et les estuaires notamment, deviennent des objectifs prioritaires à défendre tandis que d'autres sites en position élevée sont sélectionnés afin de recevoir des batteries d'artillerie côtière ou des stations radar. Le village de Cricqueville-en-Bessin n'est pas épargné par les chantiers de fortification qui essaient sur toute la côte normande, sous le contrôle de l'Organisation Todt (Von Keusgen, 2006). En effet, les sites de la baie des Veys, des vastes étendues sableuses de la côte est de la Manche ou encore des plages situées entre Vierville-sur-Mer et Colleville-sur-Mer, à dix kilomètres à l'ouest et à cinq kilomètres à l'est de la Pointe du Hoc, apparaissent comme des secteurs favorables à un débarquement allié de grande envergure. Les villages encadrant ce trait de côte sont dès lors intensément fortifiés par l'occupant, qui fait installer plusieurs batteries d'artillerie côtière afin d'assurer la défense lointaine du rivage. Équipées de pièces d'artillerie à longue portée, ces batteries couvraient de leur feu les navires croisant au large et étaient à même d'interdire l'approche des plages aux péniches de débarquement. Celles de la Pointe du Hoc verrouillaient ainsi l'accès à l'estuaire de la Vire et aux plages environnantes.

Dès le mois de mai 1942, les troupes allemandes investissent le site de la Pointe du Hoc. Cette pointe rocheuse abrupte, culminant à près de 30 mètres au-dessus du niveau de la mer, offre en effet un panorama totalement dégagé sur les plages sableuses de la façade est de la Manche, sur les îles Saint-Marcouf mais aussi sur l'entrée de l'estuaire de la Vire. Le site, retenu pour l'implantation de la batterie 2./832, reçoit le nom de code « Stützpunkt 75 » qui désigne un « point fortifié » (en abrégé Stp. 75). Il forme, avec le petit site voisin du « Widerstandsnest 76 » (Wn. 76), un complexe défensif individualisé au sein du mur de l'Atlantique en tant que « Stützpunktgruppe Pointe du Hoc ».

Dans un premier temps, six canons affectés à la « Heeres-Küsten-Batterie Pointe du Hoc » (ou « Batterie d'artillerie côtière », en abrégé H.K.B.), sont installés en position de campagne au milieu des herbages entrecoupés de haies bocagères. Les artilleurs logent dans les bâtiments réquisitionnés de la ferme de la famille Guélinel, établie juste au sud de la pointe. Au cours de l'été 1942, six grands encuvements circulaires en béton avec niches à munitions attenantes sont construits pour recevoir les pièces de 155 mm modèle 1917 GPF (Grande Puissance Filloux) qui composent cette batterie (fig. 10). Ces canons d'origine française, conçus pour le premier conflit mondial, ont été capturés à la suite de la campagne de France, en 1940, et versés à l'arsenal allemand. Bien que d'un ancien modèle, ils restent très performants, offrant une portée de tir pratique supérieure à 15 000 mètres. Ces pièces, renommées « 15,5 cm K.418 (f) » par l'armée allemande, reflètent la diversité du matériel affecté au mur de l'Atlantique. Cette variété des calibres et des origines de l'artillerie allemande posait des problèmes de ravitaillement en contraignant l'intendance à se fournir en munitions parfois rares et obsolètes. Or, ces contraintes étaient moindres dans le cadre du mur de l'Atlantique qu'au sein d'une unité combattante régulière ou d'un corps expéditionnaire. Le rôle statique de ces pièces d'artillerie hétéroclites limitées à la défense fixe des plages, simplifiait grandement leur gestion et leur approvisionnement.

Après avoir servi quelque temps à la « H.K.B. Riva-Bella » de Ouistreham, l'Oberleutnant Frido Eberling est muté à la « H.K.B. Pointe du Hoc » pour en prendre le commandement, qu'il assume jusqu'à son départ pour le front de l'Est le 26 octobre 1943. Il est alors remplacé par l'Oberleutnant Brotkorb. Le 13 décembre de la même année, la « H.K.B. Pointe du Hoc 2./832 » est renommée « 2./1260 ». La garnison du site compte alors un

peu plus de 200 hommes répartis de manière suivante : 80 artilleurs sont rattachés à la « 2.Bttr/1260 » et environ 130 fantassins du « I./ Grenadier-Regiment 726 », dépendant de la 716^e Division d'infanterie mais localement rattaché à la 352^e Division d'infanterie, sont chargés de la protection de la batterie et de la défense du site. Contrairement au reste de la 716^e Division, dont l'âge moyen est assez élevé, la garnison de la Pointe du Hoc est relativement jeune ; les soldats en sont âgés de 20 à 25 ans en moyenne.

Fig. 10 Vue rapprochée de l'un des six canons de la pointe du Hoc. Cette photo prise avant le printemps 1944 présente l'un des encuvements les plus proches du bord de la falaise. Ce type de disposition garantissait un champ de tir maximum pour les artilleurs mais n'offrait en revanche aucune protection. © NARA

Caractéristiques techniques du 155 mm

L modèle 1917 GPF :

Calibre : 155 mm

Longueur de la pièce : 5,9 m

Poids en batterie : 11 500 kg

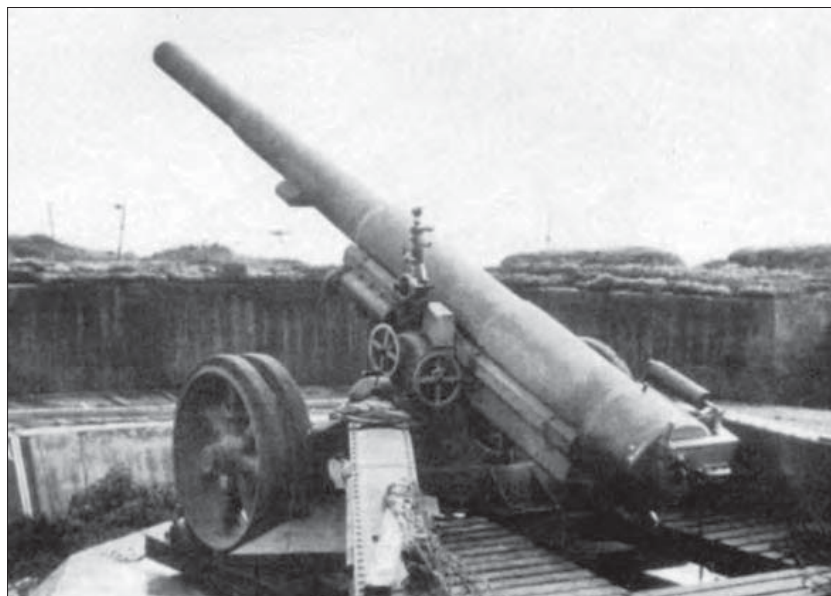
Portée maximale : 19 500 m

Portée pratique : 16 000 m

Poids de l'obus : 43 kg

Champ de tir vertical : 0 à + 35°

Champ de tir horizontal : 60°



2.3 Évolution du site de 1942 à 1944

Comme partout ailleurs sur le mur de l'Atlantique, l'Organisation Todt (du nom de son créateur Fritz Todt, ingénieur en génie civil) a pris en charge la construction de la batterie de la Pointe du Hoc, en faisant appel à des entreprises de bâtiment des environs. De la main-d'œuvre réquisitionnée localement ainsi que des travailleurs étrangers (Russes, Polonais...) sont affectés au chantier. Près de 500 ouvriers sont ainsi logés à Englesqueville-la-Percée, dans un grand camp de l'Organisation Todt. L'évolution du site de la batterie reflète parfaitement celle plus globale du mur de l'Atlantique. Lors des premières tranches de fortification, les pièces d'artillerie y sont simplement placées en position de campagne, sans construction bétonnée, disposées en encuvements ou sur des plateformes à ciel ouvert. Ce genre de disposition maximise en effet le champ de tir des canons en leur permettant de tirer tous azimuts. Cependant, à partir de 1942, les Alliés planifient un futur débarquement de grande ampleur et intensifient les bombardements et raids aériens sur les positions défensives allemandes, endommageant ou détruisant de nombreuses pièces d'artillerie. Constatant que les positions de tir ne suffisent plus à assurer la protection des canons, Hitler impose alors au haut-commandement la construction de casemates bétonnées destinées à abriter un maximum de pièces. Cette évolution dans le cours de la guerre explique la présence des puissantes casemates bétonnées jouxtant les plateformes antérieures sur le site de la Pointe du Hoc. A contrario, la batterie de Longues-sur-Mer, construite plus tardivement (début 1944), a directement été aménagée dans des casemates bétonnées, sans aucune plateforme.

À partir du mois de juillet 1942, six cuves circulaires en béton armé sont achevées afin d'accueillir les canons de 15,5 cm. Ces encuvements semi-enterrés, d'un diamètre légèrement supérieur à 16 mètres, abritent en

leur centre un pivot central surélevé accueillant une plaque rotative en acier. Une fois installé sur ladite plaque, le canon pouvait ainsi pivoter sur 360° et ouvrir le feu dans toutes les directions. Cinq niches à munitions latérales ainsi qu'une petite pièce desservie par un couloir, offraient un stockage d'appoint en munitions et un abri pour les servants du canon. Enfin, un accès d'une largeur de trois mètres, aménagé dans la paroi circulaire, permettait aux artilleurs d'amener le canon dans l'encuvement ou bien de l'en extraire. Afin d'assurer un approvisionnement rapide en munitions, les *Festungspioniere* (ingénieurs spécialisés dans la réalisation d'ouvrages en béton sur les lignes de fortifications allemandes) construisent en outre trois grandes soutes à munitions modèle « Regelbau 134 » (en abrégé R.134). Littéralement, le terme *Regelbau* signifie en allemand « construction normalisée ». Près de 700 types d'ouvrages standardisés ont ainsi été créés et nomenclaturés dans un catalogue permettant de concevoir avec précision la construction d'un bunker depuis ses fondations jusqu'à ses équipements internes. Ce vaste catalogue regroupe une série d'ouvrages bétonnés conçus pour les différentes armes de la Wehrmacht (Heer, Luftwaffe, Kriegsmarine) et ayant chacun un usage spécifique. À chaque type d'ouvrage est attribué un numéro et une lettre en fonction de l'arme à laquelle il est destiné. Ainsi, une construction dénommée « H669 » y fait référence à une casemate pour canon de campagne destinée à l'armée de terre (H pour « Heer »). Cette standardisation offrait de nombreux avantages : une conception bien étudiée permettant l'établissement de grandes catégories standardisées ; la possibilité de produire en grandes séries les différents éléments constitutifs des bunkers (portes blindées, mobilier, système de ventilation et de chauffage...) ; la possibilité d'intégrer des variantes aux modèles de bunkers standardisés ; enfin un gain de temps considérable au cours de la construction. Sur la Pointe du Hoc, les trois soutes R.134 sont réparties entre les six encuvements, à mi-distance des pièces d'artillerie afin de desservir efficacement chaque binôme de canons. Les soutes, relevant toutes du même modèle, disposent de deux grandes salles desservies par un couloir à deux entrées. Les obus et les charges propulsives sont rigoureusement dissociés pendant le stockage, afin de prévenir tout risque d'explosion accidentel.

Afin de compléter le dispositif, deux grands abris pour groupes de combat modèle R.502 sont construits pour loger la garnison affectée à la batterie. Ces abris enterrés de première génération sont composés de deux grandes pièces pouvant abriter deux groupes de combat, soit 20 soldats. On y trouve également un petit local d'observation équipé d'un périscope. Un couloir à deux entrées muni d'un sas anti-gaz et protégé par deux créneaux de tir, dessert les deux pièces de vie. Un tobrouk auquel on accède depuis l'extérieur est intégré à l'ensemble afin d'assurer sa défense rapprochée. Enfin, un abri modèle R.501 est implanté au centre du site afin de tenir lieu de poste de commandement pour le chef de batterie. Cet abri comporte une pièce unique à laquelle on accède par une seule entrée dotée d'un sas anti-gaz. Un créneau de tir en défend également l'accès. Un autre tobrouk a été accolé à cet ouvrage - qui en est normalement dépourvu - tandis que le mur nord de l'abri a été renforcé par l'ajout d'un épais parement en béton armé. Une pièce bétonnée enterrée complète ce dispositif ; faisant face à l'entrée du PC, elle pouvait faire office de réfectoire ou bien de pièce de stockage.

À la fin de l'année 1942, l'observation de la côte avait lieu uniquement au sein d'un petit poste de guet en béton et parpaings, installé tout au bord de la falaise. Une cabane en bois, immédiatement à l'arrière de ce poste, accueillait probablement les moyens de communication. Un mirador permettait de diriger à distance les tirs des six pièces de 155 mm. Ces premiers aménagements, temporaires et légers, laissent rapidement place à de nouvelles constructions standardisées, offrant davantage de protection.

La seconde tranche de travaux débute au cours de l'été 1943 et voit la construction d'un nouveau poste d'observation et de direction de tir modèle R.636 (fig. 11).

Fig. 11 Vestiges du poste d'observation et de direction de tir modèle Regelbau 636, achevé à l'automne 1943, au lendemain des violents combats du 6-8 juin 1944. Le revêtement de camouflage en trompe-l'œil est encore en place sur ce cliché. © NARA



Cet ouvrage massif, achevé à l'automne, est installé tout au nord du site, à une dizaine de mètres du bord de la falaise, juste en retrait de l'aiguille rocheuse qui par la suite a conféré son nom à la Pointe du Hoc. Le poste R.636 se compose de trois grandes pièces dont la principale sert à l'étude des cartes tandis que deux salles latérales, plus modestes, assurent le logement des hommes affectés à la surveillance de la côte et font aussi fonction de central radio. En avant de ces trois salles se trouve une autre petite pièce qui par le truchement d'une large et étroite ouverture horizontale, offre un panorama dégagé sur la côte orientale de la Manche. L'entrée du poste dispose d'un sas anti-gaz, d'une caponnière et d'un second créneau de tir. Une pièce supplémentaire construite en parpaings et briques et dotée d'une fenêtre est adossée au poste au niveau de l'entrée. Cette réalisation légère faisait office de réfectoire. Le toit du poste accueille un tobrouk assurant la surveillance et la défense rapprochée, une citerne à eau et surtout la cuve carrée destinée à recevoir le télémètre, appareil stéréoscopique permettant de calculer la distance entre le site de la Pointe du Hoc et les navires croisant au large. Un groupe électrogène assure au poste d'observation une totale autonomie en énergie en cas de destruction du réseau électrique français. Depuis ce poste étaient fournies les coordonnées de tir aux artilleurs et il convenait par conséquent d'en assurer au mieux la protection en cas de bombardement naval ou aérien. Un mur en béton de 1,50 mètres d'épaisseur a été adossé au mur latéral ouest de manière à le renforcer. De plus, la position était camouflée au moyen d'un trompe-l'œil fait de pierres et de ciment, lui donnant l'aspect de la roche naturelle. Ce camouflage a disparu depuis et n'est plus visible actuellement. Un abri pour groupe de combat modèle R.621 est également créé dans le courant de l'année 1943 afin d'augmenter la capacité de logement sur le site de la batterie. Cet ouvrage de seconde génération, pouvant abriter 10 soldats supplémentaires, se compose d'une unique pièce desservie par un couloir à deux entrées, l'ensemble étant doté d'un sas anti-gaz, de deux créneaux de défense rapprochée et d'un tobrouk auquel on accède depuis l'extérieur.

Au sud, est bâti un abri modèle R.661 à usage d'infirmier, un élément logistique essentiel permettant de prodiguer les premiers soins aux soldats blessés. L'abri comporte deux grandes pièces identiques pouvant accueillir 20 personnes, desservies par un couloir à deux entrées muni d'un sas anti-gaz. Un créneau de défense rapprochée est aménagé en face de chaque entrée, afin de protéger l'accès à l'abri, qui est en outre doté d'un tobrouk. Trois autres aménagements complémentaires sont adossés à l'infirmier : une petite citerne à eau ainsi que deux abris légers dont l'un est percé d'une fenêtre.

Au nombre également des constructions de première génération, on dénombre plusieurs soutes à munitions disséminées à travers l'ensemble du site. De dimensions variables, elles prennent la forme de niches cubiques en béton armé ou bien se limitent à une simple excavation dont le toit est formé d'une tôle ondulée semi-circulaire recouverte de terre et renforcée de parpaings ou de moellons calcaires. Ces dernières, de conception insuffisamment robuste, ont été particulièrement endommagées lors des intenses bombardements du printemps 1944.

2.4 La Pointe du Hoc en 1944

Le printemps 1944 est marqué par le début des bombardements aériens réguliers sur la batterie de la Pointe du Hoc, en prévision du débarquement allié. Les encuvements circulaires à ciel ouvert n'assurant dès lors plus une protection suffisante aux pièces de 155 mm, les Allemands lancent à la hâte la construction de six casemates bétonnées modèle R.694 afin de les y abriter. Le chantier est ouvert en avril tandis que, devant la recrudescence des raids aériens alliés, les six canons de 155 mm sont mis à l'abri en arrière du front de mer. En raison des pénuries et difficultés d'approvisionnement en matériaux de construction, imputables notamment aux frappes aériennes des Alliés, le chantier prend du retard. À la veille du 6 juin, seules deux d'entre elles sont achevées. Deux autres n'en sont encore qu'à la construction du coffrage et seules leurs parois extérieures ont été montées. Les deux casemates achevées comportent une chambre de tir pourvue d'une fosse circulaire destinée à recevoir le canon de 155 mm, desservie par un couloir qui débouche sur une porte d'accès aménagée sur la façade arrière de l'ouvrage. De part et d'autre du couloir, deux soutes à munitions accueillent les obus et les charges propulsives. Avec leur carapace de béton d'une épaisseur de près de deux mètres, les pièces d'artillerie sont dès lors considérablement moins exposées aux bombardements alliés. En revanche, cette protection diminue très largement le champ de tir qui se trouve réduit de 360° à seulement 120°. Ce rétrécissement est contrebalancé par l'agencement des casemates dont l'implantation au sol dessine un large «V» pointé vers le nord. Les embrasures de tir des trois premières sont orientées en direction du nord-ouest et celles des trois autres au nord-est, disposition qui permet ainsi de pallier la relative étroitesse des champs de tir. D'autres installations sont ajoutées ou reconfigurées au cours de cette troisième tranche de travaux. Ainsi, une citerne à eau rectangulaire a été installée en arrière immédiat des encuvements circulaires, vraisemblablement afin d'assurer l'approvisionnement en eau pour la préparation du béton. Des citernes de ce type sont en effet présentes sur presque tous les sites de batteries côtières ou de grandes positions défensives du mur de l'Atlantique. De même, une piste béton, large de 2 mètres, a été tracée à travers une partie de la batterie afin d'acheminer les matériaux de construction. Cette chaussée aboutit à hauteur de l'une des deux casemates inachevées du printemps 1944 ce qui conduit à en inférer sa datation. Seule une petite portion de son tracé est encore visible aujourd'hui.

Par ailleurs, la batterie reçoit des pièces antiaériennes (Flak) : deux canons de 37 mm Flak 36 sont installés à hauteur des flancs ouest et est du complexe, sur deux abris modèle L.409A destinés à loger les servants du canon ainsi qu'à stocker les munitions. Trois nouveaux canons de 20 mm KwK 38 sont affectés quant à eux à la défense terrestre. Un tobrouk pour mitrailleuse modèle Bf. 58c assure la défense rapprochée à l'est de la pointe, relayé par une série de postes de tir excavés disséminés en bordure de falaise ainsi qu'au sud de la batterie. Un important réseau de tranchées est creusé à travers l'ensemble de la position afin de desservir les principaux bunkers ; il s'étend jusqu'à la ferme de la famille Guélinel, implantée en limite sud de la Pointe du Hoc. En outre, la batterie est ceinturée par un réseau dense de barbelés en avant duquel s'étend un large champ de mines antipersonnel et antichars, codé «MF 64». Deux «portes belges» (obstacles anti-véhicules) défendent l'unique voie d'accès. Enfin, des «asperges de Rommel», poteaux plantés verticalement en série dans les prairies alentours, empêchent l'atterrissage de planeurs.

En sus du site principal, la batterie de la Pointe du Hoc dispose d'une petite position annexe implantée à moins de 1 km à l'ouest des canons. Le «Wn. 76» (rattaché au «Stützpunktgruppe Pointe du Hoc») est un petit site implanté en bordure de falaise non loin du lieu-dit «Le Moulin de Cricqueville». Ce satellite de la batterie du Hoc est uniquement constitué de constructions légères. Quatre abris enterrés réalisés en bois y assurent le cantonnement des soldats ainsi que le stockage du matériel et des munitions. Un simple baraquement de bois fait office de logement. Un projecteur de 150 cm, logé tout au bord de la falaise dans une structure excavée, permet aux sentinelles de balayer de nuit la côte et l'embouchure de la Vire. Enfin, un petit réseau de tranchées muni de plusieurs postes de tir, dessert ces différents aménagements, ceinturés également par un champ de mines codé «MF 12». Cette position légère a été entièrement supprimée après-guerre et la parcelle concernée, remise en culture.

Dernier élément, une fausse batterie est aménagée à l'ouest de la Pointe du Hoc, en bord de falaise, afin de détourner l'attention des pilotes de bombardiers alliés (fig. 12).

Fig. 12 Vue aérienne de la batterie factice installée à l'ouest du site de la pointe du Hoc (1944). Ces aménagements excavés destinés à tromper l'aviation alliée ne sont plus visibles aujourd'hui. © NARA



Il comprend six grandes fosses circulaires peu profondes imitant des encuvements, à l'intérieur desquelles des leurres en bois faisaient office de canons. L'agencement de ces encuvements était identique à celui de la batterie voisine. Des carrés tracés au sol simulaient des abris enterrés, reliés entre eux par de petits fossés rectilignes évoquant depuis le ciel, un réseau de tranchées. Toutefois ces éléments de diversion n'eurent pas l'effet escompté : l'examen des photographies aériennes alliées de 1944 montre en effet qu'aucune bombe n'a été larguée au-dessus de la position factice. Il semble que, dans le cas de la Pointe du Hoc, les pilotes alliés ne pouvaient manquer de repérer l'imposant chantier de construction des casemates. Plus aucune trace visible ne subsiste de ce leurre.

2.5 Le 6 juin 1944 et l'attaque des Rangers américains¹

Le plan élaboré par l'état-major allié prévoyait le débarquement des troupes américaines sur deux plages localisées à l'ouest du vaste dispositif de l'opération Neptune. Baptisées « Omaha » et « Utah », ces deux secteurs côtiers sont distants l'un de l'autre de près de 18 kilomètres. Entre ces deux étendues sableuses, un paysage contrasté se développe avec d'un côté, de hautes falaises abruptes empêchant toute opération de débarquement de grande envergure, tandis que de l'autre, l'embouchure de la Vire et la vaste zone humide qu'elle abrite interdisent les déploiements de blindés ou d'infanterie. La situation géographique de la Pointe du Hoc, au milieu du secteur dévolu aux forces américaines, en faisait d'emblée un site hautement stratégique pour les Allemands et extrêmement dangereux pour les Américains. Les nombreuses campagnes de reconnaissance aériennes menées depuis le 15 juin 1942 (date des premières photographies aériennes consultables montrant la Pointe du Hoc) par l'aviation alliée confirment clairement cette situation. Pour les forces américaines, la batterie menaçait directement le bon déroulement des opérations amphibies du Jour J et devait par conséquent être impérativement neutralisée au matin du 6 juin. En plus des bombardements, et afin surtout d'être assuré de leur efficacité, un assaut terrestre était nécessaire. Or, la partie sud de la batterie étant particulièrement défendue, l'option d'un assaut depuis la mer avec escalade de la falaise fut retenue. Cette mission à haut risque fut ainsi planifiée et confiée à une unité particulière des forces spéciales américaines : le 2^e bataillon de Rangers.

Les Rangers, unité d'élite de l'armée des États-Unis, sont créés en mai 1942, en Écosse, à la demande du Président Roosevelt qui souhaitait doter son armée d'une formation directement inspirée des commandos britanniques. Au total, six bataillons de Rangers (numérotés de 1 à 6) furent constitués au cours de la Seconde Guerre mondiale. Le recrutement reposait sur la base du volontariat, des hommes issus de toutes les branches de l'armée ou de la Garde Nationale pouvant tenter de rejoindre cette unité en passant une série de tests et de brevets particulièrement rudes. Les candidats devaient posséder d'excellentes qualités physiques et mentales pour être retenus à l'issue des stages de sélection organisés par les instructeurs commandos britanniques. Beaucoup échouaient et regagnaient leurs anciennes unités. En août 1942, le 1^{er} bataillon de Rangers est engagé pour la première fois dans le raid de Dieppe (opération Jubilee), à l'issue malheureuse. Plus tard, les 1^{er}, 3^e et 4^e Rangers sont envoyés combattre en Afrique du Nord et en Italie où les 1^{er} et 3^e bataillons sont décimés lors de la bataille de Cisterna, en janvier 1944. Les rescapés rejoignent ensuite la « 1st Special

1. Sur le débarquement américain d' Omaha : Florentin 2004 ; Gwane 2012 ; Balkoski 2014 ; Prime 2018 ; sur les combats de la Pointe du Hoc : Lane 1992 ; Darby 2003 ; Westwell 2003 ; Brinkley 2006 ; Zaloga 2009 ; Black 2013 ; O'Donnell 2013 ; Saunders 2018 ; Sterne 2018.

Fig. 13 Sur la côte sud de l'Angleterre, à la veille du 6 juin 1944, les Rangers embarquent dans les barges qui vont les conduire vers les grands navires de transport. © NARA

Service Force ». Les 2^e et 5^e bataillons sont créés le 1^{er} avril 1943 à Camp Forrest, Tennessee. Officiellement activés en septembre 1943, les deux bataillons sont envoyés en Angleterre pour se préparer à l'Opération Overlord. Après un entraînement intense, au cours duquel ces troupes d'élite sont notamment familiarisés au maniement des armes ennemies, ils embarquent le 5 juin 1944 à Weymouth afin de rejoindre les côtes normandes (fig. 13).



Le plan d'assaut américain prévoit que les 2^e et 5^e Rangers seront divisés en trois groupes tactiques (« Task Forces ») nommés A, B et C. La Task Force A, formée des compagnies D, E et F du 2^e Rangers soit 225 hommes aux ordres du lieutenant-colonel Rudder, débarquera de part et d'autre de la Pointe du Hoc avec un double objectif : neutraliser les canons et mettre en place un barrage sur la route côtière afin d'empêcher l'arrivée de renforts allemands sur Omaha Beach. La Task Force B, formée de la compagnie C du 2^e Rangers commandée par le capitaine Goranson, devra capturer et détruire la station radar de la pointe de la Percée. La Task Force C, unité de renfort composée des compagnies A et B du 2^e et du 5^e Rangers, sera engagée en fonction du degré d'achèvement de la mission du premier groupe. En cas de succès, le colonel Rudder devra transmettre à 17 heures en morse optique le message codé « Praise the Lord », afin que les renforts soient envoyés à la Pointe du Hoc. En cas d'échec, le message « Til » sera transmis et les renforts seront déroutés vers Omaha Beach d'où ils devront atteindre la Pointe du Hoc par les terres.

Dès le mois d'avril 1944, une série de raids aériens précède les opérations du 6 juin (fig. 14). La batterie subit un premier bombardement le 25 avril mené par une escadrille de 51 bombardiers légers Douglas A-20 Havoc dépendant des 409^e et 416^e groupes de la 9^e US Air Force. Les appareils larguent au total 199 bombes de 500 livres (227kg) sur la Pointe du Hoc, causant la perte d'un canon de 155 mm et la destruction de la maison Guélinel a été détruite qui sera ensuite déblayée et rasée par les

Allemands. Deux autres bombardements suivent les 13 et 22 mai. Le 13, 33 bombardiers moyens B-26 Marauder du 322^e groupe de la 9^e US Air Force déversent 54 bombes de 2000 livres (908 kg) et 8 de 500 livres sur la batterie. À l'approche du jour J, les 4 et 5 juin, la Pointe du Hoc est de nouveau bombardée. Le 4, vers 15h00, une quatrième attaque aérienne est menée par une escadrille de 85 bombardiers A-20 Havoc des 409^e et 416^e groupes de la 9^e US Air Force qui larguent 406 bombes de 500 livres. Au matin du 5, vers 9h20, trois groupes de forteresses volantes B-17 du 379^e groupe de la 8^e US Air Force pilonnent le site avec 427 bombes de 500 livres. Enfin, à l'aube du 6 juin, en prévision de l'assaut amphibie imminent, 534 tonnes de bombes sont déversées par une centaine de bombardiers britanniques Lancaster appartenant au 5^e groupe de la Royal Air Force. À l'heure H, un dernier groupe de 8 Marauder du 391^e groupe de la 9^e US Air Force assène le dernier coup porté par l'aviation alliée en larguant sur la batterie 16 bombes de 2000 livres. Puis, peu avant que les Rangers ne mettent pied à terre, la Marine alliée prend le relais. Le cuirassé américain USS Texas, appuyé des destroyers HMS Talybont britannique et USS Satterlee américain, déclenche ses puissantes pièces de 356 mm de 5h50 à 6h25, en tirant quelque 250 obus sur la Pointe du Hoc. Les milliers de tonnes de bombes et d'obus largués par avion ou tirés depuis la mer ont littéralement ravagé le site. Le 6 juin vers 6h30, le réseau de tranchées n'existe plus, les encuvements circulaires sont sérieusement endommagés et tous les ouvrages légers ont été pulvérisés. Seuls les abris bétonnés enterrés ont résisté dans ce paysage lunaire. Leurs parois en béton de deux mètres d'épaisseur ont protégé la garnison qui s'y est réfugiée.

Fig. 14 Bombardiers A20 Havoc lors du raid du 25 avril 1944 sur la batterie de la Pointe du Hoc. © NARA



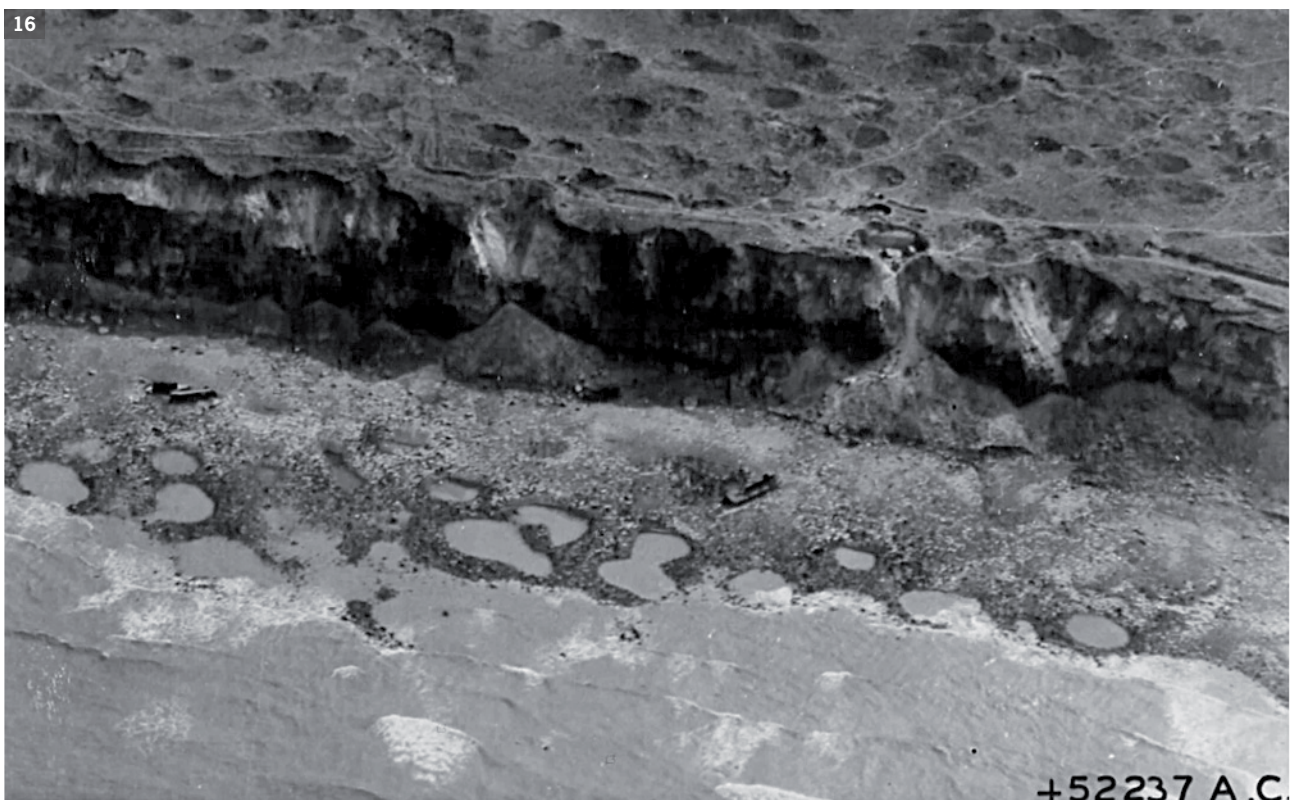
À partir de 4h30 du matin, les chalands de débarquement des Rangers ainsi que les DUKW (camions amphibies équipés pour l'occasion d'échelles métalliques « empruntées » aux pompiers de Londres, destinées à faciliter l'ascension de la falaise) sont mis à l'eau depuis les gros navires de transport ancrés au large. Les assaillants disposent de deux heures pour parcourir les 20 kilomètres qui les séparent de leur objectif, une traversée qui paraît interminable aux hommes en proie au mal de mer. Un premier LCA (Landing Craft Assault, barge de débarquement britannique) sombre 15 minutes après le départ et un unique survivant est repêché. Une autre barge, le LCA 860 du capitaine Slater, sombre à son tour ; les rescapés, récupérés par les Coast Guards, sont évacués vers la Grande-Bretagne. Par suite d'une erreur de navigation et à cause des forts courants marins qui déportent la flottille vers l'est, les embarcations dévient de leur cap et se dirigent vers la pointe de la Percée, à l'est de leur objectif qu'ils devaient toucher à 6h30. En vue de la station radar de la Percée, les défenseurs allemands ouvrent le feu sur les barges des Rangers. Rudder fait alors infléchir la trajectoire du convoi mais l'assaut est retardé de 40 minutes par rapport à l'horaire prévu, délai qui permet aux Allemands de se rétablir après le choc du bombardement, en réorganisant un dispositif défensif. L'effet de surprise ayant été perdu, les Rangers sont contraints d'escalader uniquement le flanc est de la falaise.

À leur arrivée au pied de la falaise, à 7h10, les Rangers découvrent deux parachutistes isolés de la compagnie I du 506^e régiment d'infanterie de la 101^e Airborne Division. Ces membres d'un stick de 19 parachutistes affectés à la mission « Albany », sur la Drop Zone D d'Angoville-au-Plain, ont vu leur C-47 touché par la Flak à l'approche de la côte. Quatre parachutistes ont réussi à sauter avant le crash dont le lieutenant Floyd Johnston et le soldat Niels Christensen atterrissent sur le plateau. Malgré ses blessures, Johnston parvient à rallier les lignes américaines mais Christensen est quant à lui rapidement capturé par les troupes allemandes. Les deux autres paras, Raymond Crouch et Leonard Goodgal, se posent en contrebas de la falaise, dans une faible hauteur d'eau. En longeant le rivage afin de trouver un moyen d'escalader la falaise, ils sont pris sous les bombardements aérien et naval préalables à l'assaut des Rangers et doivent s'abriter en pied de falaise. Le contact établi avec les hommes de Rudder, les deux parachutistes sont intégrés aux Rangers ; ils vont combattre à leurs côtés jusqu'au 11 juin avant de rejoindre leur unité d'origine.

Si la plage est dépourvue d'obstacles défensifs, elle est en revanche constellée de cratères de bombes, pièges inattendus mesurant plusieurs mètres de diamètre et remplis d'eau de mer qui empêchent les transports DUKW d'approcher le pied de falaise afin d'y déployer leurs échelles. Les Rangers ne peuvent donc compter que sur les grappins qu'ils emportent avec eux mais, là encore, des paramètres sous-estimés gênent leur utilisation. En effet, plus de la moitié des 48 grappins prévus n'atteignent pas le sommet de la falaise à cause des cordes considérablement alourdies par l'eau de mer. Les Rangers entament toutefois l'ascension à l'aide des grappins utilisables et d'échelles de corde. Au sommet cependant, les défenseurs gagent le bord de la falaise et ouvrent immédiatement le feu sur les assaillants. Ils jettent également des grenades vers la plage et plusieurs soldats sont mortellement touchés avant même d'avoir atteint le sommet. En riposte, le feu de l'USS Satterlee contraint les Allemands à se replier et permet aux Rangers surentraînés de venir à bout des 30 mètres qui les séparent de leurs objectifs.

Fig. 15 Suite aux nombreux bombardements aériens et navals, des pans entiers de la falaise se sont effondrés (1944). Les Rangers ont emprunté l'un de ces cônes d'effondrement afin d'escalader la falaise sous le feu ennemi. © NARA

Fig. 16 Vue aérienne de la falaise à l'est de la pointe du Hoc, avec le poste du colonel Rudder dominant la plage envahie de cratères, où l'on distingue les chalands de débarquement des Rangers et deux grands cônes d'effondrement (1944). © NARA



Bien que les bombardements n'aient pas réussi à neutraliser les défenses allemandes, ils facilitent néanmoins l'ascension des assaillants. Dans la partie est de la plage de galets, plusieurs cônes d'éboulis se sont formés au pied de la falaise par suite des effondrements causés par les explosions (fig. 15 et 16). En grimpant sur ces amas de roche et de terre, les Rangers n'ont plus qu'une dizaine de mètres à franchir avant d'atteindre le sommet. Les hommes de tête du groupe de Rudder atteignent la batterie vers 7h30 depuis le cône d'éboulis formé en contrebas d'un cratère large d'une quinzaine de mètres, jouxtant l'abri pour canon antiaérien positionné en bord de falaise. La position ayant été désertée par ses occupants, Rudder y établit immédiatement son poste de commandement.

Pendant qu'il émet vers 7h40 le message «Praise the Lord», les Rangers progressent vers les encuvements afin de neutraliser les canons (fig. 17). Toutefois, l'état-major réuni à bord de l'USS Ancon, stationné au large, n'ayant pas reçu le code prévu à 7h00, les renforts ont été détournés comme prévu vers Omaha Beach. Les Rangers de Rudder sont donc désormais seuls pour conquérir et tenir la batterie. Les innombrables cratères qui constellent la pointe rendent leur progression difficile. Les trois encuvements les plus proches de l'abri de Flak sont rapidement atteints, mais les autres, localisés plus à l'ouest, sont plus fortement défendus. En venant à bout des opposants, les Rangers découvrent bientôt que ces encuvements, en grande partie remblayés et endommagés par les explosions, n'abritent aucun des canons attendus. En lieu et place des pièces de 155 mm, ils trouvent des leurres formés de poteaux en bois recouverts de filets de camouflage, mis en place après le 26 avril 1944 afin de tromper les reconnaissances aériennes. En effet, depuis la destruction de l'un des six canons par suite du bombardement du mois d'avril, et en attendant de l'achèvement des casemates bétonnées, les cinq pièces restantes ont été retirées de leurs emplacements à ciel ouvert, dans la nuit du 25 au 26 avril, et remplacées par ces canons factices. Un agent de la Résistance française, André Farina, membre du réseau Centurie, a effectivement observé le déplacement des canons dont il a informé Jean Marion, chef local du réseau basé à Grandcamp-Maisy. L'information a ensuite été transmise à Londres via la Résistance, qui ignorait en revanche pas où les pièces d'artillerie avaient été

Fig. 17 Deux Rangers examinent l'intérieur de l'un des six encuvements. On distingue ici les restes des poteaux en bois qui faisaient office de canon fictif. L'environnement est totalement ravagé par les explosions (1944). © NARA



emmenées. Le colonel Rudder avait parfaitement connaissance de ces faits ; le commandement de l'opération lui fut confié au dernier moment, le 4 juin, à Weymouth, en remplacement du major Cleveland Lytle qui, après avoir eu plus que de raison, avait déclaré publiquement que cette mission serait un suicide et que les canons avaient été déplacés, ce dont il avait pris connaissance peu de temps auparavant lors d'un briefing.

Après avoir conquis la Pointe du Hoc, les hommes de Rudder poursuivent vers le sud afin d'y établir le barrage routier prévu par le plan. Vers 8h30, ils s'installent sur la route côtière et mettent en place un périmètre défensif en s'appuyant sur le réseau de haies qui s'étend au sud de la batterie. Vers 9h00, les sergents Leonard Lommel et Jack Kuhn, partis en reconnaissance dans un chemin creux, découvrent les cinq canons manquants à environ 1500 mètres au sud de la batterie, soigneusement dissimulés au pied d'une haie (fig. 18). En parfait état de tir, les pièces sont pointées vers Utah Beach, avec leurs munitions sur place mais sans aucun artilleur. Les deux sous-officiers neutralisent immédiatement deux canons à l'aide de grenades «thermite» introduites dans la culasse. La très forte chaleur dégagée par la réaction chimique aluminothermique des grenades fait fondre le mécanisme sans aucune détonation. Les trois autres canons sont neutralisés dans un premier temps par la destruction de leurs optiques de visée, à coup de crosse de fusil. Puis la patrouille revient sur ses pas afin de se procurer des grenades supplémentaires. Dix minutes plus tard, les derniers canons sont neutralisés à leur tour et les deux Rangers regagnent leurs lignes.

Fig. 18 Les canons ont été parfaitement dissimulés dans un chemin creux typique du bocage normand. La densité des haies ne permettait pas à l'aviation alliée de les repérer (1944). © NARA



2.6 La batterie conquise, du 6 au 8 juin 1944

Les Rangers du colonel Rudder ayant accompli leur tâche, ils doivent conserver le contrôle de la batterie jusqu'à l'arrivée des renforts débarqués sur Omaha Beach, dont ils ignorent à peu près tout des difficultés. Dans l'après-midi du 6 juin, Rudder envoie le message suivant à l'USS Satterlee: «Sommes à la Pointe du Hoc – Mission accomplie – Nombreuses pertes – Munitions et renforts nécessaires». Deux heures plus tard lui parvient cette laconique du général Huebner: «Aucun renfort disponible – Tous les Rangers sont déployés sur Omaha». Sur le site de la batterie, la situation ne cesse d'empirer: les fantassins allemands ont rapidement tiré parti du paysage lunaire, constellé de profonds cratères, et multiplient les attaques de harcèlement contre les hommes de Rudder, peu nombreux et épuisés. La pression est particulièrement forte autour du poste de direction de tirs, quasi intact, et de l'abri pour canon de Flak situé à l'ouest du complexe. Un groupe de soldats allemands, barricadé dans la salle des cartes du poste de tir, ne se rend que le 7 juin après-midi. Les prisonniers sont alors évacués en direction de la petite plage de galets, au pied de la falaise, par le même chemin qu'ont emprunté les Rangers au cours de l'assaut (fig. 19). Ils attendent ensuite, sous bonne garde, leur transfert vers l'Angleterre.

Fig. 19 Vue générale du poste de commandement du lieutenant-colonel Rudder. En haut de l'image, des prisonniers allemands sont escortés en direction du bas de la falaise.

© NARA



La résistance allemande est inflexible au niveau de l'abri de Flak ouest et les Rangers abandonnent le projet de venir à bout de ce retranchement. Par ailleurs, les troupes d'occupation stationnées dans l'arrière-pays tentent à leur tour de reconquérir la batterie. Dès le milieu d'après-midi du 6 juin, plusieurs attaques allemandes sont lancées, notamment depuis le village de Saint-Pierre-du-Mont. Les canons de l'USS Satterlee effectuent un tir de barrage autour des positions tenues par les Rangers afin de tenir les Allemands à distance. Vers 21h00, 23 hommes de la compagnie A du 5^e Rangers, débarqués sur Omaha Beach, parviennent à rallier la Pointe du Hoc. Ce renfort est une bénédiction pour Rudder car, à la faveur de la nuit, les Allemands lancent une importante contre-attaque avec une compagnie du 914. Grenadier-Regiment. Les postes avancés installés le long des haies, au sud de la route côtière, sont rapidement débordés et les grenadiers parviennent à infiltrer les lignes américaines. Vers 3h00, la compagnie D, qui couvre le flanc ouest, est submergée. Une vingtaine de Rangers restés en arrière pour permettre le repli de leurs camarades, sous les ordres du sergent Petty, sont faits prisonniers. Les hommes de Rudder parviennent cependant à repousser les Allemands mais hommes et munitions s'épuisent tandis que les renforts prévus ne sont toujours pas là. Poussés dans leurs ultimes retranchements, les Rangers n'ont d'autre choix que d'abandonner leurs positions avancées et de se replier dans l'enceinte de la batterie. Le 7 juin au matin, la moitié de leur effectif initial est hors de combat.

Dans l'après-midi, une force de secours dépêchée depuis Omaha Beach, constituée d'éléments du 5^e Rangers, du 116^e régiment d'infanterie et de blindés du 743^e escadron blindé, arrive enfin à la Pointe du Hoc où elle est immédiatement prise à parti par les Allemands. Deux Sherman sont détruits et une trentaine de fantassins mis hors de combat, tandis que la force de secours principale est toujours fixée devant Saint-Pierre-du-Mont, sous le feu ennemi. En fin d'après-midi, le colonel Rudder obtient que deux barges LCVP (Landing Craft Vehicle Personnel) fassent la navette entre la Pointe du Hoc et les navires au large pour rapporter des munitions et embarquer en retour les blessés et les prisonniers. Les Rangers endurent une nouvelle nuit d'encercllement derrière un périmètre défensif considérablement réduit. Ils parviennent néanmoins à contenir plusieurs nouvelles contre-attaques lancées par les Allemands pendant la nuit, au prix de lourdes pertes.

Le 8 juin, dans la matinée, les renforts bloqués devant Saint-Pierre-du-Mont libèrent enfin le village et lancent un assaut frontal décisif contre les troupes allemandes qui encerclent la Pointe du Hoc. La manœuvre de dégagement cause la mort de quatre Rangers de Rudder et six autres sont blessés par des tirs « amis ». À cours de munitions, les assiégés ont en effet utilisé des armes allemandes, ce qui entraîne quelques méprises dans les rangs de la relève venue d'Omaha. Au terme de 48 heures de combats au corps-à-corps particulièrement éprouvants, Rudder et ses hommes sont enfin relevés et mis au repos avant la poursuite de leur mission en direction des batteries d'artillerie de Maisy.

2.7 Bilan du raid des Rangers

De prime abord, l'assaut des Rangers sur la batterie de la Pointe du Hoc a pu paraître inutile du fait de l'absence des canons sur le site. Ce point d'histoire, de grande notoriété, mérite cependant d'être éclairci à la lumière des événements consécutifs à la capture de la batterie par les hommes de Rudder. En effet, bien que les pièces de 155 mm n'aient pas été opérationnelles sur le site même de la batterie au matin du 6 juin, elles demeuraient toujours actives à seulement 1500 mètres au sud de leurs emplacements initiaux, ce qui compte tenu de leur portée utile, autorisait les Allemands à ouvrir le feu de manière très efficace sur la plage d'Utah.

En découvrant et neutralisant ces canons, les Rangers ont donc bel et bien rempli leur mission et de ce fait, éliminé une menace directe pesant sur les opérations de débarquement d'Utah Beach. De plus, en maintenant leurs positions sur le site même de la batterie et en barrant la route côtière au sud de celle-ci, ils ont empêché les troupes d'occupation de rétablir un feu surplombant sur Omaha Beach, où le sort des forces débarquées resta longtemps incertain. La reprise de la Pointe du Hoc par les Allemands aurait par ailleurs grandement compliqué la libération, déjà difficile, du village de Saint-Pierre-du-Mont, et vraisemblablement empêché les forces américaines de prendre pied sur le plateau.

En dépit de son succès tactique, le bilan humain de cette opération fut cependant très lourd pour l'armée des États-Unis. Sur 225 Rangers engagés dans l'assaut initial, seuls 90 étaient encore en état de combattre au terme de deux jours de combats intenses. En comptabilisant les hommes des LCA coulés aux premières heures du 6 juin, près de 135 de ces soldats d'élite ont été tués, blessés ou portés disparus. Le lieutenant-colonel Rudder a lui-même été blessé à deux reprises.

2.8 La Pointe du Hoc, de l'après-guerre à aujourd'hui

Après la fin des combats et une fois les opérations de déminage achevées, le propriétaire des terrains, Monsieur Beck, est retourné constater l'état de ses parcelles avec son fils Jean. Ils ne purent que prendre la mesure de la gravité des destructions causées par les bombardements successifs, aériens et navals. À cette occasion, Jean Beck découvrit, dans un roncier en bordure de falaise, l'un des célèbres grappins qui permirent aux Rangers d'atteindre le sommet. En dehors des parcelles labourées par les explosions, sur lesquelles étaient implantés les ouvrages bétonnés, toutes les autres, moins impactées, ont été remises en culture après-guerre et les cratères qui s'y trouvaient, remblayés.

Dès 1946, Robert Ravelet, président du syndicat d'initiative de Grandcamp et membre actif du Comité du Débarquement créé le 22 mai 1945, demande l'autorisation de conserver le site en état à des fins mémorielles. Afin de conserver en l'état le «sol lunaire» labouré par les bombes, symbole de la violence des combats et de la puissance militaire des forces alliées, la commune de Grandcamp versa des indemnités aux agriculteurs locaux afin qu'ils ne cultivent pas les parcelles de la Pointe du Hoc (Loizeau, Leleu 2019, n. 32). Vers 1947 cependant, près de la moitié des cratères avaient déjà été effacés du paysage. Trop endommagées quant à elles, les parcelles correspondant à l'emprise de l'ancienne batterie allemande furent délaissées jusqu'au début des années 1950. Le 28 février 1955, la Pointe du Hoc est classée par arrêté au titre des sites historiques du département du Calvados². La même année, R. Ravelet fonde le Comité de la Pointe du Hoc et procède aux premiers aménagements afin d'organiser sur place les cérémonies commémoratives du Débarquement ; la commune de Cricqueville-en-Bessin prend en charge l'entretien du site. L'année suivante, le cimetière militaire de Colleville-sur-Mer est concédé par la France aux États-Unis d'Amérique. Le 21 août 1960, un monument en granite, symbolisant la dague des Rangers émergeant d'un livre ouvert, est érigé au sommet du poste de direction de tir. Cette initiative du Comité de la pointe du hoc, créé en 1956, contribua à faire resurgir le site de l'oubli. À partir de 1974, le Conservatoire de l'Espace littoral et des Rivages lacustres (CELRL), acquiert par étapes 25 hectares de la Pointe du

2. DREAL Normandie, <http://www.donnees.normandie.developpement-durable.gouv.fr/pdf/SITES/14083f.pdf>.

Hoc. Toutefois, l'entretien et la protection du site, à la charge de la petite commune de Cricqueville-en-Bessin, s'avèrent rapidement impossibles à assumer. Le 11 janvier 1979, la France accorde la concession à perpétuité du site de la Pointe du Hoc aux États-Unis d'Amérique³. Les terrains restent la propriété du CELRL mais le site est désormais entretenu par l'American Battle Monument Commission, qui gère également le cimetière militaire américain de Colleville-sur-Mer Normandy American Cemetery, en surplomb d'Omaha la Sanglante. Des aménagements limités sont réalisés au début de l'année 1984, à l'occasion du 40^e anniversaire du Débarquement et en prévision de la venue du président Ronald Reagan. Le 6 juin 1994, le président Bill Clinton assiste à son tour aux commémorations du 50^e anniversaire du Débarquement. Cependant, comme partout sur le littoral normand, l'érosion marine est à l'œuvre et fragilise la falaise, déjà éprouvée par les bombardements de 1944. Une première grande campagne d'aménagement est menée entre 1999 et 2004 ; le premier parcours de visite complet voit le jour de même que les bâtiments d'accueil formant le mémorial de la Pointe du Hoc. Une seconde campagne d'aménagement, entre 2008 et 2014, constitue la première réalisation de l'Opération Grand Site « Normandie 44 », sous financement américain. Le parking et la voirie sont entièrement repensés tandis que le nouveau centre d'accueil des visiteurs accueille désormais une exposition permanente. Toutefois, l'érosion de la falaise pose de graves problèmes de sécurité et de conservation qui contraignent temporairement à fermer l'accès au site. En 2010, l'American Battle Monument Commission entreprend d'importants travaux de confortement du grand bunker installé sur la pointe et de la falaise dont l'érosion est aujourd'hui stabilisée pour quelques décennies⁴ (fig. 20 et 21).

De nos jours, au lendemain des cérémonies du 75^e anniversaire du Débarquement, la Pointe du Hoc est devenue le deuxième site militaire par ordre de fréquentation en Normandie, avec un volume moyen de 950 000 visiteurs par an. Sous l'angle patrimonial, il s'agit de la seule batterie d'artillerie côtière de Normandie préservée en l'état depuis 1944, ce en dépit des travaux de mise en valeur ou liés à l'accueil du public. Le potentiel archéologique de ce site, encore intact, donne lieu désormais à des travaux d'évaluation, indissociables de sa gestion, de sa conservation pour le futur, comme de sa mise en valeur pour le public.

3. Décret n° 79-383 du 3 mai 1979, signé et entré en vigueur le 11 janvier 1979, constituant l'annexe VI de l'accord du 19 mars 1956 dont il fait partie intégrante : Journal Officiel de la République française, 15-05-1979, p. 1135-1136, https://www.legifrance.gouv.fr/jo_pdf.do?cidTexte=JPDF1505197900001135&categorieLien=id.

4. ABMC, 17 février 2010, dossier de presse, <http://www.travaux-pointeduhoc.fr/presse.asp> ; https://www.abmc.gov/sites/default/files/publications/Pointe_du_Hoc_Project_Presentation_light.pdf.

Fig. 20 Vue actuelle de la pointe rocheuse qui a conféré son nom au site. L'érosion de la falaise, à l'origine de cette formation, se poursuit de nos jours.

© Vincent Carpentier/Inrap 2019



Fig. 21 Vue actuelle vers l'ouest de la pointe du Hoc, où l'érosion marine est très visible en pied de falaise.

© Vincent Carpentier/Inrap 2019



Inrap

3. Observations archéologiques

3.1 Inventaire descriptif des cratères impactés par l'emprise du cheminement et des faits associés (V. Carpentier, B. Labbey)

3.1.1 Introduction

Un total de 82 cratères et faits archéologiques associés a été répertorié sur le tracé du cheminement projeté par l'ABMC (**fig. 22**). Tous sont décrits ci-après dans l'inventaire spécifique qui leur est dédié. Ces cratères ont été identifiés par reconnaissance directe sur le terrain, couplée à la photo-interprétation des couvertures photographiques aériennes. Leurs dimensions ont été relevées lors des prospections topographiques et géophysiques. Elles ont permis, par comparaison avec les classes de cratères définies notamment pour d'autres secteurs bombardés de la Normandie au cours de la Seconde Guerre mondiale, d'estimer pour chacun d'entre eux le type de bombe ou de projectile employé ainsi que leur calibre (Capps-Tunwell, Passmore, Harrison, 2016).

Les cratères ont été classés selon trois tailles : petit, moyen, important (**fig. 23 et 24**). La plupart sont nés des bombardements des mois de mai-juin 1994. Quelques-uns en revanche (faits n°s 33, 77, 82...) paraissent devoir être imputés à des explosions postérieures pratiquées dans le cadre des tests de démolition mis en œuvre par les troupes américaines après le débarquement ou lors des premiers travaux de réaménagement du site en vue de son ouverture au public. Les trois tailles standards déterminées pour le classement des cratères font référence aux différentes munitions employées par les Alliés lors des bombardements aériens et navals dont les dates sont consignées dans les archives militaires. Ainsi, les obus de marine d'un calibre inférieur à 250 mm sont considérés à l'origine des plus petits cratères ; les bombes aériennes de 500 et 1000 livres à l'origine des cratères de taille moyenne ; enfin, les bombes aériennes de 2000 livres à l'origine de ceux dits « importants ». Cette tentative de classement s'inspire en particulier des travaux de David Capps Tunwell, David Passmore et Stephan Harrison sur les cratères de la Seconde Guerre mondiale relevés dans les massifs forestiers du parc Normandie-Maine (Capps Tunwell, Passmore, Harrison 2016). Soulignons cependant qu'il ne s'agit que d'une méthode d'estimation large, qui ne saurait par conséquent être regardée comme totalement fiable au cas par cas. Le sol de la Pointe du Hoc ayant été particulièrement ravagé par les bombardements, il serait en effet illusoire de vouloir rattacher de manière précise chaque cratère à une munition spécifique. De plus, les effets des explosions ne sont pas identiques dans un sol vierge ou déjà perturbé. Nous ne proposons donc ici qu'une aide destinée à faciliter la catégorisation et la différenciation des cratères.

Un certain nombre de cratères répertoriés dans l'inventaire qui suit résultent en réalité de plusieurs explosions consécutives (**fig. 25**). D'autres faits répertoriés sont des cratères doublés d'un « talus » ou bien des amas de terre seuls, dans les deux cas issus de remblais d'explosion (faits n°s 41, 43, 52, 72...).

Tableau des cratères étudiés par l'Inrap et la Texas A&M University (TAMU) ►

Le but de ce tableau de corrélation est d'aider le lecteur à identifier les cratères présents autour du Ranger Monument à la Pointe du Hoc : il établit une correspondance entre les références de ces structures utilisées dans chaque étude et permet d'en retrouver les informations pertinentes (les renvois aux pages sont entre parenthèses).

* Rapport TAMU 2007 = Warden et al. 2007. – *Étude de stabilisation de la Pointe du Hoc. Étude historique. Rapport final*, Center For Heritage Conservation, Texas A&M University, May 2007, 156 p.

INRAP	TAMU 2007*
Cratère n° 24 (p. 73)	Z6/4 (p. 29)
Cratère n° 25 (p. 74)	Z6/2 (p. 29)
Cratère n° 28 (p. 77)	Z6/DD1 (p. 34)
Cratère n° 55 (p. 104)	Z4/DD4 (p. 33)
Cratère n° 58 (p. 107)	Z4/DD1 (p. 33)
Cratère n° 59 (p. 108)	Z3/3 (p. 28)
Cratère n° 60 (p. 109)	Z3/2 (p. 28) Z3/4 (p. 28)
Cratère n° 61 (p. 110)	Z3/DD8 (p. 33)
Cratère n° 63 (p. 112)	Z3/DD6 (p. 33)
Cratère n° 64 (p. 113)	Z3/DD5 (p. 33)
Cratère n° 65 (p. 114)	Z3/DD7 (p. 33)

▼ **Fig. 22** Carte des faits archéologiques recensés dans l'emprise du projet de l'ABMC. En rouge : ouvrages bétonnés et faits associés ; en trait bleu : cratères et faits associés. © Inrap, 2019

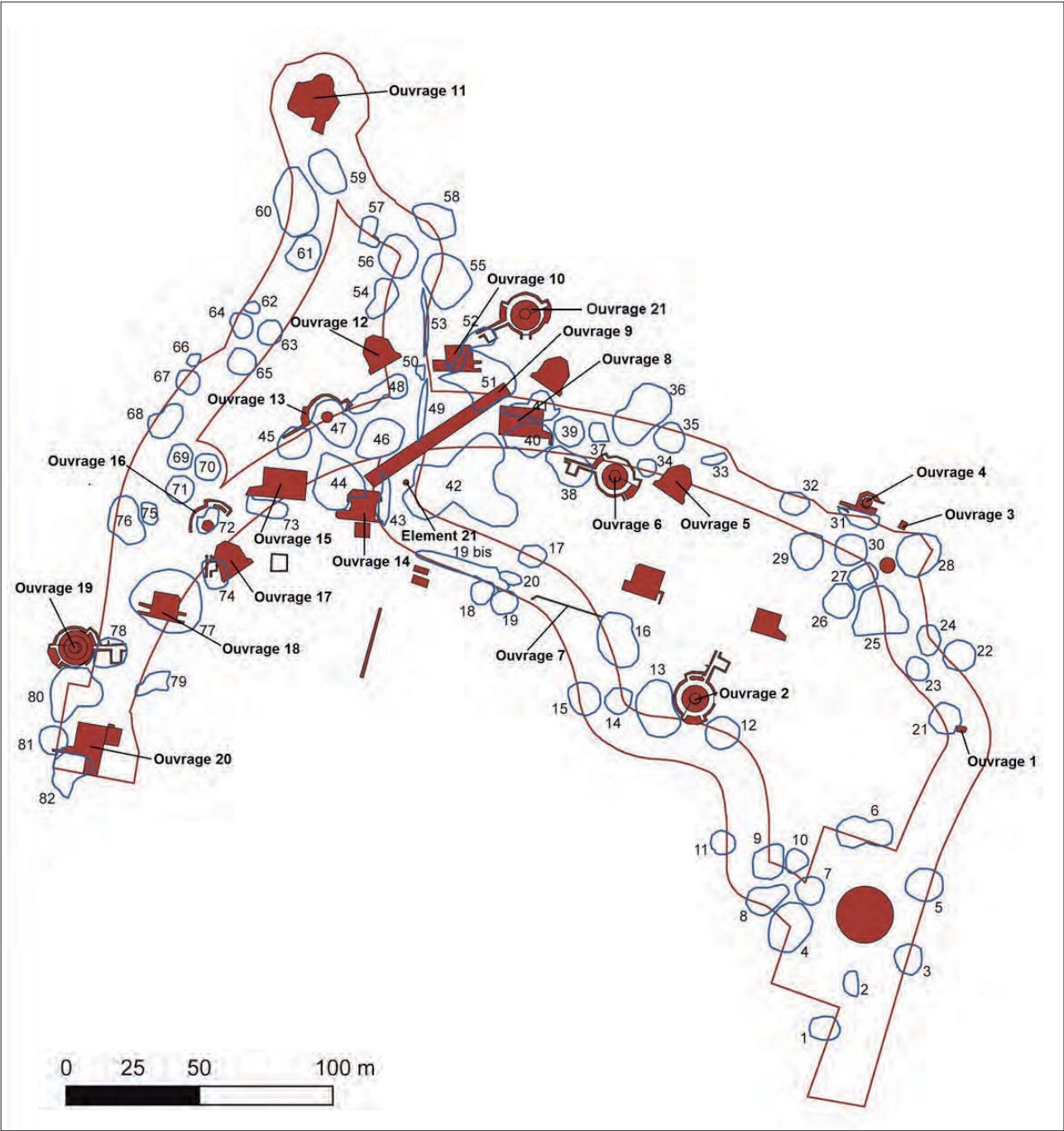


Fig. 23 Cratère n° 56, au premier plan, avec en arrière-plan, la pointe du Hoc derrière le poste de direction de tir et le monument élevé en hommage aux Rangers. © Vincent Carpentier/Inrap 2019

Fig. 24 Cratère n° 38, entamant l'ouvrage bétonné (encuvement) n° 6. © Vincent Carpentier/Inrap 2019



Fig. 25 Cratère n°25, formé d'un chapelet d'explosions, à l'est du complexe de la batterie.
© Vincent Carpentier/Inrap 2019

Fig. 26 Ouverture d'un abri ou galerie couvert tôle ondulée, proche de l'ouvrage bétonné n° 14 où l'on recense deux ouvrages de ce type, partiellement encombrés de gravats.
© Vincent Carpentier/Inrap 2019

Plusieurs faits dits « associés » à la catégorie des cratères ne résultent pas d'explosions mais ont été versés à cet inventaire en raison de leur localisation et/ou des relations de proximité qui les unissent à un ou plusieurs cratères. Les faits n°s 19bis, 49 et 53 par exemple, sont d'anciens fossés parcellaires, bien antérieurs à la création de la batterie de la Pointe du Hoc. Les faits n°s 31, 50, 51, quant à eux, sont d'anciennes tranchées de circulation associées aux ouvrages bétonnés n°s 4 et 10, décrits dans l'inventaire correspondant. À noter que diverses galeries et des abris enterrés couverts de simples tôles, aujourd'hui menacés d'effondrement et offrant par ailleurs un risque potentiel pour les visiteurs, sont encore intacts et accessibles depuis l'extérieur (**fig. 26**). Le fait 73 enfin, est un décaissement réalisé après-guerre lors de la mise en valeur touristique du site de la Pointe du Hoc, à hauteur de l'ouvrage bétonné n° 15, en partie condamné par la terre projetée par les bombardements.



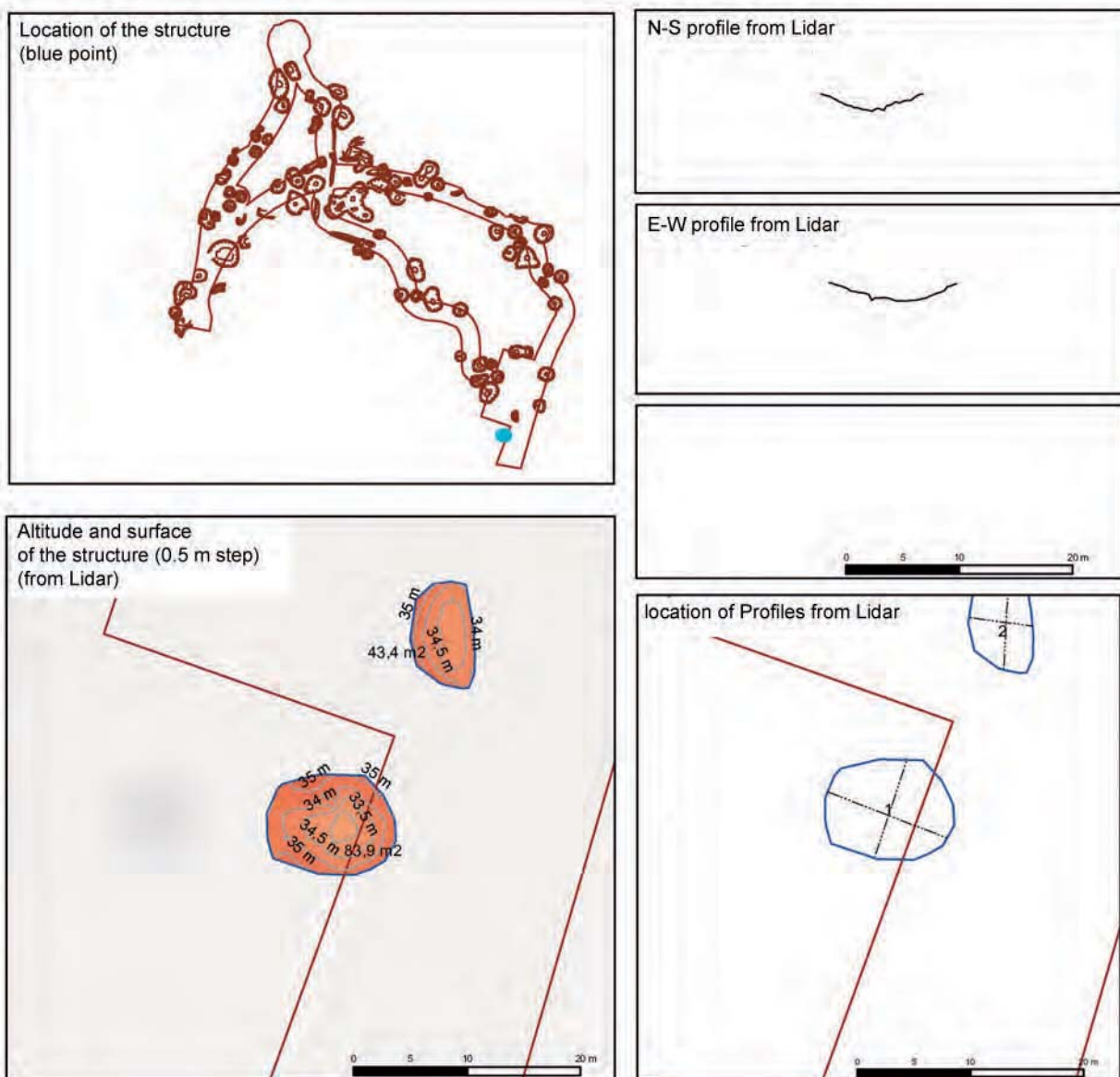
3.1.2 Inventaire

Cratère n° 1

Cratère de forme oblongue et de taille moyenne. Localisé au sud-est du site de la Pointe du Hoc, il résulte probablement de l'explosion d'une bombe de 500 lb (226 kg) ou bien de 1000 lb (454 kg). En effet, des bombardements aériens ont été effectués le 13 mai, le 4 et le 6 juin 1944 avec ce type de bombe. L'explosion qui a provoqué ce cratère n'a pas impacté d'ouvrage bétonné. Malgré plus de 75 ans d'érosion, il mesure toujours un diamètre de près de 11,50 mètres pour une profondeur d'environ 1,60 mètre.

Localisation: section 0C / parcel 101

Cratère n° 1. © Inrap 2019

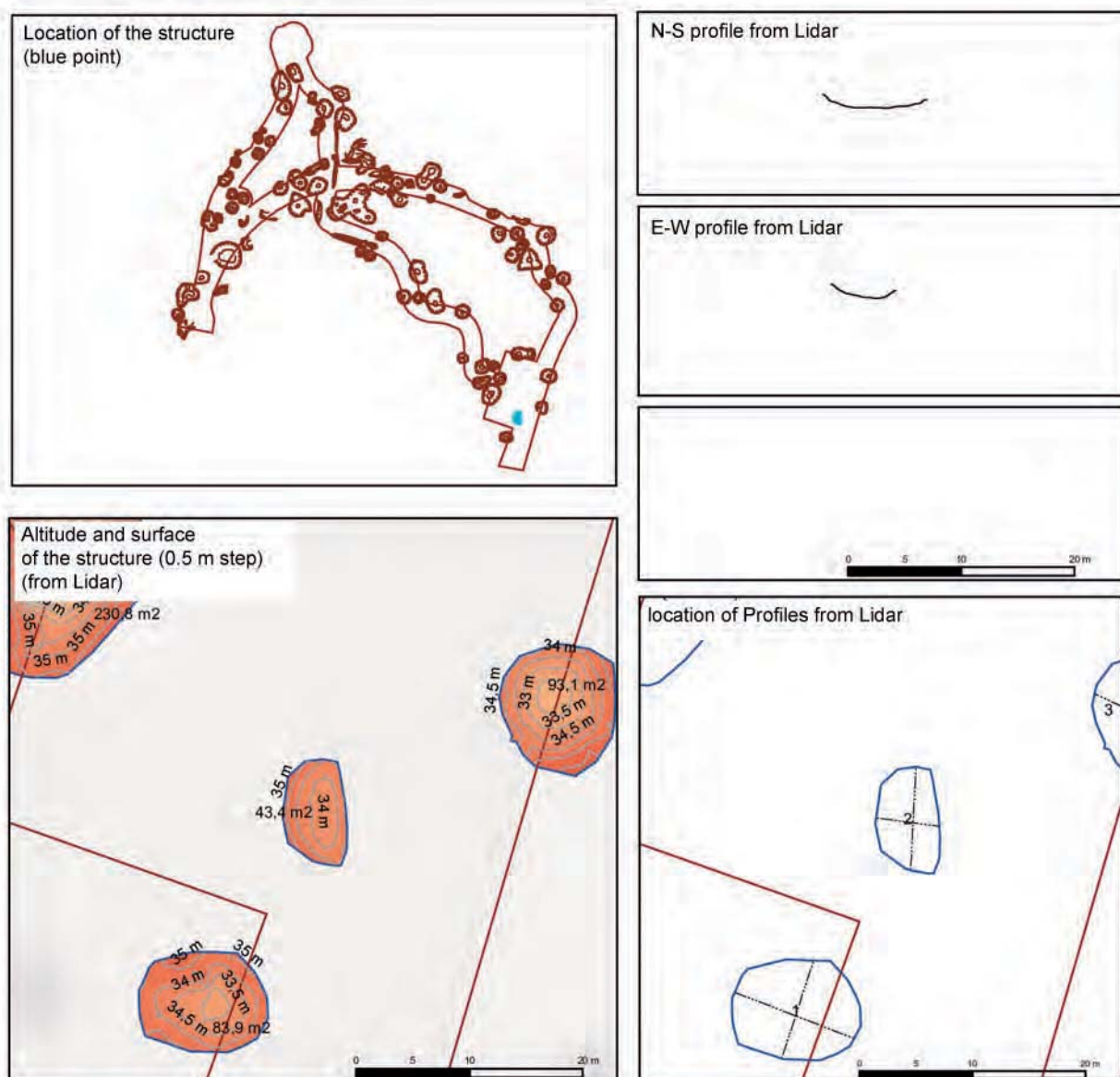


Cratère n° 2

Le fait n°2 est un cratère de forme circulaire à l'origine, et de taille moyenne. Localisé au sud-est du site de la Pointe du Hoc, il résulte probablement de l'explosion d'une bombe de 500lb (226kg) ou bien de 1000lb (454 kg). Ses dimensions correspondent à ce type d'engin explosif. En effet, des bombardements aériens ont été effectués le 13 mai, le 4 et le 6 juin 1944 avec ce type de bombe. L'explosion qui a provoqué ce cratère n'a pas impacté d'ouvrage bétonné. Lors de l'aménagement du site à des fins touristiques, ce cratère a été en partie comblé pour permettre la mise en place d'un chemin gravillonné. Il présente aujourd'hui un plan hémisphérique puisqu'il a été amputé de moitié. Malgré plus de 75 ans d'érosion, il mesure toujours un diamètre de près de 9,50 mètres pour une profondeur d'environ 1 mètre.

Localisation: section 0C / parcel 101

Cratère n° 2. © Inrap 2019



Cratère n° 3

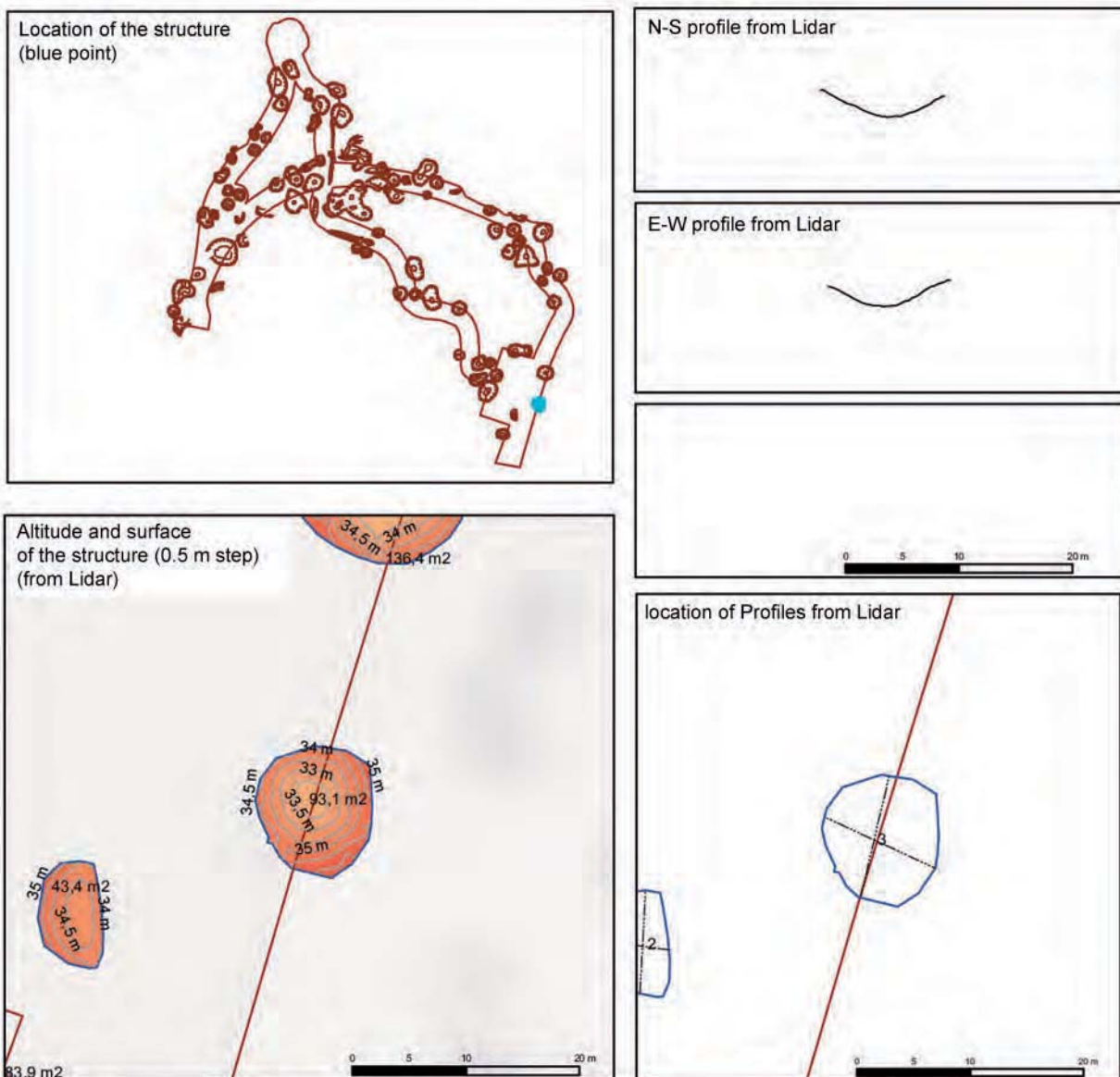
Le fait n° 3 est un cratère de forme circulaire et de taille moyenne.

Localisé au sud-est du site de la Pointe du Hoc, il résulte probablement de l'explosion d'une bombe de 500lb (226kg) ou bien de 1000lb (454kg).

En effet, des bombardements aériens ont été effectués le 13 mai, le 4 et le 6 juin 1944 avec ce type de bombe. L'explosion qui a provoqué ce cratère n'a pas impacté d'ouvrage bétonné. Malgré plus de 75 ans d'érosion, il mesure toujours un diamètre de près de 11,50 mètres pour une profondeur d'environ 2 mètres.

Localisation: section 0C / parcel 101

Cratère n° 3. © Inrap 2019



Le fait n°4 est un cratère de forme oblongue et de taille importante.

Localisé au sud-est du site de la Pointe du Hoc, il résulte probablement de l'explosion d'une bombe de 2000 lb (908 kg). En effet, des bombardements aériens ont été effectués le 13 mai et le 6 juin 1944 avec ce type de bombe. L'explosion qui a provoqué ce cratère n'a impacté aucun ouvrage bétonné. Malgré plus de 75 ans d'érosion, il mesure toujours un diamètre de près de 19 mètres pour une profondeur d'environ 4,50 mètres.

Localisation: section 0C / parcel 101

Location of the structure
(blue point)

A map of the Iberian Peninsula (Spain and Portugal) with a brown outline. A blue dot is located in the southwestern part of the peninsula, near the Atlantic coast, indicating the location of the structure. The map is surrounded by a black border.

Altitude and surface of the structure (0.5 m step) (from Lidar)

56.7 m²
34.5 m
34 m

33.5 m
34.5 m
33 m
88.7 m²
34 m
34.5 m

35.5 m
36 m
36.5 m
35.5 m
125.2 m²

34.5 m
33.5 m
230.8 m²
32 m
33 m
34 m
35 m
35.5 m
36 m
36 m

0 5 10
43.2 m²
34 m
35 m
36 m

Cratère n° 5

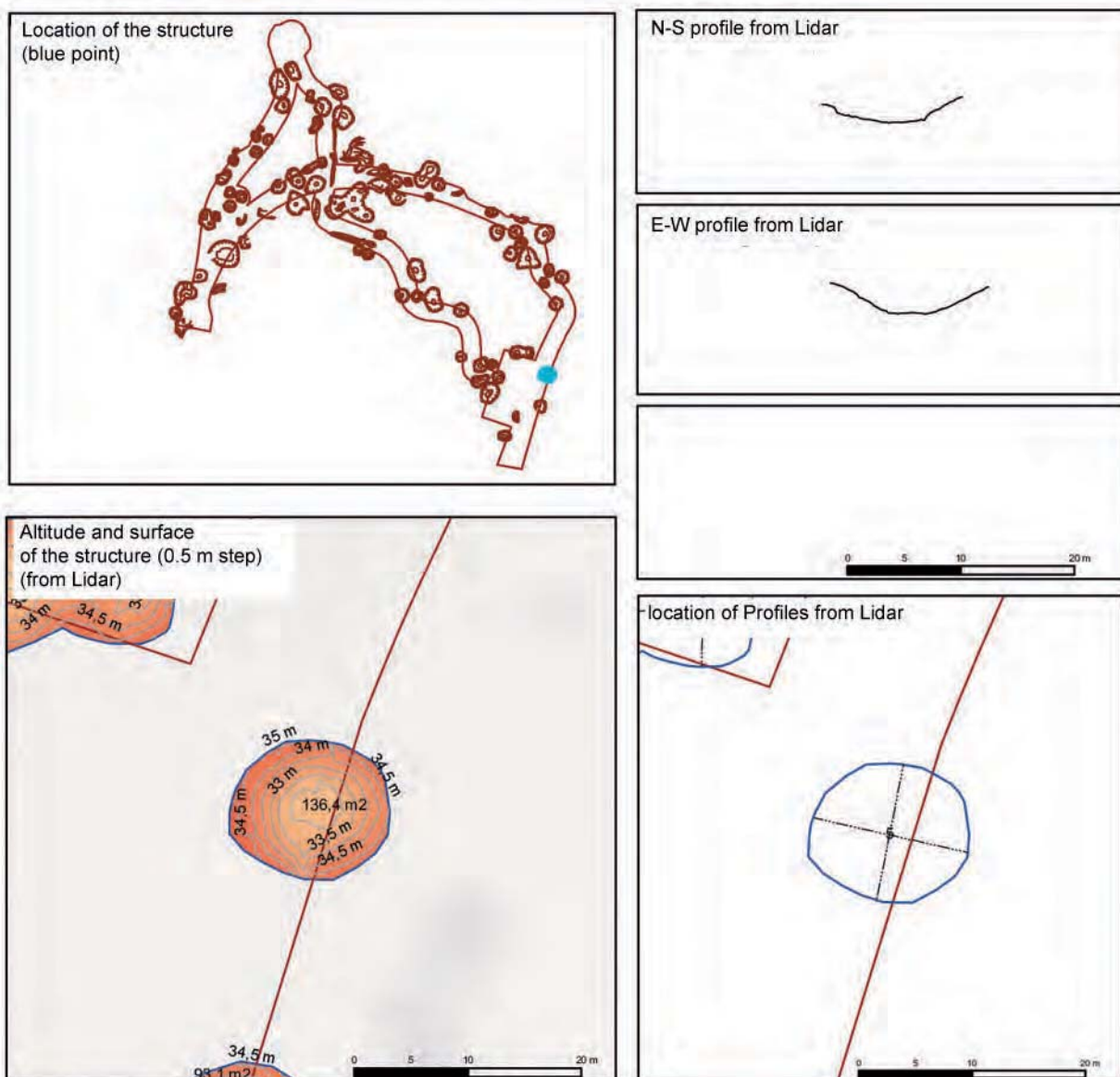
Le fait nn° 5 est un cratère de forme circulaire et de taille moyenne.

Localisé au sud-est du site de la Pointe du Hoc, il résulte probablement de l'explosion d'une bombe de 500lb (226kg) ou bien de 1000lb (454kg).

En effet, des bombardements aériens ont été effectués le 13 mai, le 4 et le 6 juin 1944 avec ce type de bombe. L'explosion qui a provoqué ce cratère n'a pas impacté d'ouvrage bétonné. Malgré plus de 75 ans d'érosion, il mesure toujours un diamètre de près de 14 mètres pour une profondeur d'environ 2,50 mètres.

Localisation: section 0C / parcel 101

Cratère n° 5. © Inrap 2019

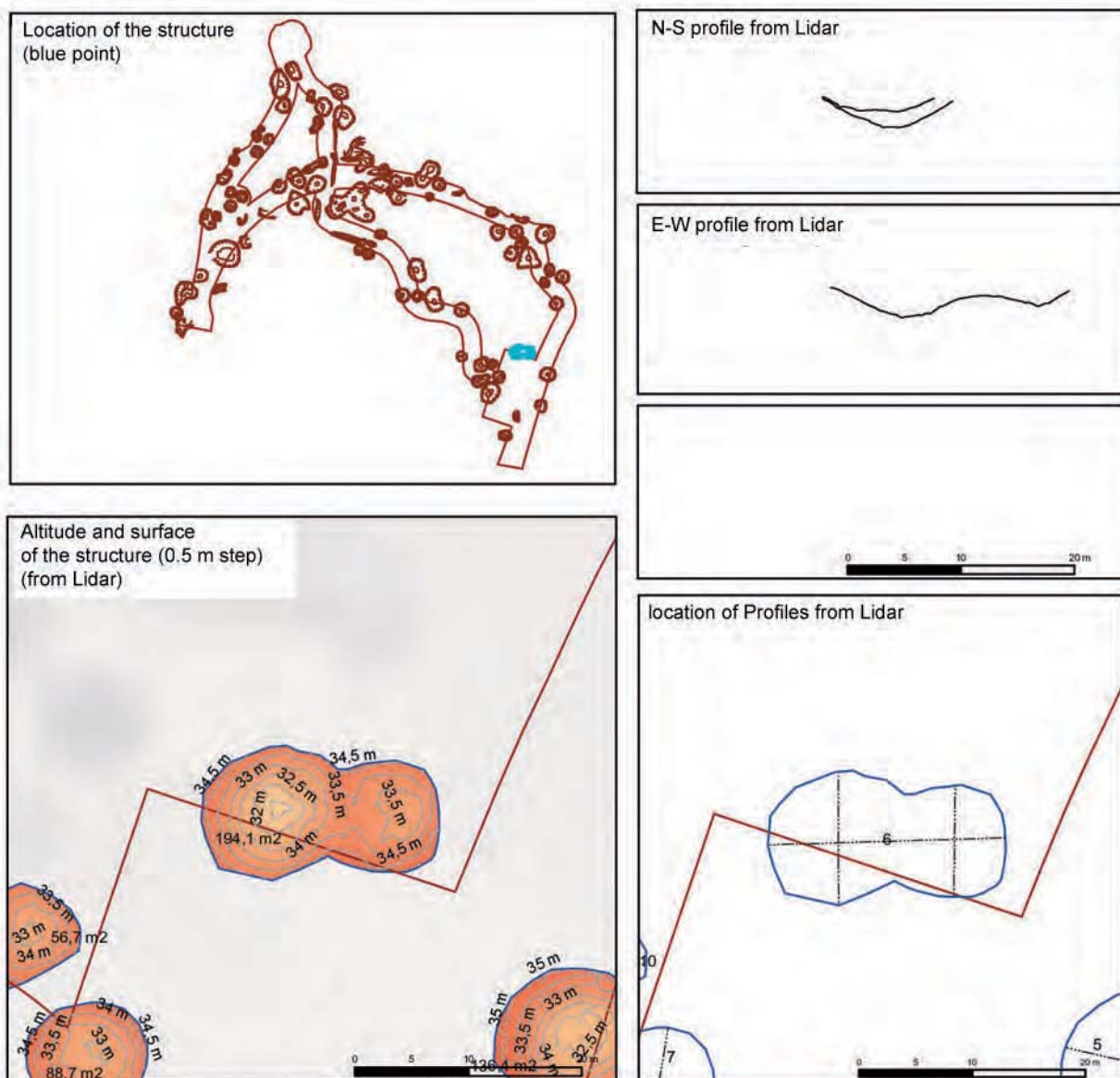


Cratère n° 6

Le fait n°6 correspond à la fusion de deux cratères de forme circulaire et de taille moyenne. Localisé au sud-est du site de la Pointe du Hoc, cet ensemble résulte probablement de l'explosion de deux bombes de 500lb (226 kg) ou bien de 1000lb (454 kg). En effet, des bombardements aériens ont été effectués le 13 mai, le 4 et le 6 juin 1944 avec ce type de bombe. Les explosions à l'origine de ces cratères n'ont pas impacté d'ouvrage bétonné. Malgré plus de 75 ans d'érosion, l'ensemble mesure toujours près de 21 mètres de long pour 11,50 mètres de large et une profondeur d'environ 2,30 mètres.

Localisation: section 0C / parcel 101

Cratère n° 6. © Inrap 2019



Cratère n° 7

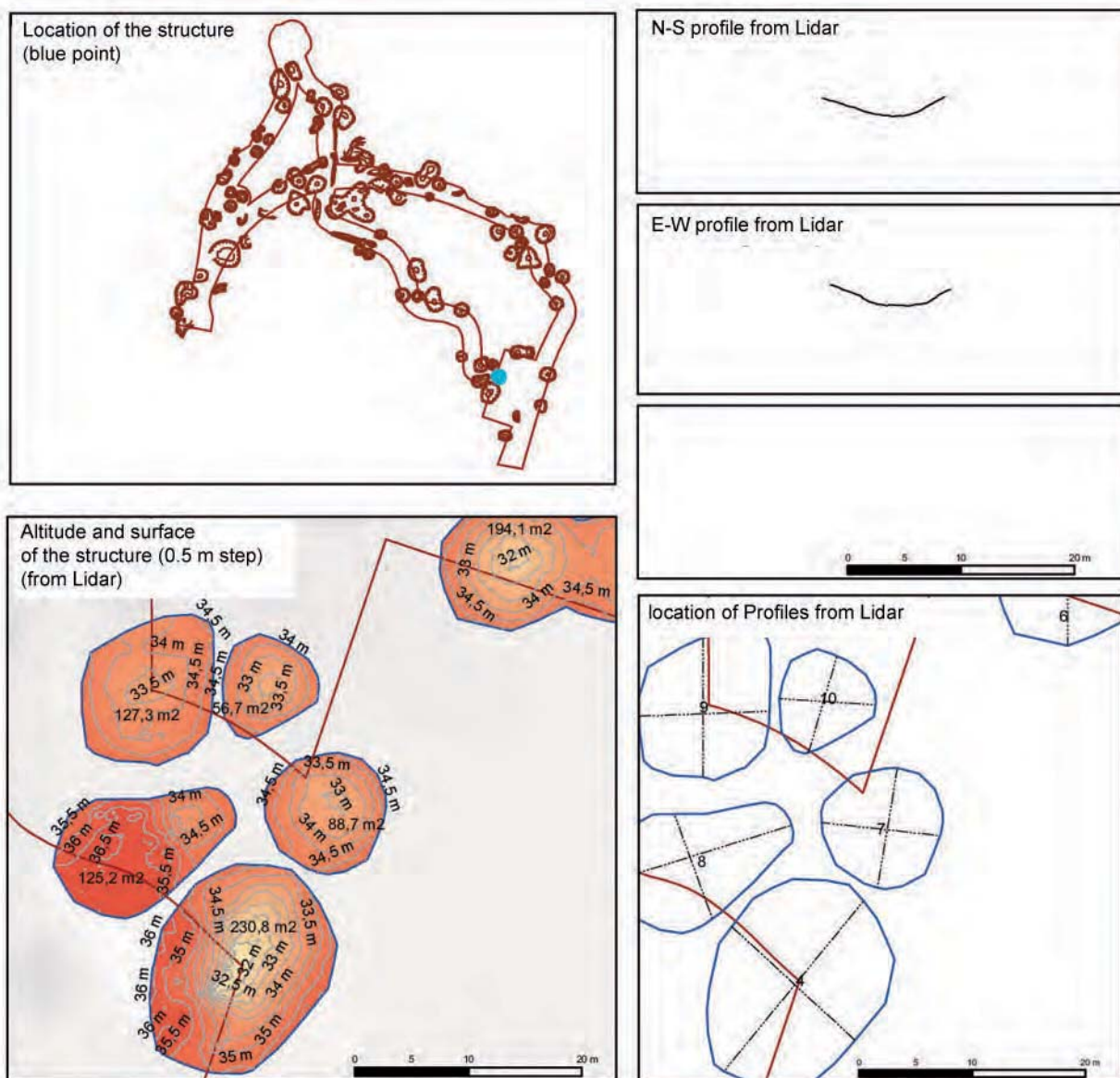
Le fait n° 7 est un cratère de forme circulaire et de taille moyenne.

Localisé au sud-est du site de la Pointe du Hoc, il résulte probablement de l'explosion d'une bombe de 500lb (226kg) ou bien de 1000lb (454kg).

En effet, des bombardements aériens ont été effectués le 13 mai, le 4 et le 6 juin 1944 avec ce type de bombe. L'explosion qui a provoqué ce cratère n'a pas impacté d'ouvrage bétonné. Malgré plus de 75 ans d'érosion, il mesure toujours un diamètre de près de 10,50 mètres pour une profondeur d'environ 1,70 mètre.

Localisation: section 0C / parcel 101

Cratère n° 7. © Inrap 2019



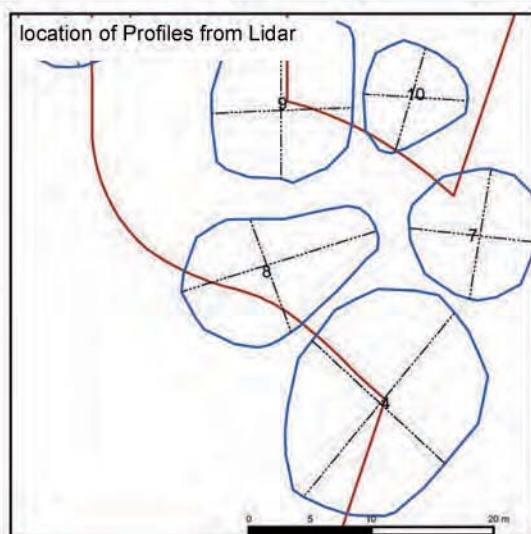
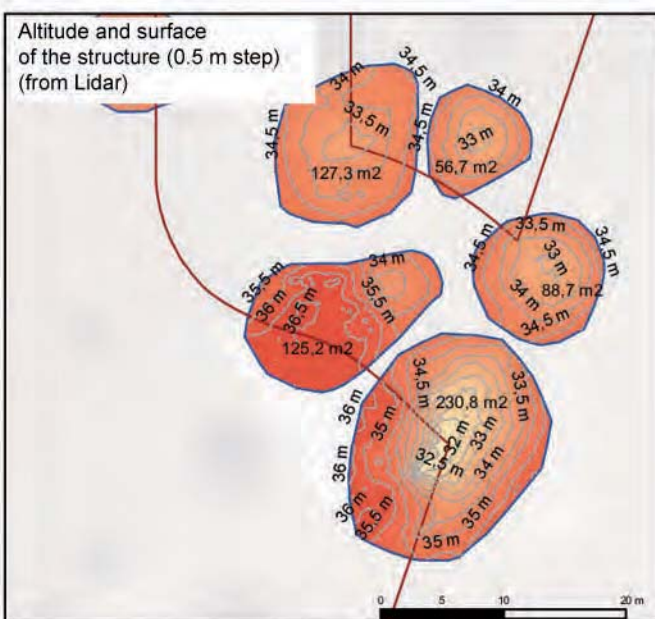
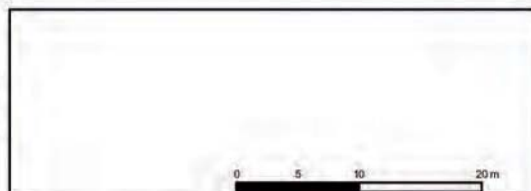
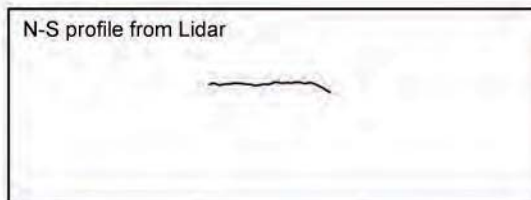
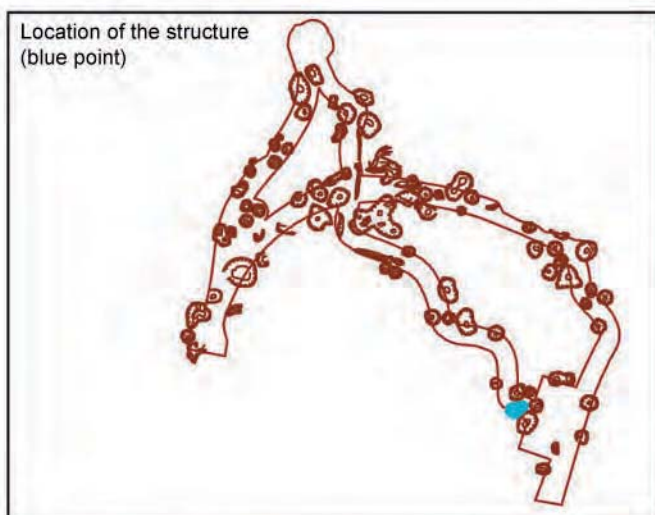
Cratère n° 8

Le fait n° 8 est un cratère de forme oblongue et de taille moyenne.

Localisé au sud-est du site de la Pointe du Hoc, il résulte probablement de l'explosion d'une bombe de 1000 lb (454 kg). En effet, des bombardements aériens ont été effectués le 6 juin 1944 avec ce type de bombe. L'explosion à l'origine de ce cratère n'a pas impacté d'ouvrage bétonné. Malgré plus de 75 ans d'érosion, il mesure toujours un diamètre de près de 19 mètres pour une profondeur d'environ 2,30 mètres. Il est fort probable que sa forme resserrée au nord-est soit imputable aux autres explosions qui ont causé la formation des cratères n° 4 et 9.

Localisation: section 0C / parcel 101

Cratère n° 8. © Inrap 2019



Cratère n°9

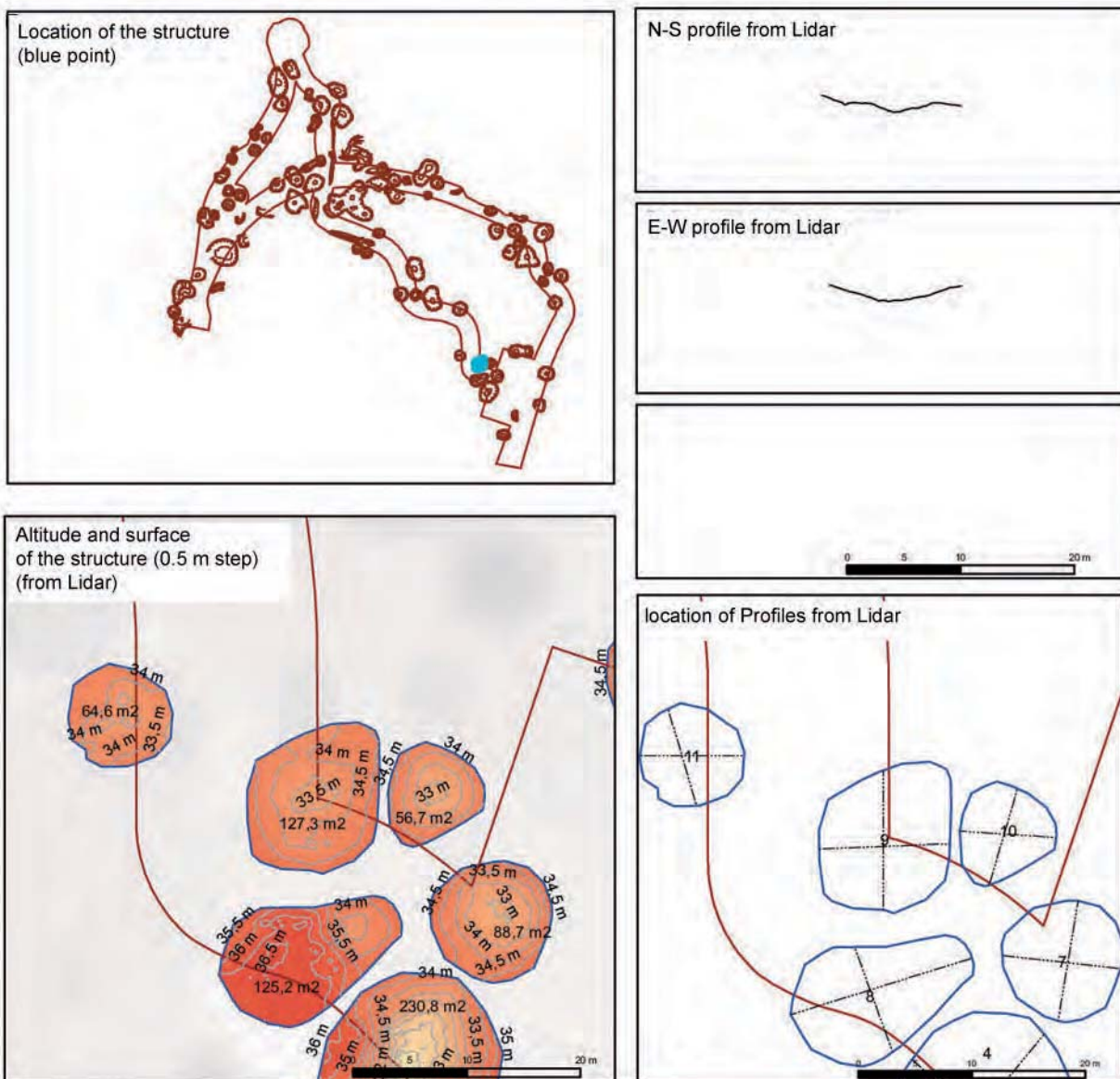
Le fait n°9 est un cratère de forme circulaire et de taille moyenne.

Localisé au sud-est du site de la Pointe du Hoc, il résulte probablement de l'explosion d'une bombe de 500lb (226kg) ou bien de 1000lb (454kg).

En effet, des bombardements aériens ont été effectués le 13 mai, le 4 et le 6 juin 1944 avec ce type de bombe. L'explosion qui a provoqué ce cratère n'a pas impacté d'ouvrage bétonné. Malgré plus de 75 ans d'érosion, il mesure toujours un diamètre de près de 14 mètres pour une profondeur d'environ 1,30 mètre.

Localisation: section 0C / parcel 101

Cratère n°9. © Inrap 2019

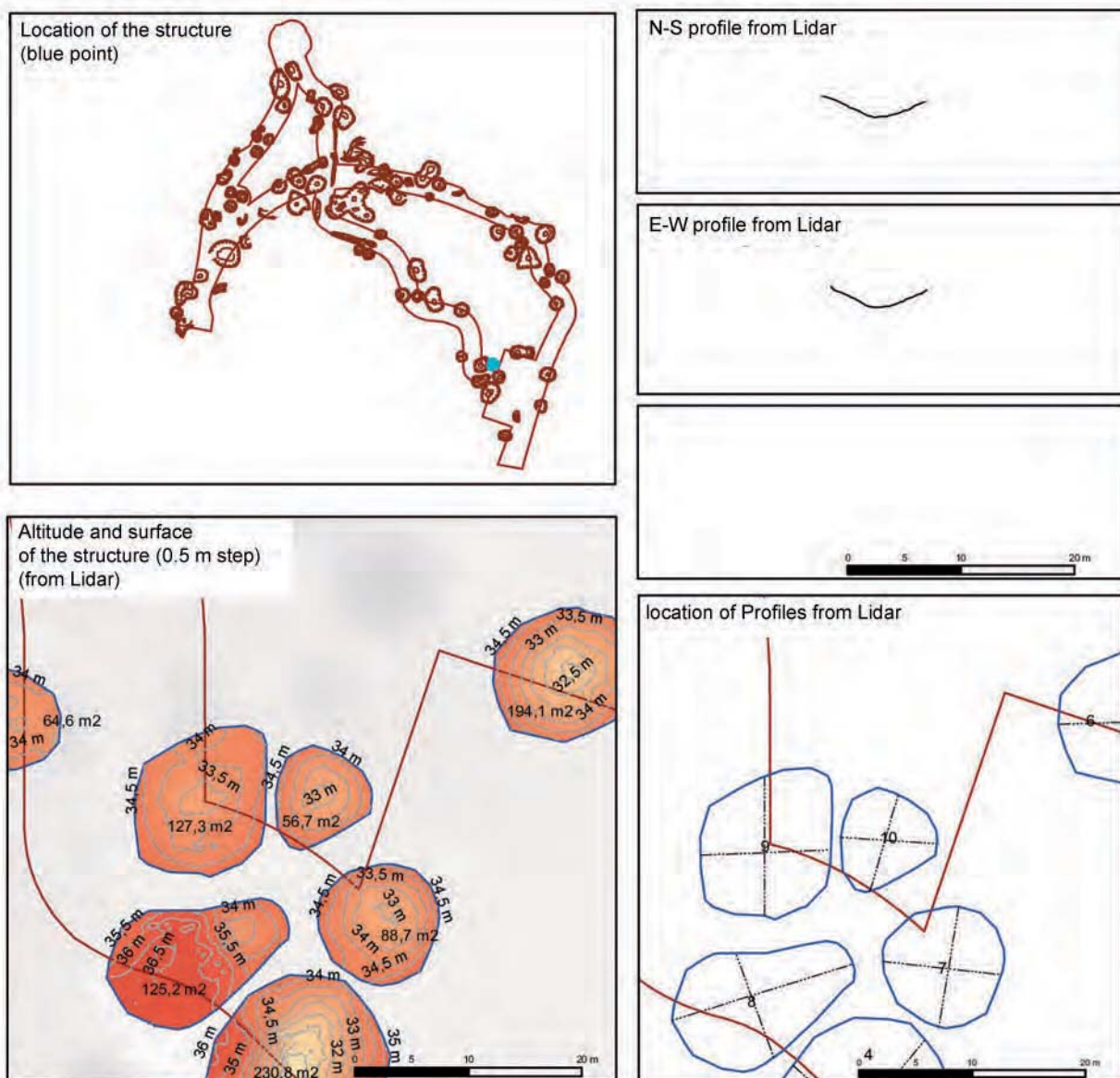


Cratère n° 10

Le fait n° 10 est un cratère de forme globalement circulaire et de taille moyenne. Localisé au sud-est du site de la Pointe du Hoc, il résulte probablement de l'explosion d'une bombe de 500lb (226 kg) ou bien de 1000lb (454 kg). En effet, des bombardements aériens ont été effectués le 13 mai, le 4 et le 6 juin 1944 avec ce type de bombe. L'explosion qui a provoqué ce cratère n'a pas impacté d'ouvrage bétonné. Malgré plus de 75 ans d'érosion, il mesure toujours un diamètre de près de 8,50 mètres pour une profondeur d'environ 1,60 mètre. Il est fort probable que sa forme légèrement aplatie au sud-est soit due à l'explosion qui a causé la formation du cratère n°7.

Localisation: section 0C / parcel 101

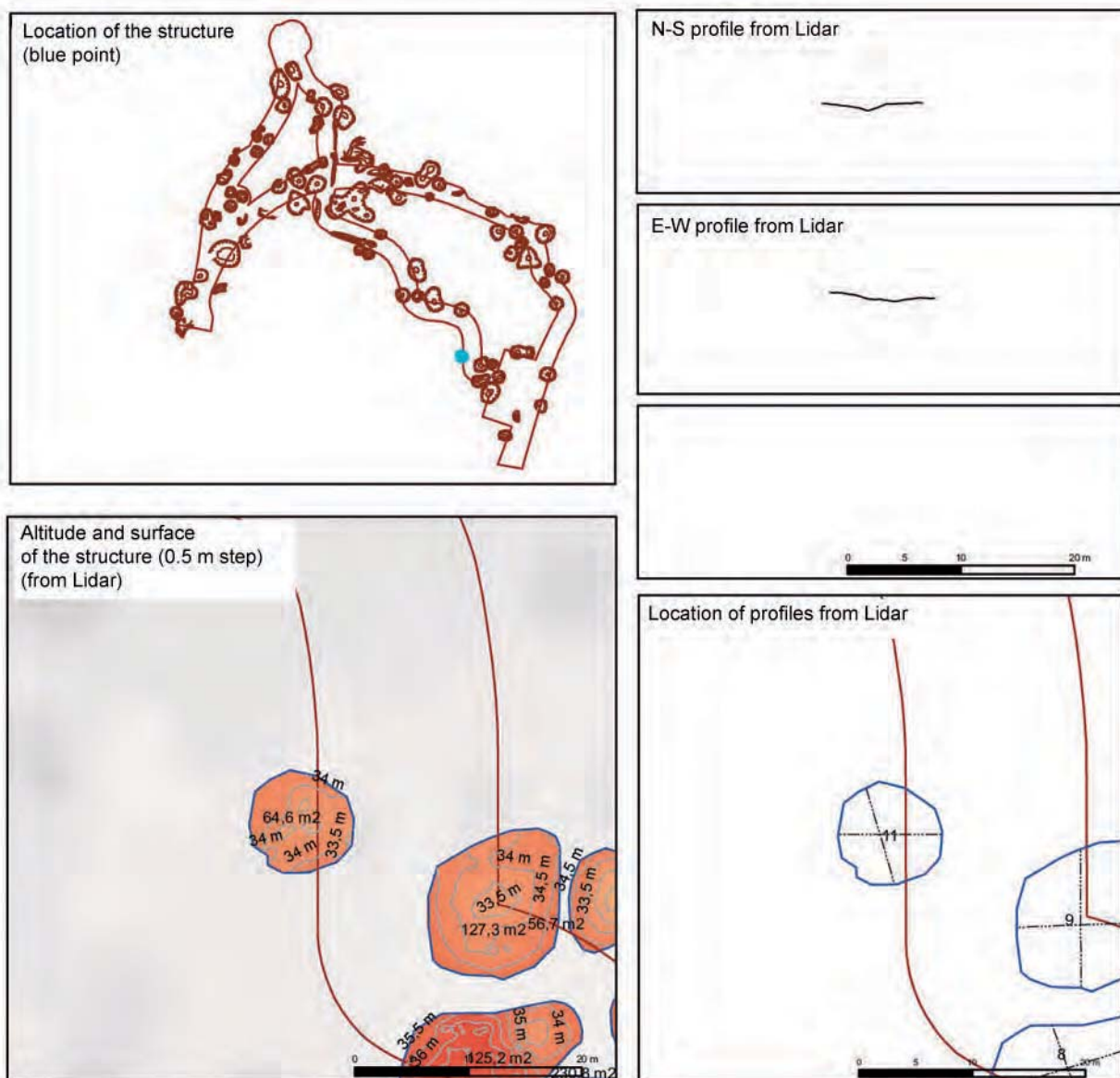
Cratère n° 10. © Inrap 2019



Le fait n°11 est un cratère de forme circulaire et de taille moyenne. Localisé au sud-est du site de la Pointe du Hoc, il résulte probablement de l'explosion d'une bombe de 500lb (226 kg) ou bien de 1000lb (454kg). En effet, des bombardements aériens ont été effectués le 13 mai, le 4 et le 6 juin 1944 avec ce type de bombe. L'explosion qui a provoqué ce cratère n'a pas impacté d'ouvrage bétonné. Malgré plus de 75 ans d'érosion, il mesure toujours un diamètre de près de 11,50 mètres pour une profondeur d'environ 0,60 mètre.

Localisation: section 0C / parcel 101

Cratère n° 11. © Inrap 2019



Cratère n° 12

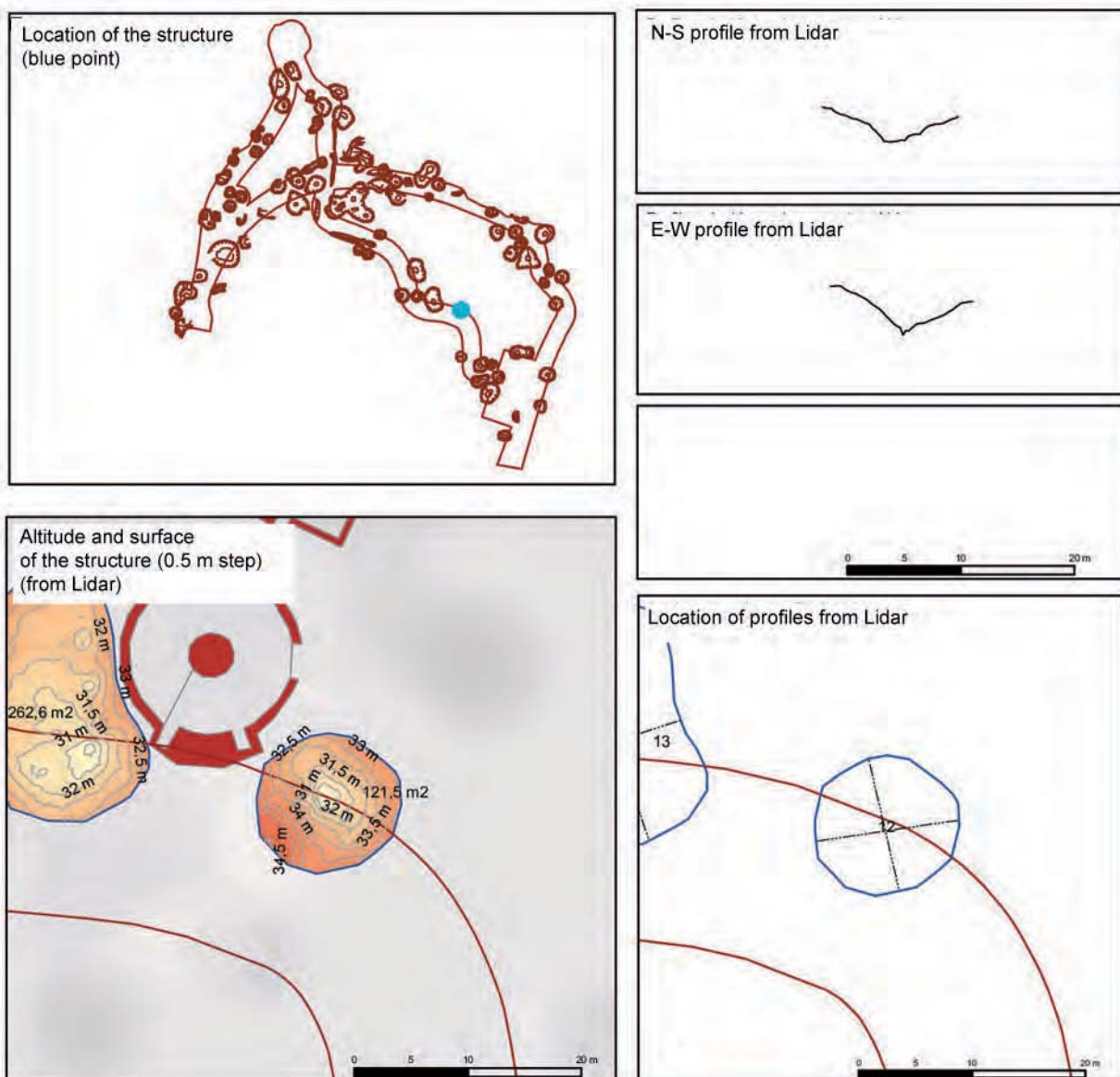
Le fait n° 12 est un cratère de forme circulaire et de taille moyenne.

Localisé au sud-est du site de la Pointe du Hoc, il résulte probablement de l'explosion d'une bombe de 500lb (226kg) ou bien de 1000lb (454kg).

En effet, des bombardements aériens ont été effectués le 13 mai, le 4 et le 6 juin 1944 avec ce type de bombe. L'explosion qui a provoqué ce cratère n'a pas impacté d'ouvrage bétonné. Malgré plus de 75 ans d'érosion, il mesure toujours un diamètre de près de 12 mètres pour une profondeur d'environ 3,30 mètres.

Localisation: section 0C / parcel 101

Cratère n° 12. © Inrap 2019

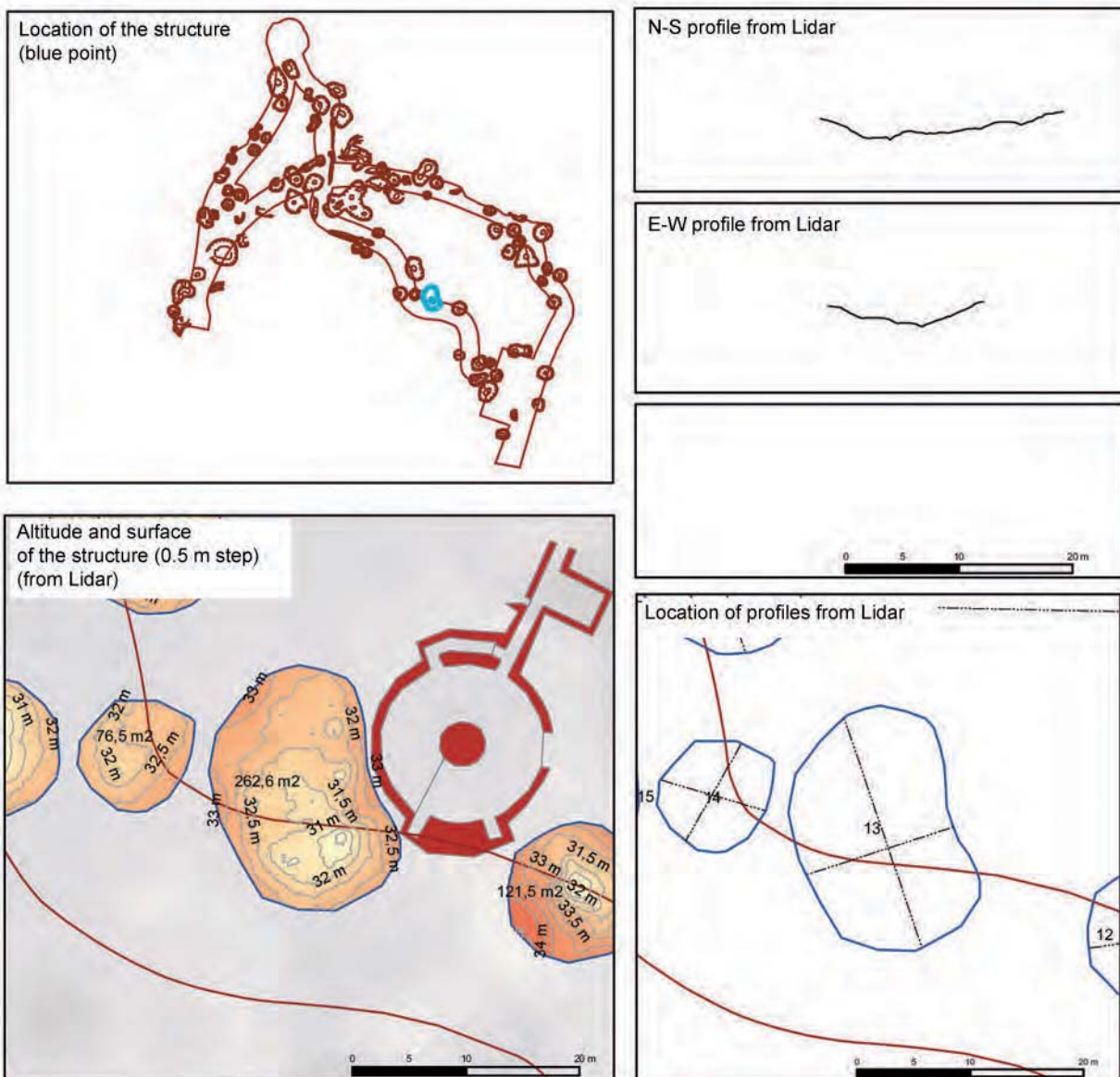


Cratère n° 13

Le fait n° 13 est un cratère de forme oblongue et de taille importante. Localisé au sud-est du site de la Pointe du Hoc, contre l'un des encuvements pour canon de 155 mm, il résulte probablement de l'explosion d'une bombe de 2000 lb (908 kg). En effet, des bombardements aériens ont été effectués le 13 mai et le 6 juin 1944 avec ce type de bombe. L'explosion qui a provoqué ce cratère a certainement endommagé l'ouvrage bétonné n° 2. Malgré plus de 75 ans d'érosion, le cratère mesure toujours un diamètre de près de 21,50 mètres pour une profondeur d'environ 1,80 mètre.

Localisation: section 0C / parcel 101

Cratère n° 13. © Inrap 2019



Cratère n° 14

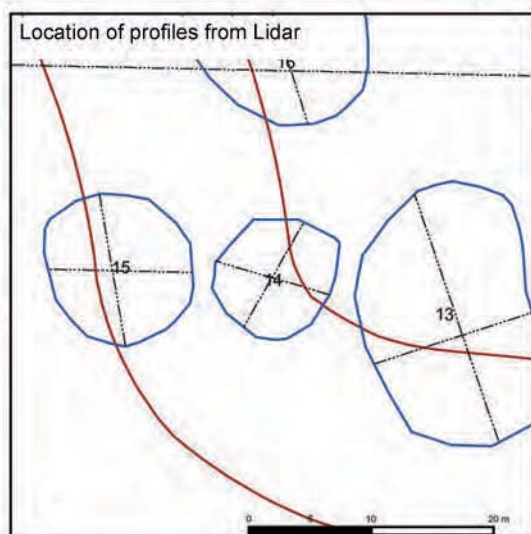
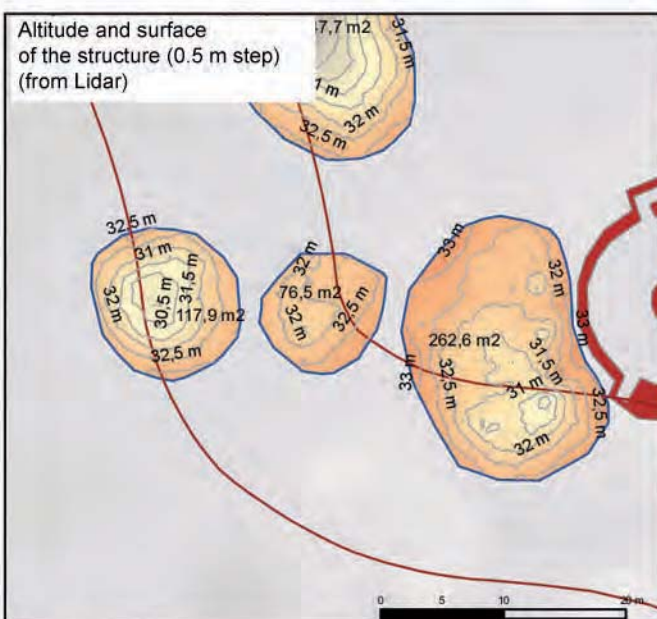
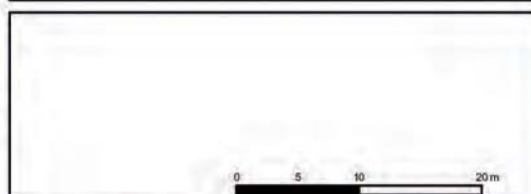
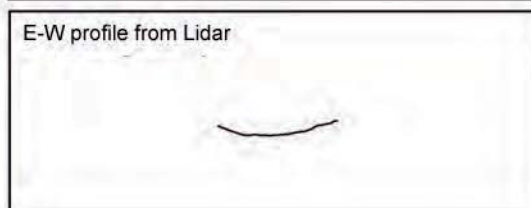
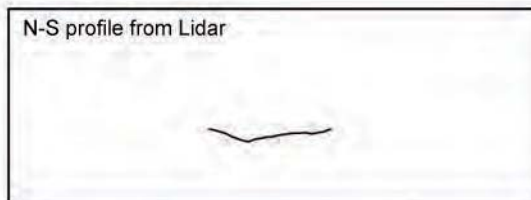
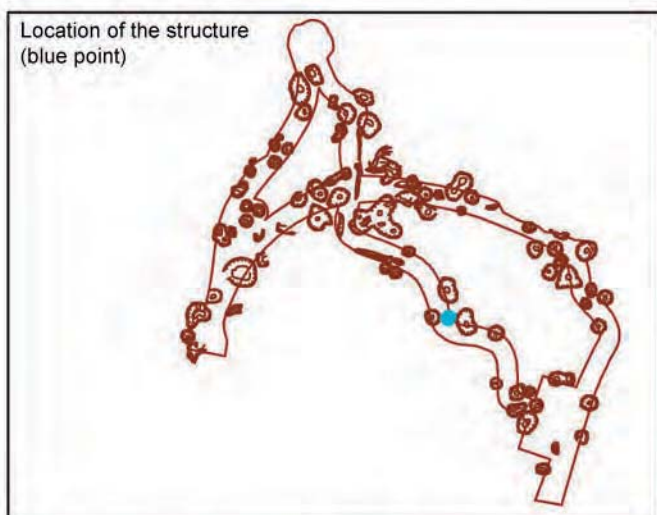
Le fait n° 14 est un cratère de forme circulaire et de taille moyenne.

Localisé au sud-est du site de la Pointe du Hoc, il résulte probablement de l'explosion d'une bombe de 500lb (226kg) ou bien de 1000lb (454kg).

En effet, des bombardements aériens ont été effectués le 13 mai, le 4 et le 6 juin 1944 avec ce type de bombe. L'explosion qui a provoqué ce cratère n'a pas impacté d'ouvrage bétonné. Malgré plus de 75 ans d'érosion, il mesure toujours un diamètre de près de 10 mètres pour une profondeur d'environ 1 mètre.

Localisation: section 0C / parcel 101

Cratère n° 14. © Inrap 2019



Cratère n° 15

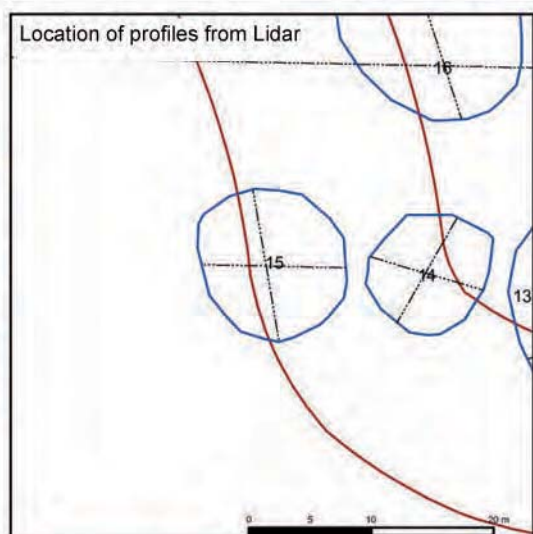
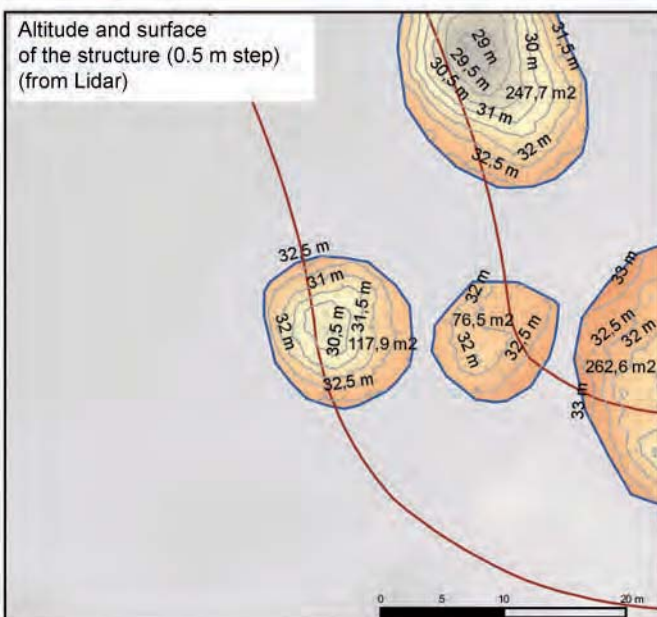
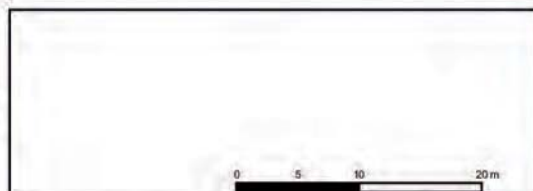
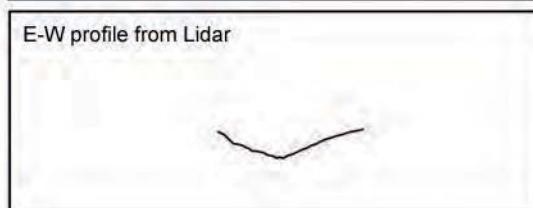
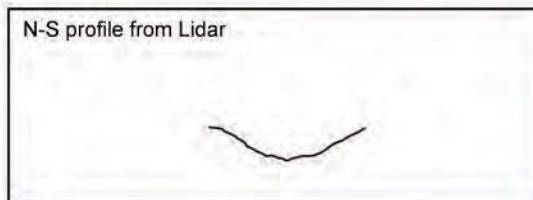
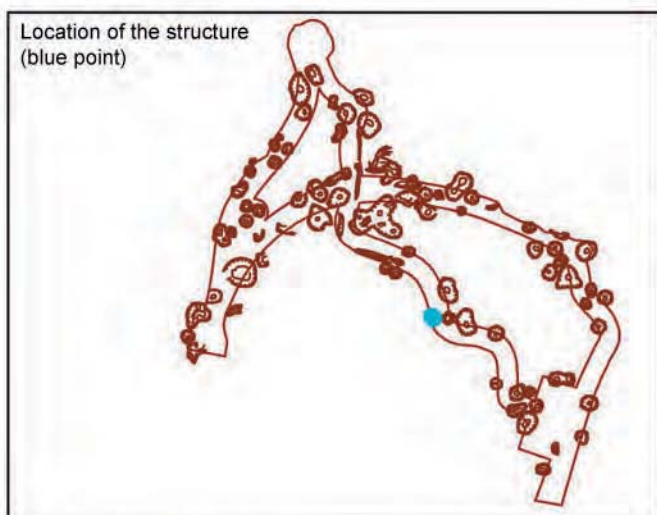
Le fait n° 15 est un cratère de forme circulaire et de taille moyenne.

Localisé au sud-est du site de la Pointe du Hoc, il résulte probablement de l'explosion d'une bombe de 500lb (226kg) ou bien de 1000lb (454kg).

En effet, des bombardements aériens ont été effectués le 13 mai, le 4 et le 6 juin 1944 avec ce type de bombe. L'explosion qui a provoqué ce cratère n'a pas impacté d'ouvrage bétonné. Malgré plus de 75 ans d'érosion, il mesure toujours un diamètre de près de 13,50 mètres pour une profondeur d'environ 2,50 mètres.

Localisation: section 0C / parcel 101

Cratère n° 15. © Inrap 2019

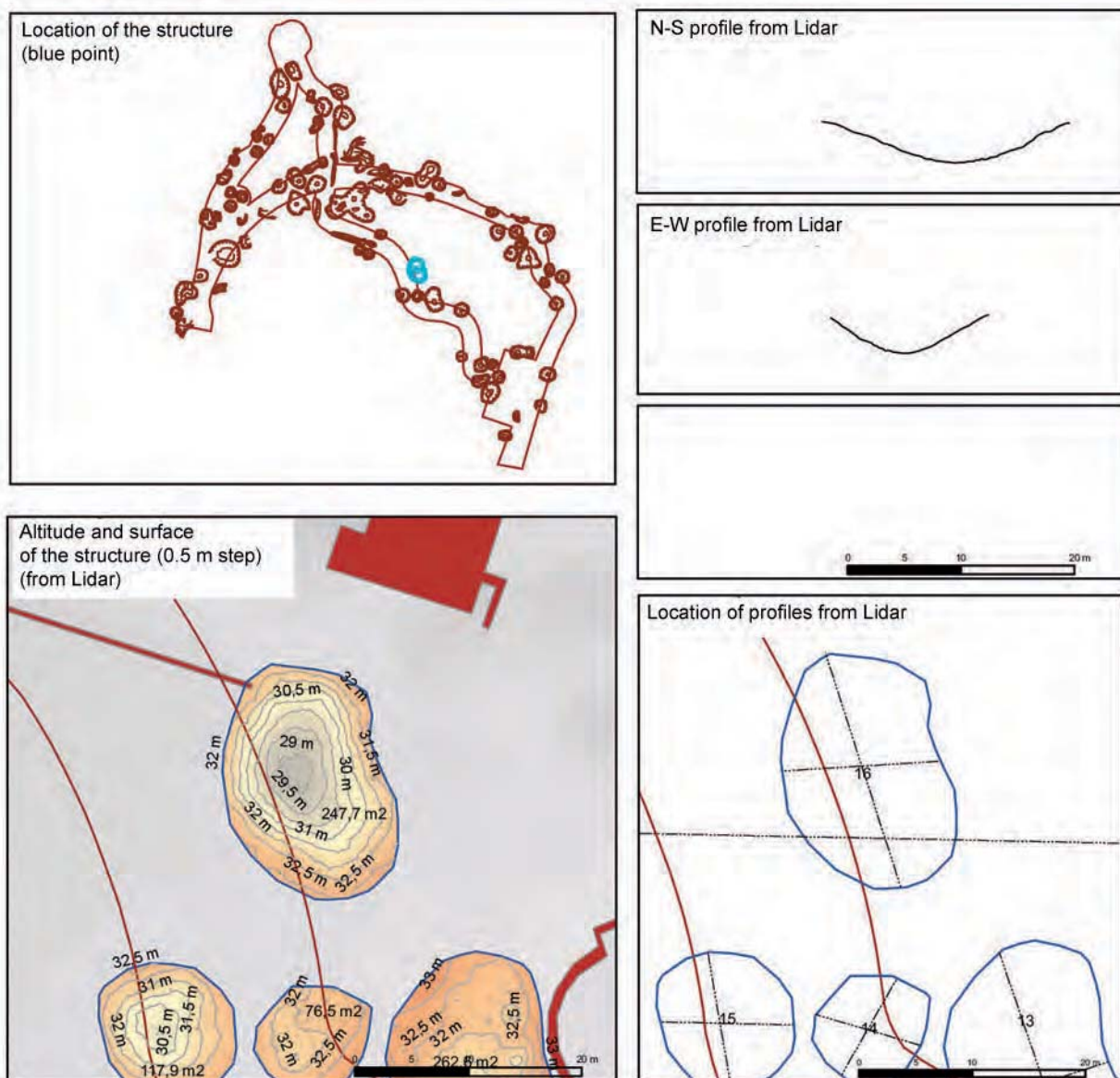


Cratère n° 16

Le fait n° 16 est un cratère de forme oblongue et de taille importante. Localisé au sud-est du site de la Pointe du Hoc, contre l'un des encuvements pour canon de 155 mm, il résulte probablement de l'explosion d'une bombe de 2000 lb (908 kg). En effet, des bombardements aériens ont été effectués le 13 mai et le 6 juin 1944 avec ce type de bombe. L'explosion qui a provoqué ce cratère a certainement endommagé l'ouvrage bétonné n° 2. Malgré plus de 75 ans d'érosion, le cratère mesure toujours un diamètre de près de 21,50 mètres pour une profondeur d'environ 3 mètres.

Localisation : section 0C / parcel 101

Cratère n° 16. © Inrap 2019

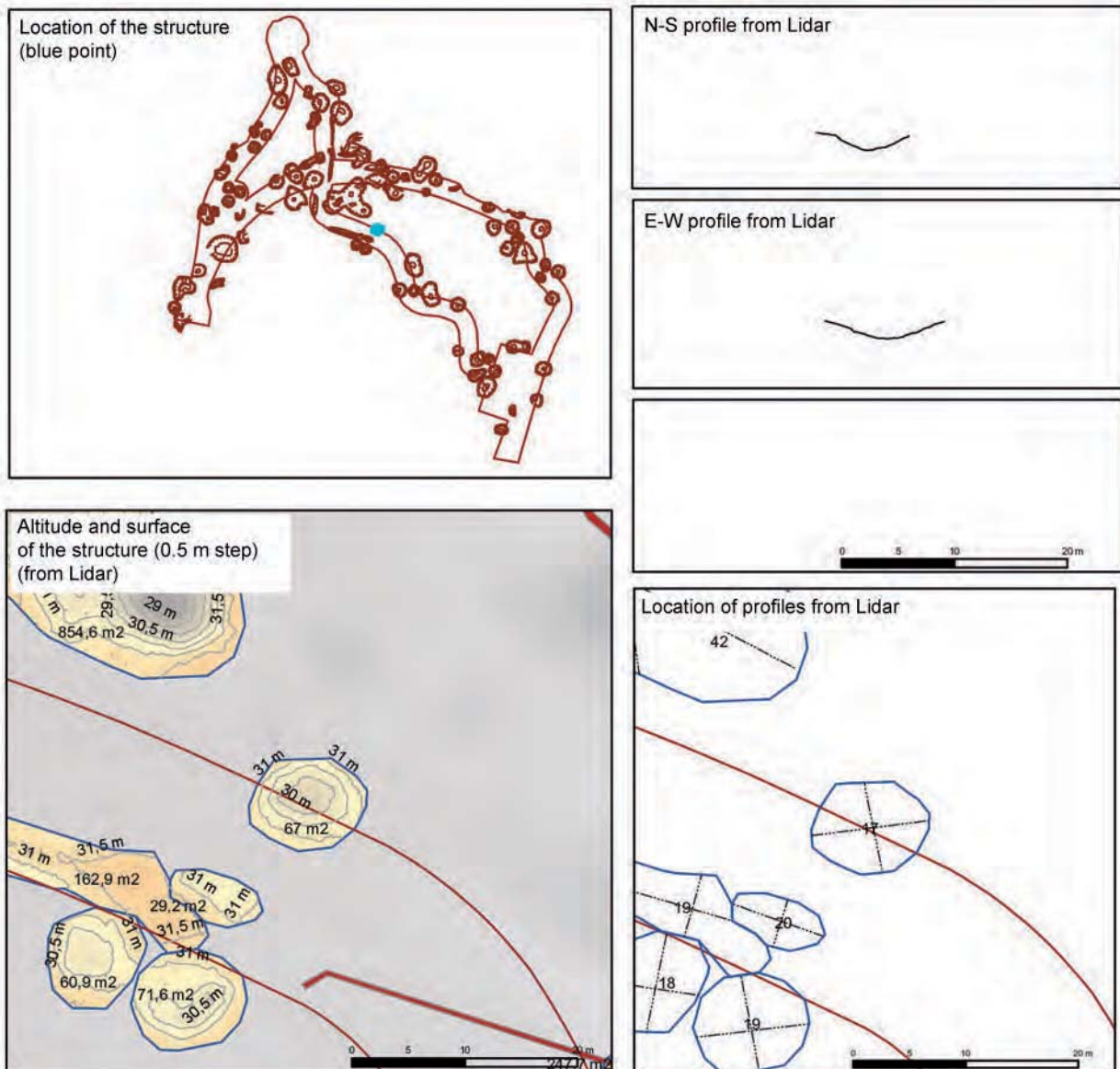


Cratère n° 17

Le fait n° 17 est un cratère de forme circulaire et de taille moyenne. Localisé au centre du site de la Pointe du Hoc, il résulte probablement de l'explosion d'une bombe de 500lb (226 kg) ou bien de 1000lb (454 kg). En effet, des bombardements aériens ont été effectués le 13 mai, le 4 et le 6 juin 1944 avec ce type de bombe. L'explosion qui a provoqué ce cratère n'a pas impacté d'ouvrage bétonné. Malgré plus de 75 ans d'érosion, il mesure toujours un diamètre de près de 10,50 mètres pour une profondeur d'environ 1,30 mètre.

Localisation : section 0C / parcel 101

Cratère n° 17. © Inrap 2019

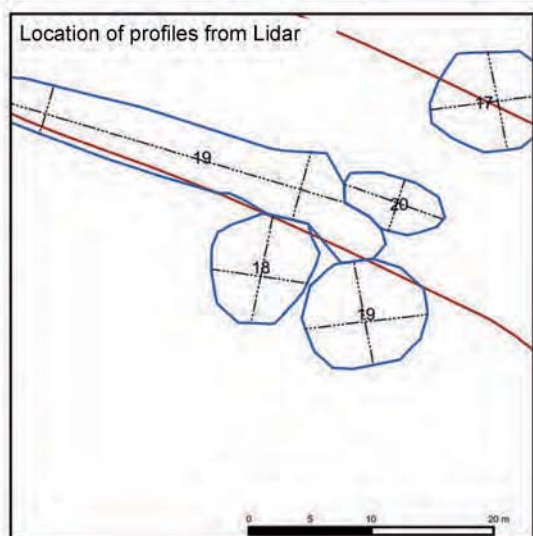
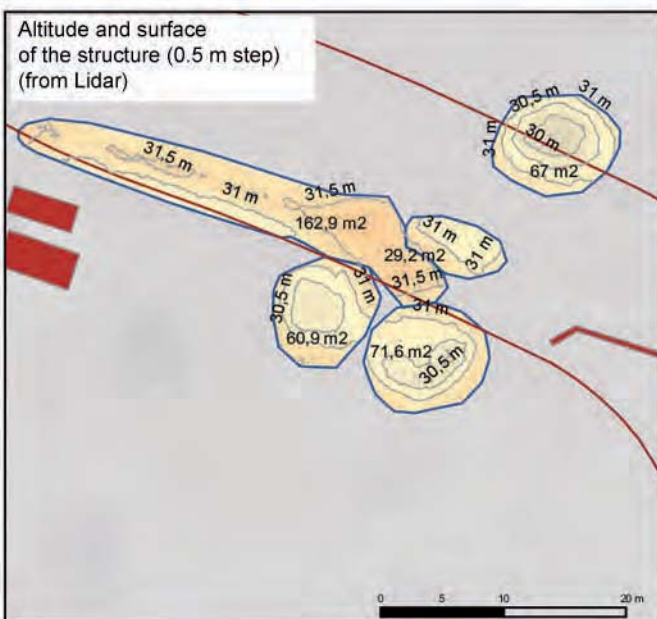
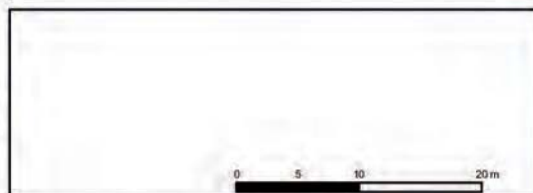
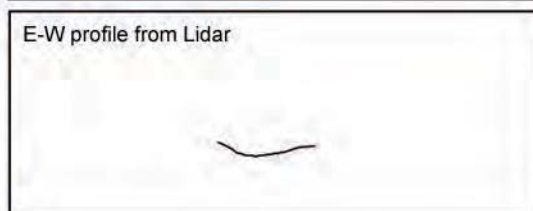
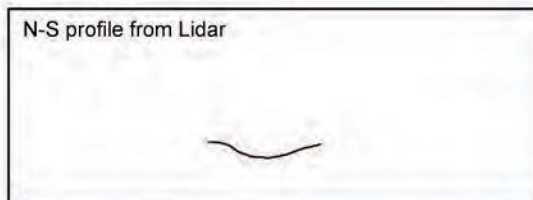
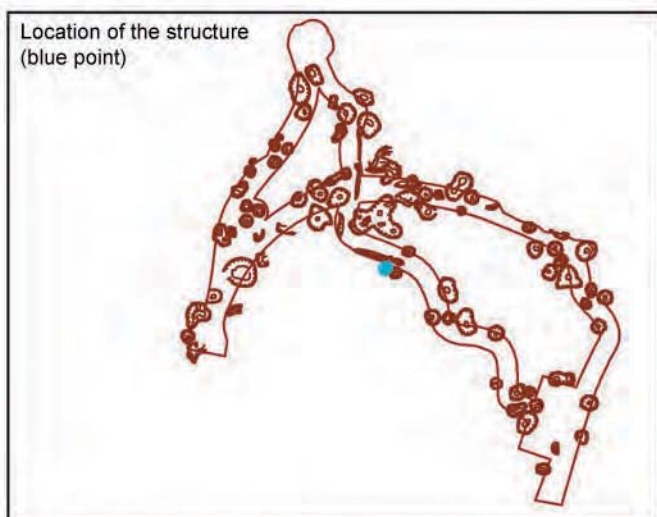


Cratère n° 18

Le fait n° 18 est un cratère de forme circulaire et de taille moyenne. Localisé au centre du site de la Pointe du Hoc, il résulte probablement de l'explosion d'une bombe de 500 lb (226 kg) ou bien de 1000 lb (454 kg). En effet, des bombardements aériens ont été effectués le 13 mai, le 4 et le 6 juin 1944 avec ce type de bombe. L'explosion qui a provoqué ce cratère n'a pas impacté d'ouvrage bétonné. Malgré plus de 75 ans d'érosion, il mesure toujours un diamètre de près de 9,50 mètres pour une profondeur d'environ 1,10 mètre.

Localisation: section 0C / parcel 101

Cratère n° 18. © Inrap 2019

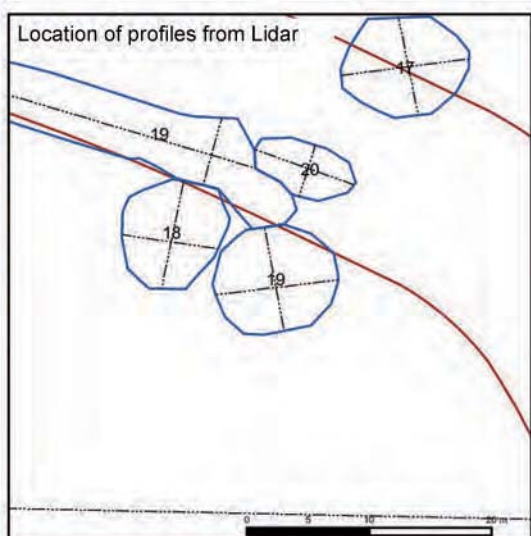
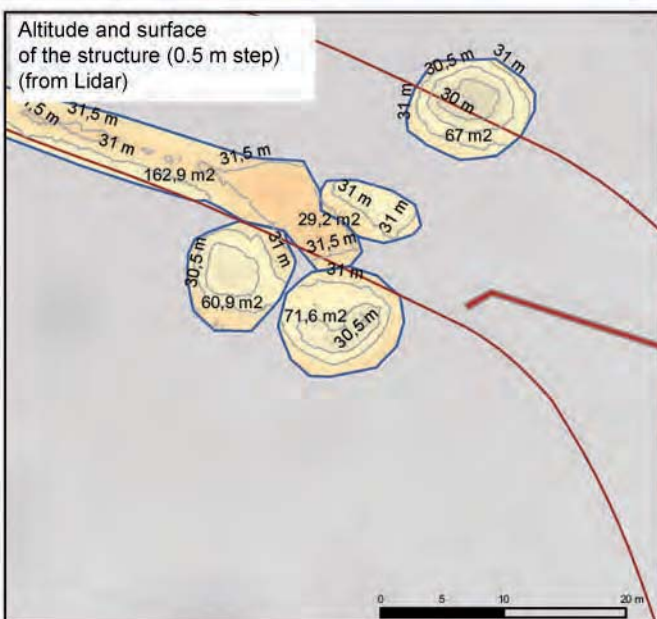
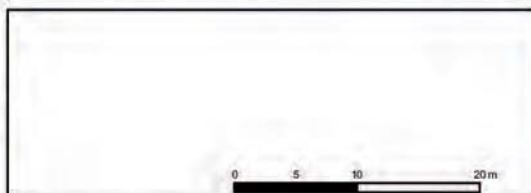
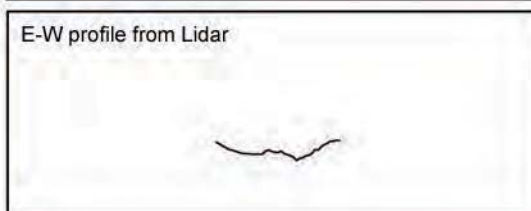
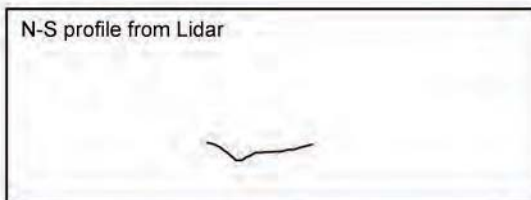
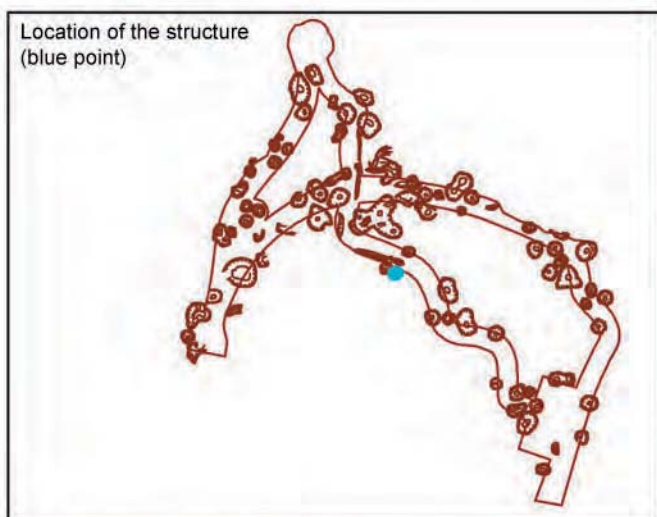


Cratère n° 19a

Le fait n° 19 est un cratère de forme circulaire et de taille moyenne. Localisé au centre du site de la Pointe du Hoc, il résulte probablement de l'explosion d'une bombe de 500lb (226 kg) ou bien de 1000lb (454 kg). En effet, des bombardements aériens ont été effectués le 13 mai, le 4 et le 6 juin 1944 avec ce type de bombe. L'explosion qui a provoqué ce cratère n'a pas impacté d'ouvrage bétonné. Malgré plus de 75 ans d'érosion, il mesure toujours un diamètre de près de 10 mètres pour une profondeur d'environ 1,30 mètre.

Localisation: section 0C / parcel 101

Cratère n° 19a. © Inrap 2019

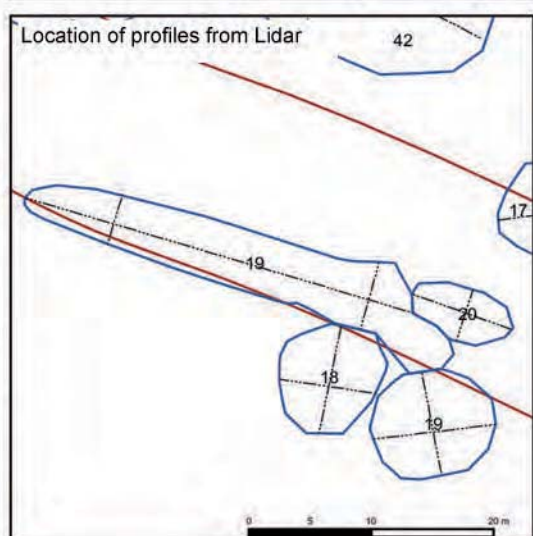
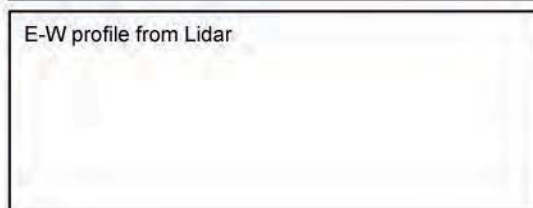
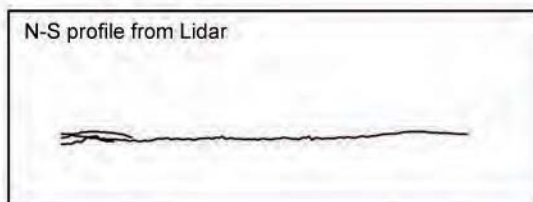
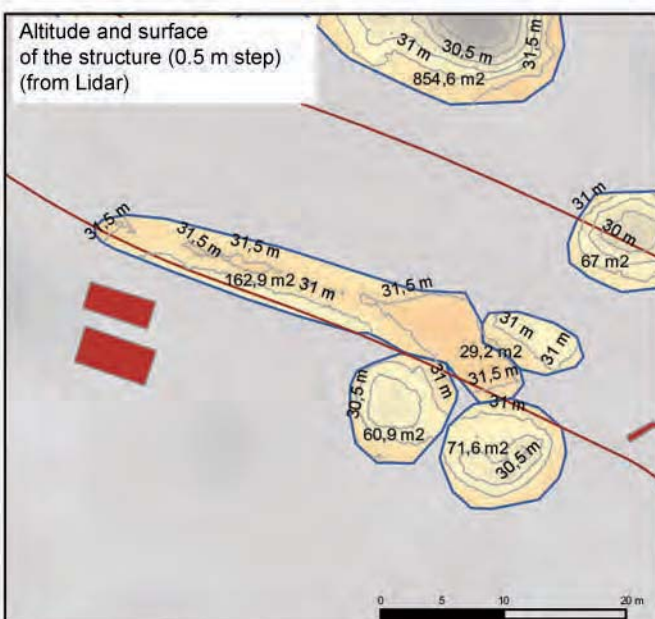
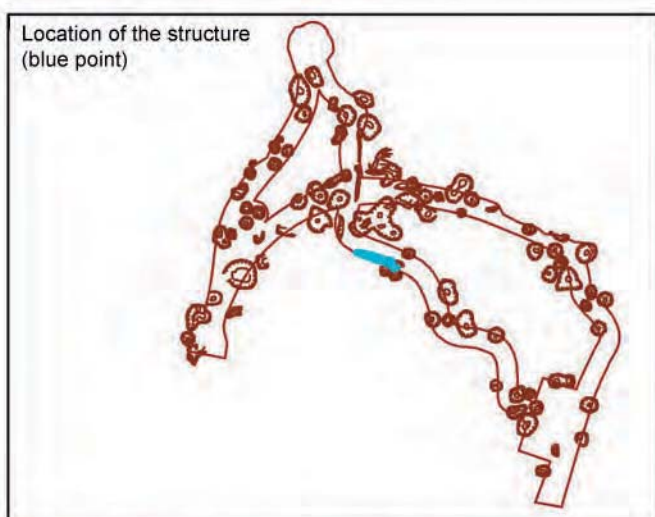


Fait associé n° 19b

Le fait n° 19 bis est un ancien réseau parcellaire matérialisé sous la forme d'un fossé rectiligne orienté est-ouest. Cet aménagement, bien antérieur à la création de la batterie de la Pointe du Hoc, délimitait autrefois une vaste parcelle herbagée s'étendant jusqu'au bord de la falaise. Il s'agit là du dernier vestige visible de ce petit fossé. Malgré les bombardements et plus de 75 ans d'érosion, il mesure toujours près de 32 mètres de longueur pour 4 mètres de largeur et une profondeur d'environ 0,50 mètre.

Localisation: section 0C / parcel 101

Fait associé n° 19b. © Inrap 2019

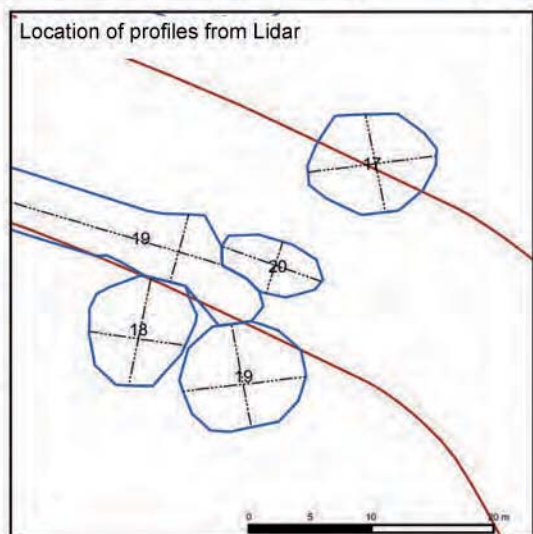
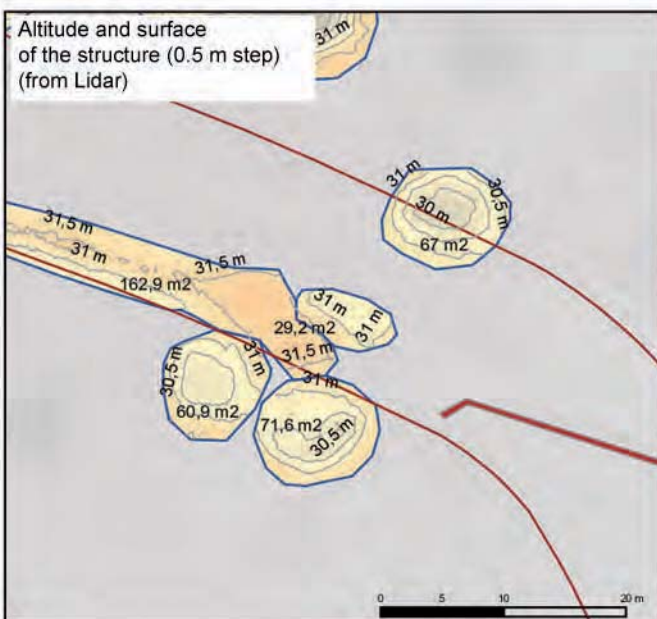
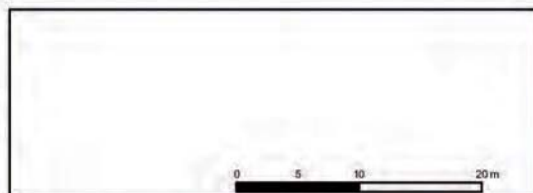
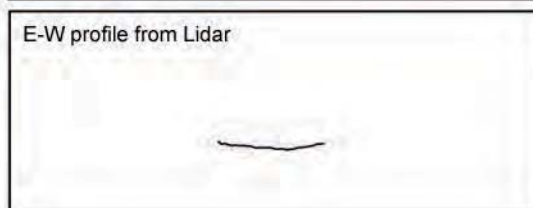
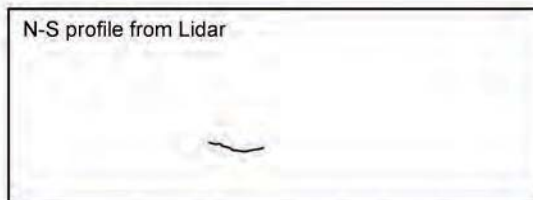
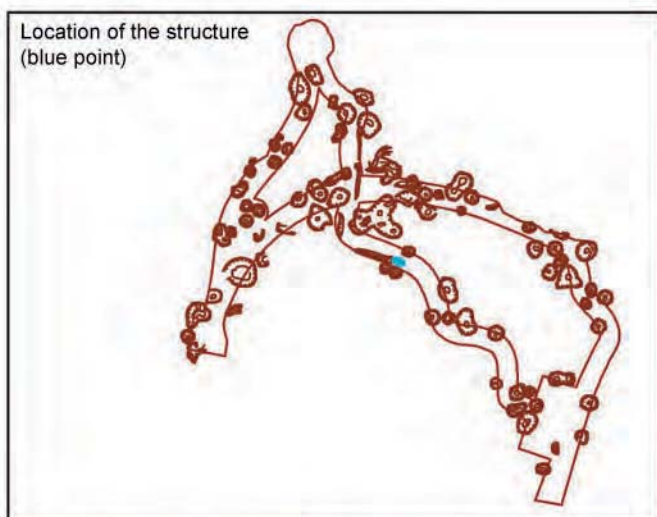


Cratère n° 20

Le fait n° 20 est un cratère de forme allongée et de petite taille. Localisé au centre du site de la Pointe du Hoc, il résulte probablement de l'explosion d'une bombe de 500lb (226 kg) ou bien de 1000lb (454 kg). En effet, des bombardements aériens ont été effectués le 13 mai, le 4 et le 6 juin 1944 avec ce type de bombe. L'explosion à l'origine de ce cratère a certainement impacté le fossé parcellaire numéroté 19bis. Malgré plus de 75 ans d'érosion, il mesure toujours près de 8,50 mètres de longueur pour 4 mètres de largeur et une profondeur d'environ 0,50 mètre.

Localisation: section 0C / parcel 101

Cratère n° 20. © Inrap 2019

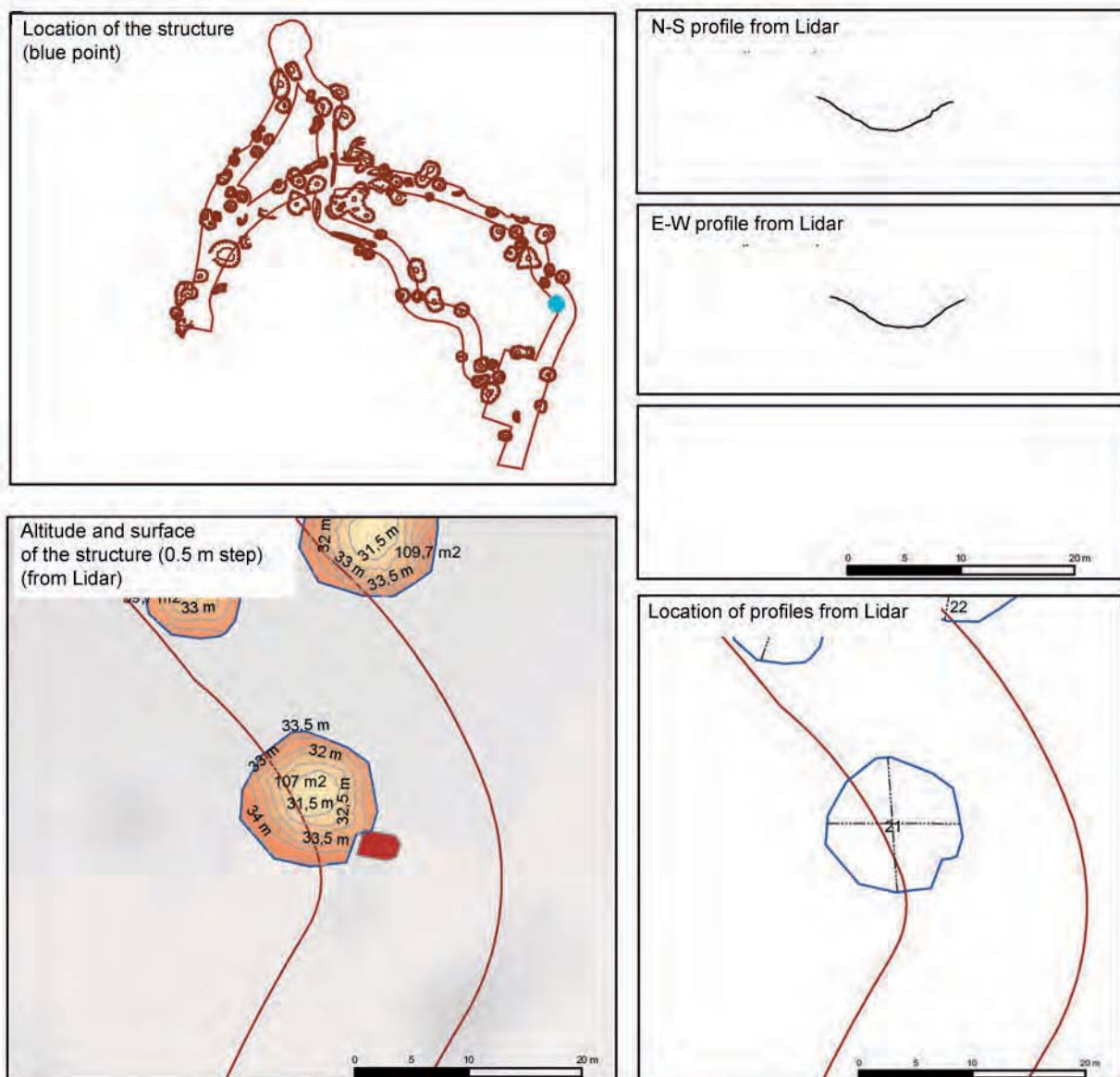


Cratère n° 21

Le fait n° 21 est un cratère de forme circulaire et de taille moyenne. Localisé au centre du site de la Pointe du Hoc, il résulte probablement de l'explosion d'une bombe de 500 lb (226 kg) ou bien de 1000 lb (454 kg). En effet, des bombardements aériens ont été effectués le 13 mai, le 4 et le 6 juin 1944 avec ce type de bombe. Le cratère 21 jouxte le bunker n° 1, pourtant ce dernier ne semble pas avoir été endommagé par l'explosion. Aucun impact n'est à noter sur l'ouvrage en béton qui ne semble même pas avoir été déstabilisé. Malgré plus de 75 ans d'érosion, le cratère n° 21 mesure toujours un diamètre de près de 12 mètres pour une profondeur d'environ 2,50 mètres.

Localisation: section 0C / parcel 101

Cratère n° 21. © Inrap 2019

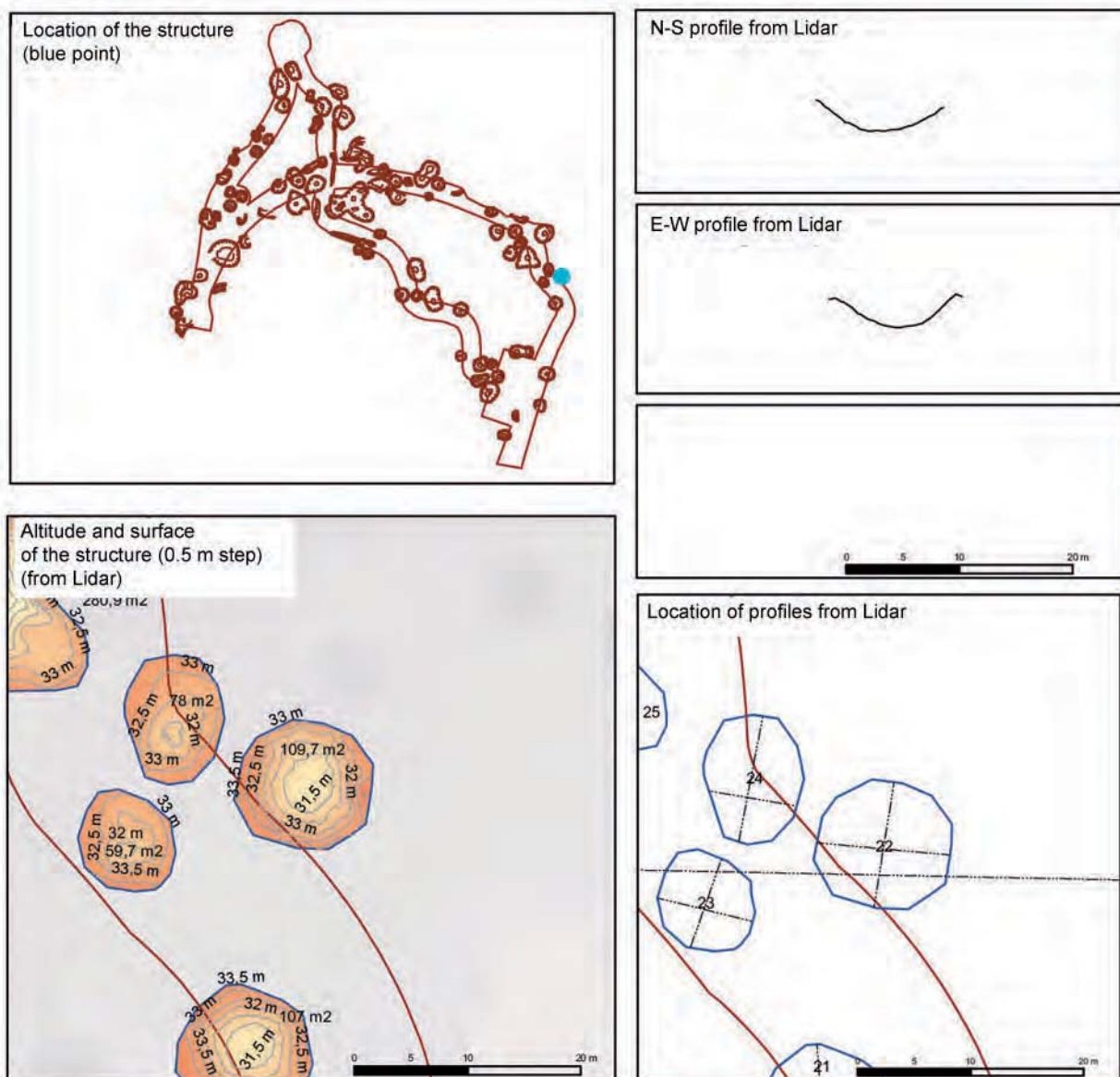


Cratère n° 22

Le fait n° 22 est un cratère de forme circulaire et de taille moyenne. Localisé au centre du site de la Pointe du Hoc, il résulte probablement de l'explosion d'une bombe de 500lb (226 kg) ou bien de 1000lb (454 kg). En effet, des bombardements aériens ont été effectués le 13 mai, le 4 et le 6 juin 1944 avec ce type de bombe. L'explosion qui a provoqué ce cratère n'a pas impacté d'ouvrage bétonné. Malgré plus de 75 ans d'érosion, il mesure toujours un diamètre de près de 12,50 mètres pour une profondeur d'environ 2,70 mètres.

Localisation: section 0C / parcel 101

Cratère n° 22. © Inrap 2019

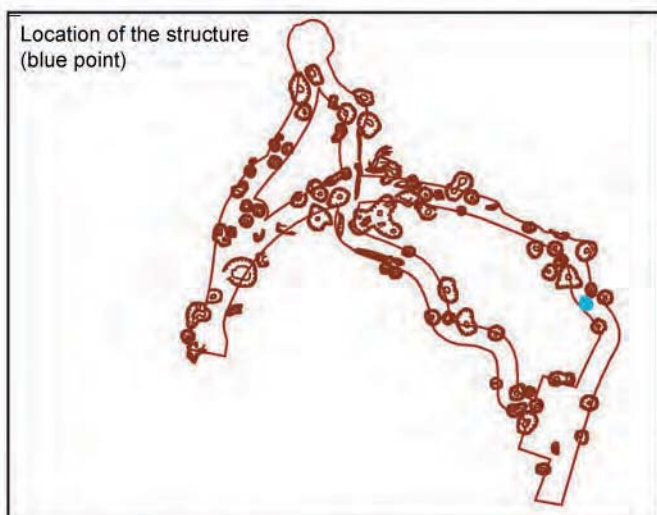


Cratère n° 23

Le fait n° 23 est un cratère circulaire de petite taille. Localisé au sud-est du site de la Pointe du Hoc, il résulte probablement de l'explosion d'une bombe de 500 lb (226 kg). En effet, des bombardements aériens ont été effectués le 13 mai, le 4 et le 6 juin 1944 avec ce type de bombe. L'explosion à l'origine de ce cratère n'a pas impacté d'ouvrage bétonné. Malgré plus de 75 ans d'érosion, il mesure toujours un diamètre de près de 9,50 mètres pour une profondeur d'environ 1,50 mètre.

Localisation: section 0C / parcel 101

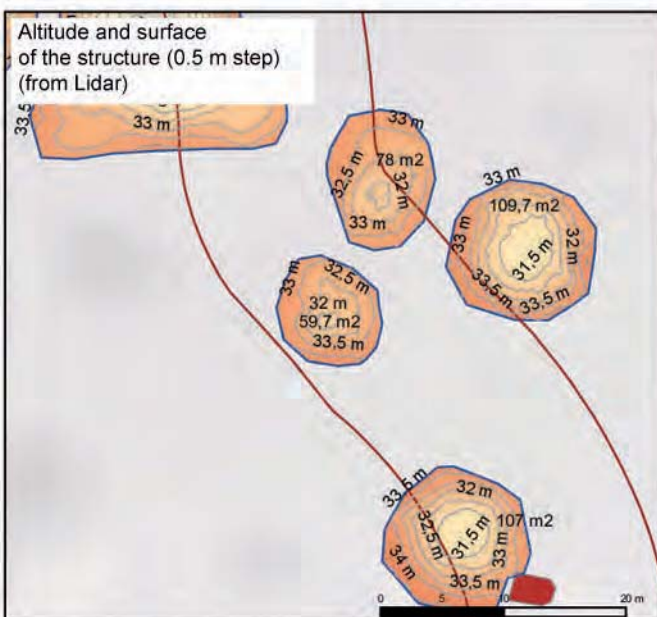
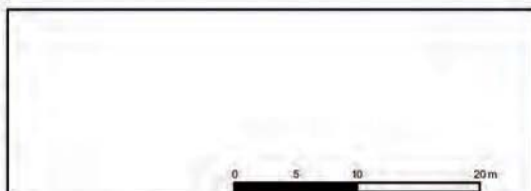
Cratère n° 23. © Inrap 2019



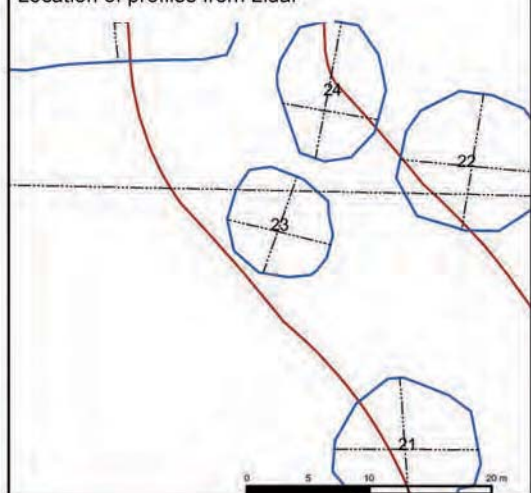
N-S profile from Lidar



E-W profile from Lidar



Location of profiles from Lidar

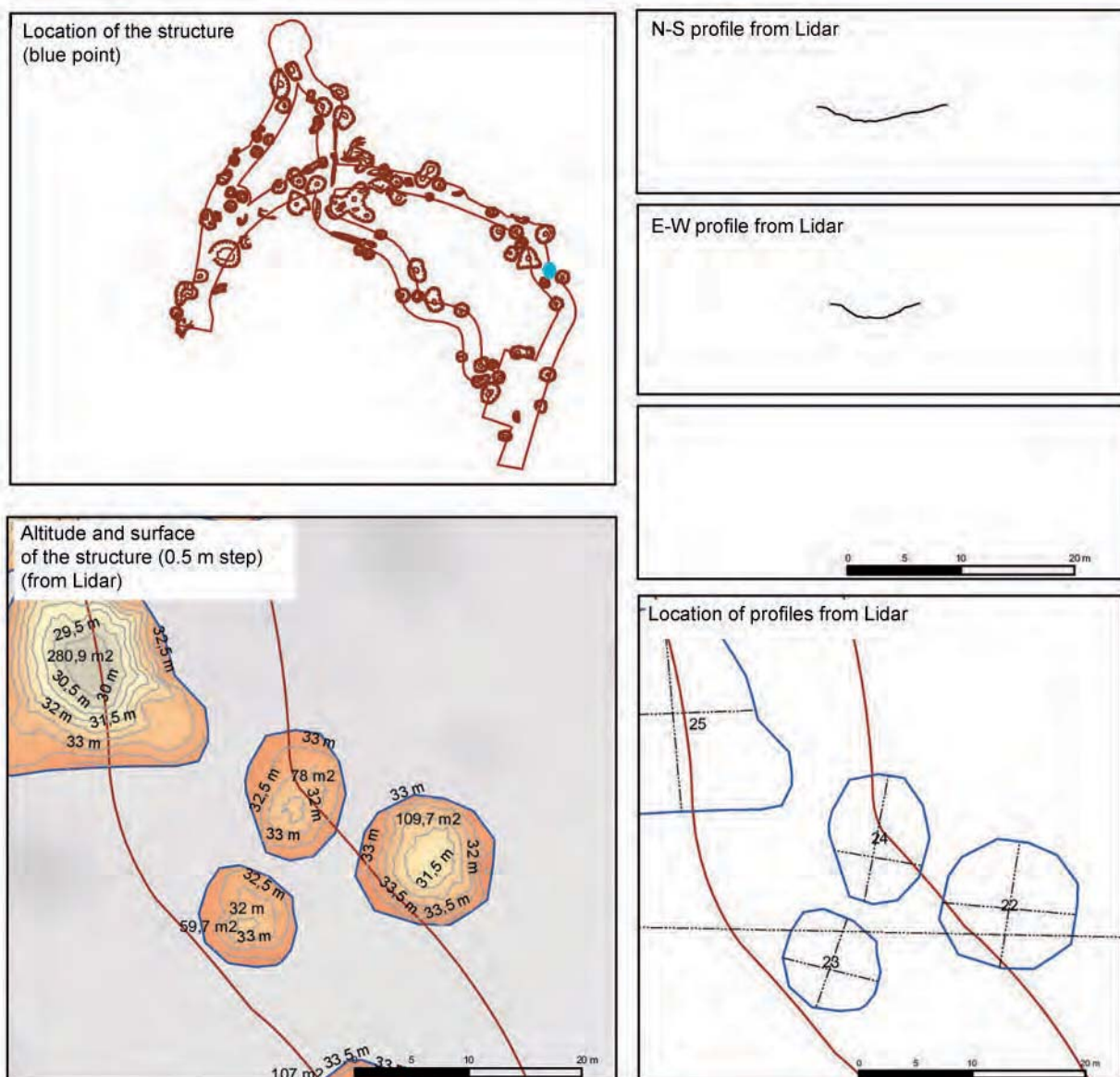


Cratère n° 24

Le fait n° 24 est un cratère ovoïde de petite taille. Localisé au sud-est du site de la Pointe du Hoc, il résulte probablement de l'explosion d'une bombe de 500 lb (226 kg). En effet, des bombardements aériens ont été effectués le 13 mai, le 4 et le 6 juin 1944 avec ce type de bombe. L'explosion à l'origine de ce cratère n'a pas impacté d'ouvrage bétonné. Malgré plus de 75 ans d'érosion, il mesure toujours un diamètre de près de 11 mètres pour une profondeur d'environ 1,10 mètre.

Localisation: section 0C / parcel 101

Cratère n° 24. © Inrap 2019

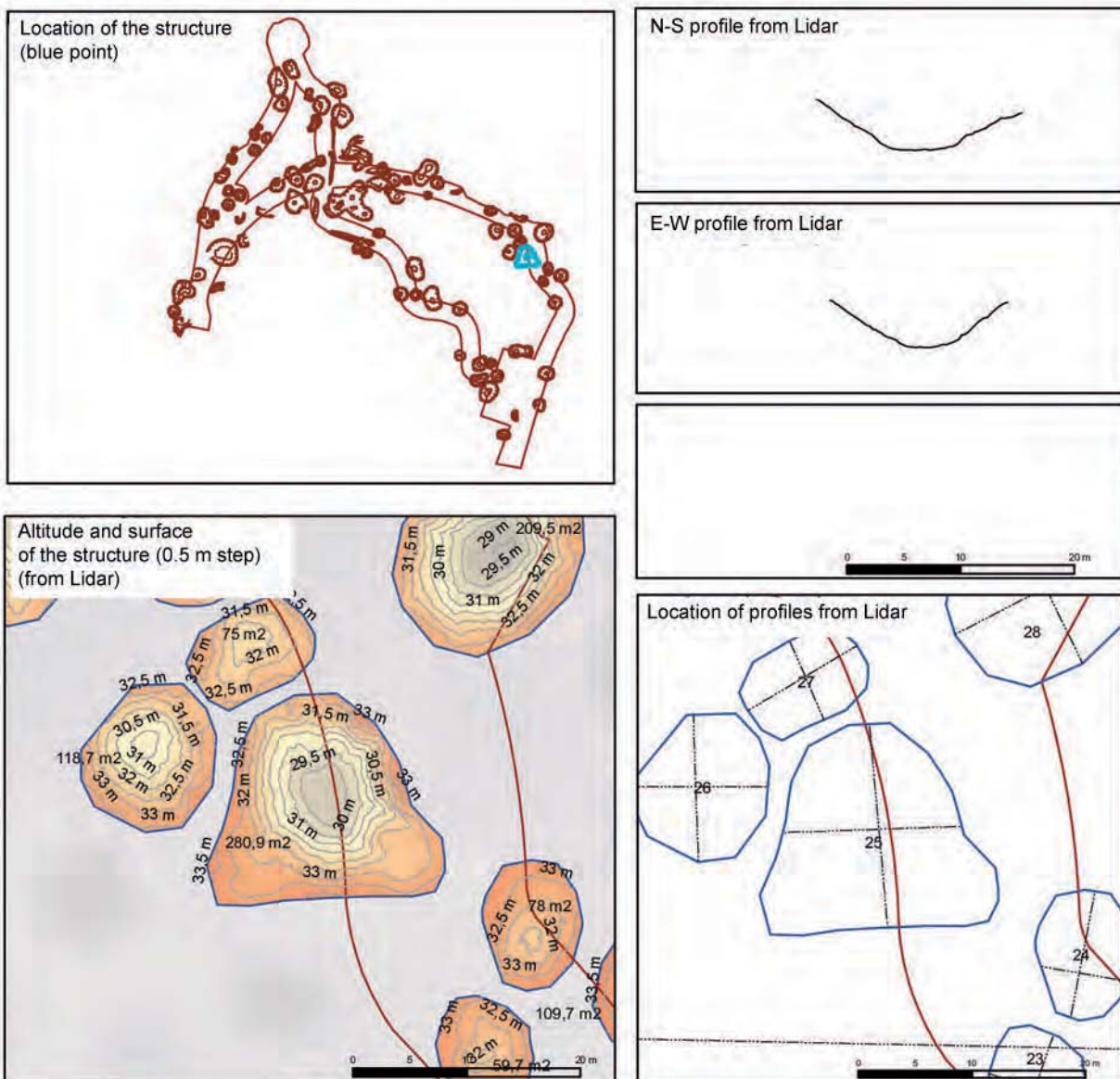


Cratère n° 25

Le fait n°25 est un cratère de forme irrégulière et de taille importante. Localisé au sud-est du site de la Pointe du Hoc, contre l'un des encuvements pour canon de 155 mm, il résulte probablement de l'explosion d'une bombe de 2000 lb (908 kg). En effet, des bombardements aériens ont été effectués le 13 mai et le 6 juin 1944 avec ce type de bombe. Malgré plus de 75 ans d'érosion, le cratère mesure toujours un diamètre de près de 21 mètres pour une profondeur d'environ 4,30 mètres. Certainement circulaire à l'origine, sa forme actuelle est probablement due aux explosions qui ont causé les cratères qui l'encadrent.

Localisation: section 0C / parcel 101

Cratère n° 25. © Inrap 2019



Cratère n° 26

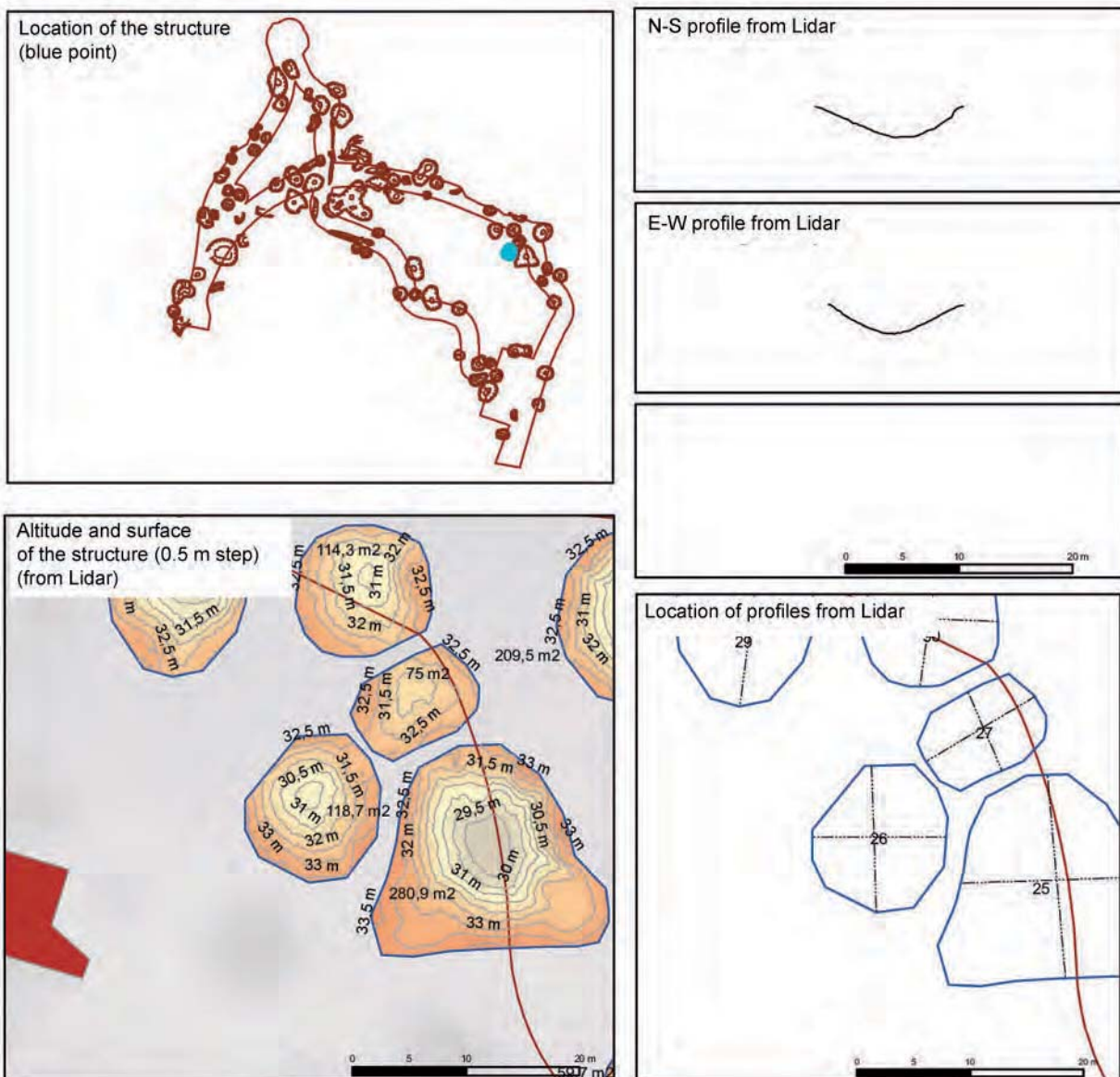
Le fait n°26 est un cratère de forme circulaire et de taille moyenne.

Localisé au sud-est du site de la Pointe du Hoc, il résulte probablement de l'explosion d'une bombe de 500lb (226kg) ou bien de 1000lb (454kg).

En effet, des bombardements aériens ont été effectués le 13 mai, le 4 et le 6 juin 1944 avec ce type de bombe. L'explosion qui a provoqué ce cratère n'a pas impacté d'ouvrage bétonné. Malgré plus de 75 ans d'érosion, il mesure toujours un diamètre de près de 13 mètres pour une profondeur d'environ 2,50 mètres.

Localisation: section 0C / parcel 101

Cratère n° 26. © Inrap 2019

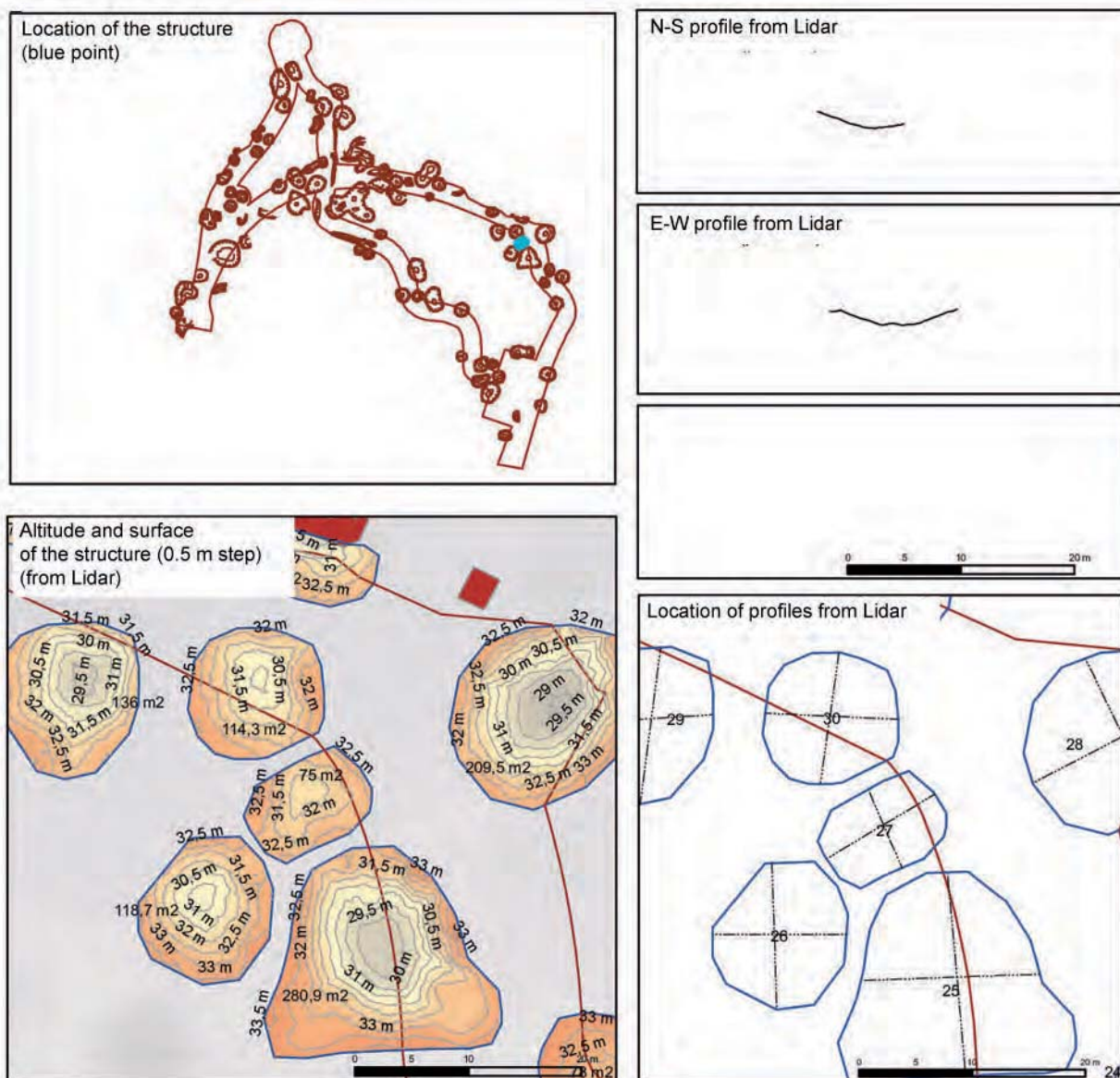


Cratère n° 27

Le fait n° 27 est un cratère de forme oblongue et de taille moyenne. Localisé au sud-est du site de la Pointe du Hoc, il résulte probablement de l'explosion d'une bombe de 500 lb (226 kg) ou bien de 1000 lb (454 kg). En effet, des bombardements aériens ont été effectués le 13 mai, le 4 et le 6 juin 1944 avec ce type de bombe. L'explosion qui a provoqué ce cratère n'a pas impacté d'ouvrage bétonné. Malgré plus de 75 ans d'érosion, il mesure toujours un diamètre de près de 7 mètres pour une profondeur d'environ 1,20 mètres. Sa forme actuelle est probablement due aux explosions à l'origine des cratères n° 25 et 30 qui l'encadrent.

Localisation: section 0C / parcel 101

Cratère n° 27. © Inrap 2019

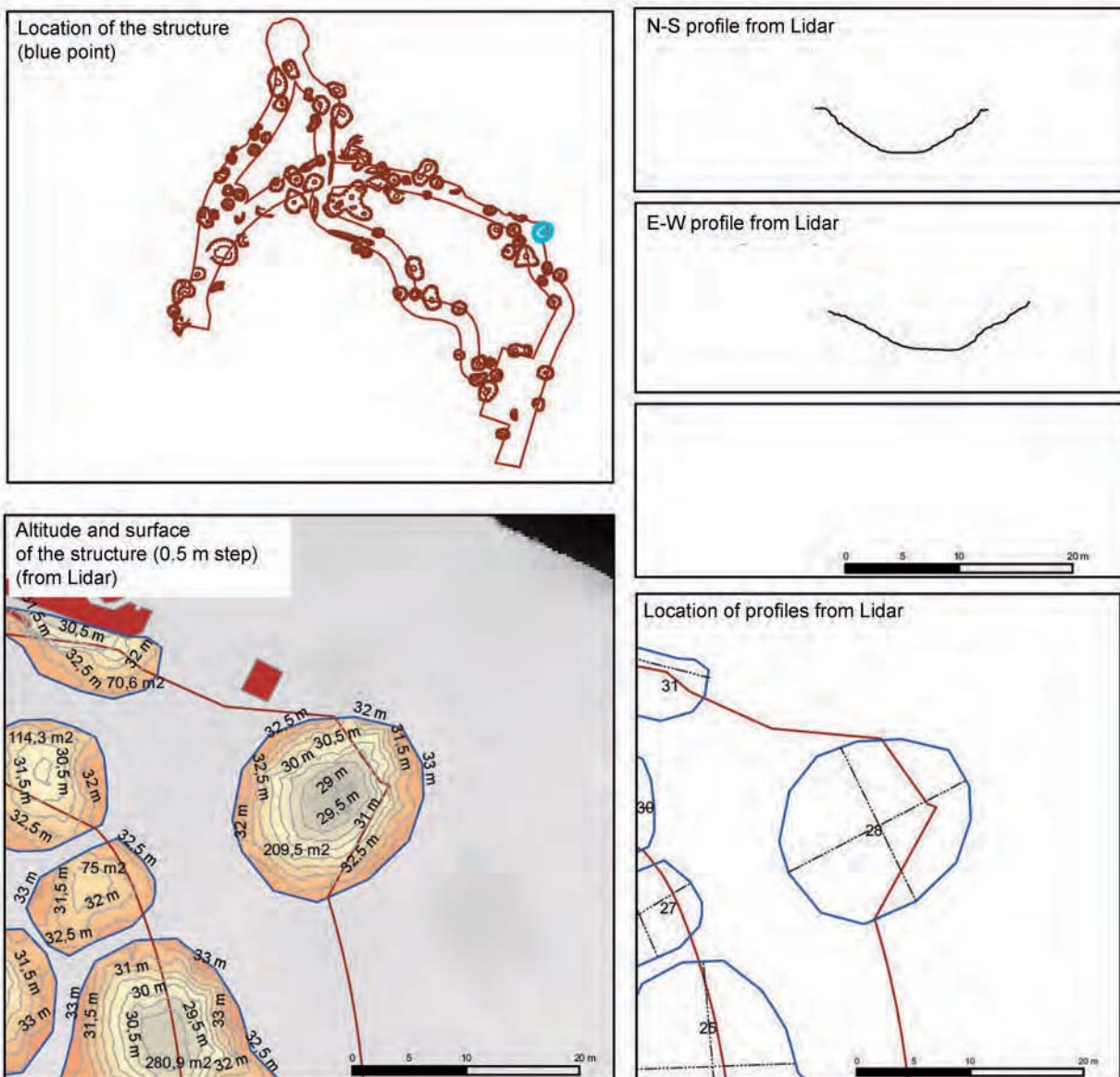


Cratère n° 28

Le fait n°28 est un cratère de forme circulaire et de taille importante. Localisé au sud-est du site de la Pointe du Hoc, contre l'un des encuvements pour canon de 155 mm, il résulte probablement de l'explosion d'une bombe de 2000 lb (908 kg). En effet, des bombardements aériens ont été effectués le 13 mai et le 6 juin 1944 avec ce type de bombe. L'explosion à l'origine de ce cratère a certainement déséquilibré l'ouvrage bétonné n°3 qui se trouve à proximité immédiate. Malgré plus de 75 ans d'érosion, le cratère mesure toujours un diamètre de près de 17,50 mètres pour une profondeur d'environ 4 mètres.

Localisation: section 0C / parcel 101

Cratère n° 28. © Inrap 2019

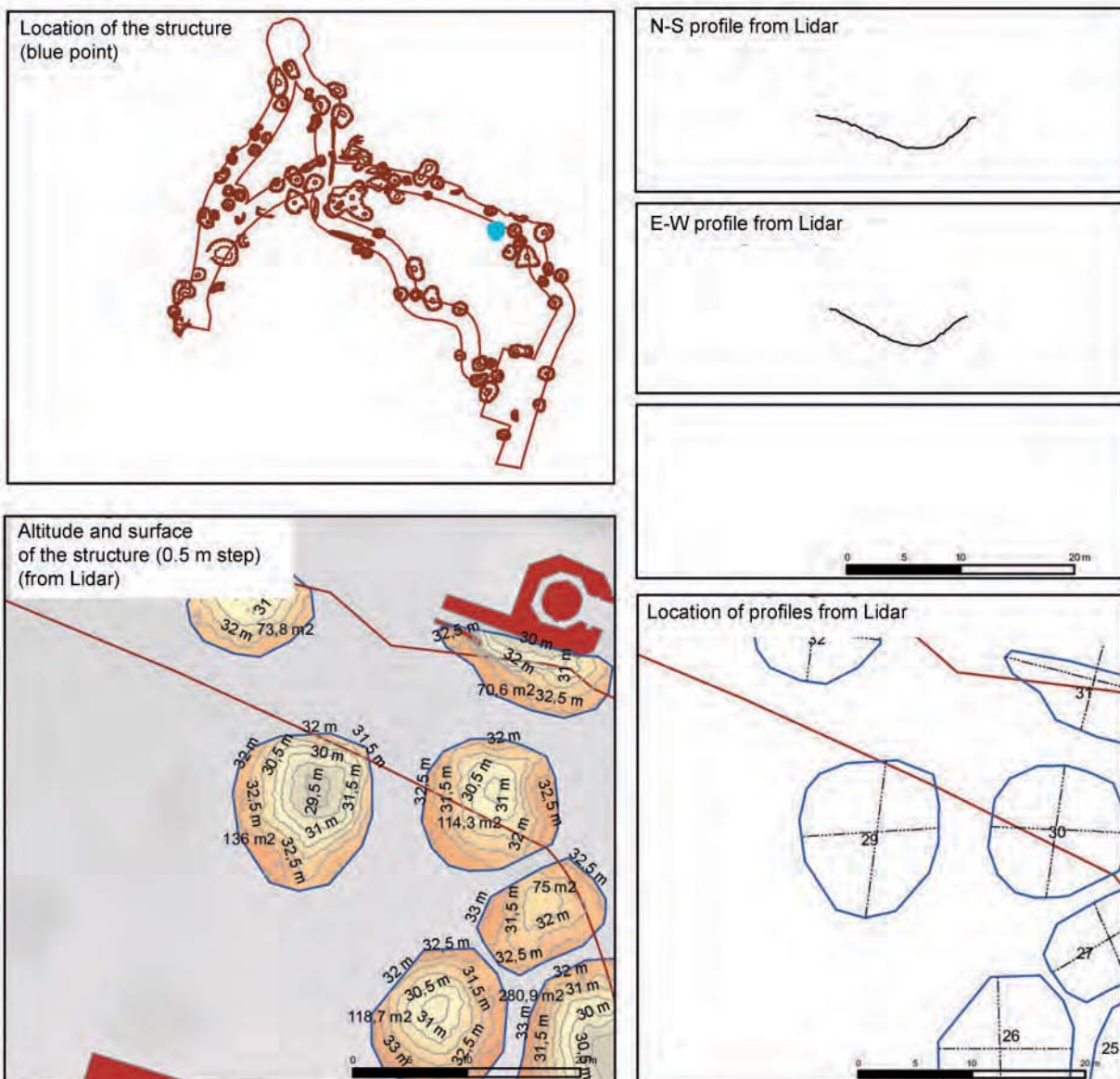


Cratère n° 29

Le fait n°29 est un cratère ovoïde et de taille moyenne. Localisé au sud-est du site de la Pointe du Hoc, il résulte probablement de l'explosion d'une bombe de 500lb (226kg) ou bien de 1000lb (454 kg). En effet, des bombardements aériens ont été effectués le 13 mai, le 4 et le 6 juin 1944 avec ce type de bombe. L'explosion qui a provoqué ce cratère n'a pas impacté d'ouvrage bétonné. Malgré plus de 75 ans d'érosion, il mesure toujours un diamètre de près de 13 mètres pour une profondeur d'environ 2,80 mètres.

Localisation: section 0C / parcel 101

Cratère n° 29. © Inrap 2019



Cratère n° 30

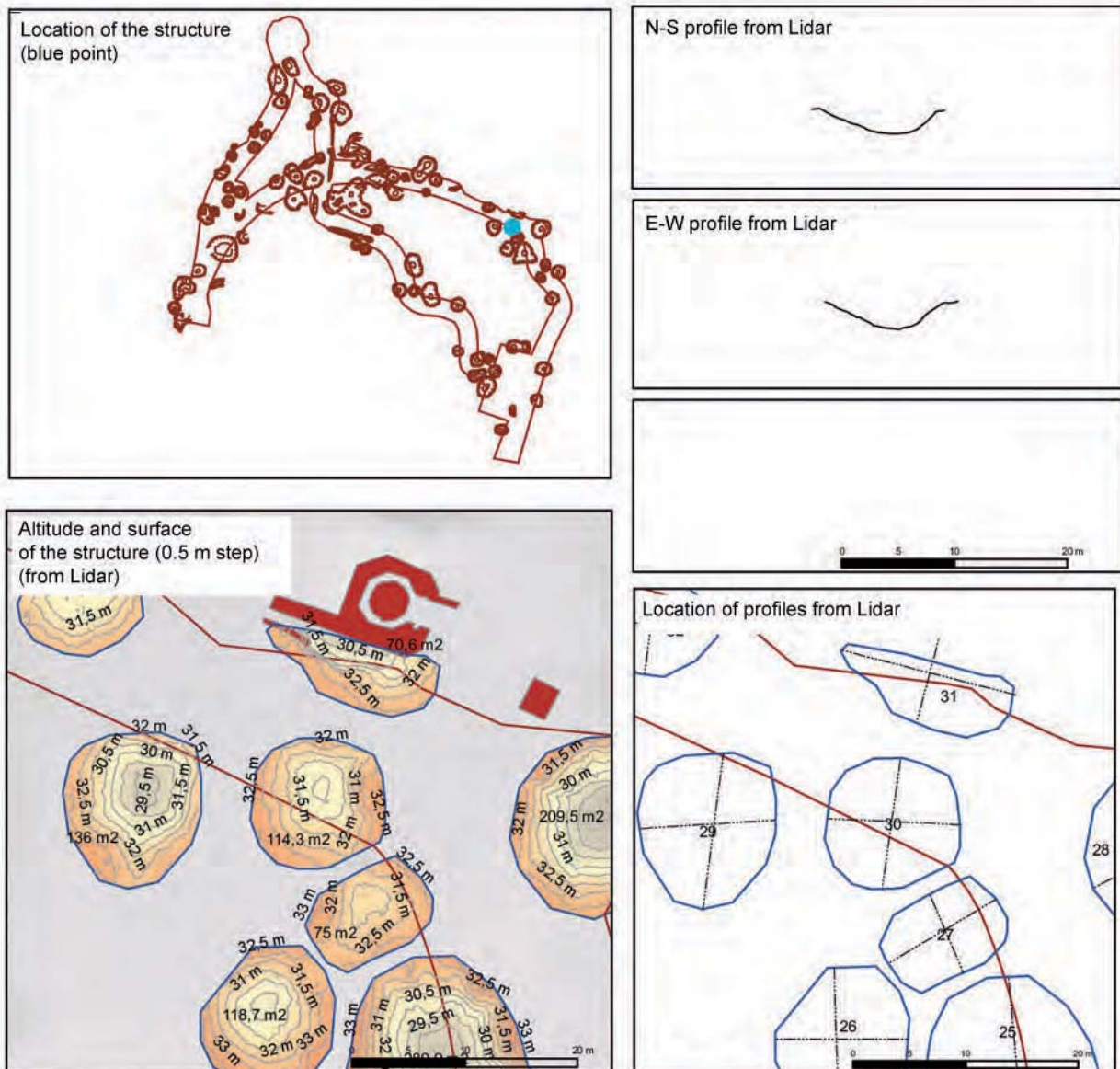
Le fait n° 30 est un cratère de forme circulaire et de taille moyenne.

Localisé au sud-est du site de la Pointe du Hoc, il résulte probablement de l'explosion d'une bombe de 500lb (226kg) ou bien de 1000lb (454kg).

En effet, des bombardements aériens ont été effectués le 13 mai, le 4 et le 6 juin 1944 avec ce type de bombe. L'explosion qui a provoqué ce cratère n'a pas impacté d'ouvrage bétonné. Malgré plus de 75 ans d'érosion, il mesure toujours un diamètre de près de 12 mètres pour une profondeur d'environ 2,20 mètres.

Localisation: section 0C / parcel 101

Cratère n° 30. © Inrap 2019

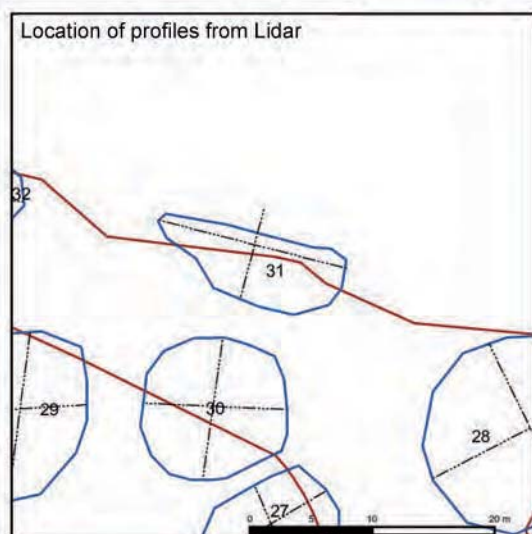
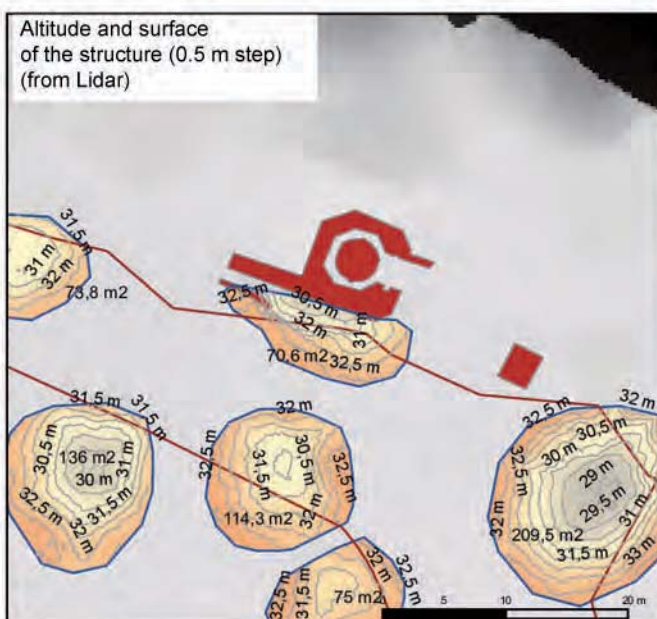
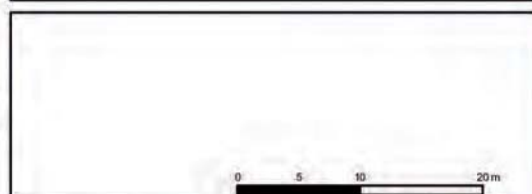
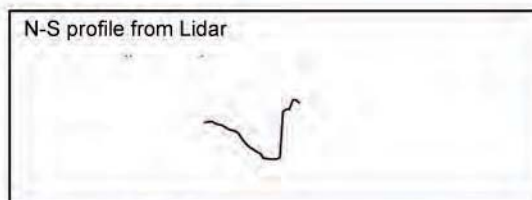
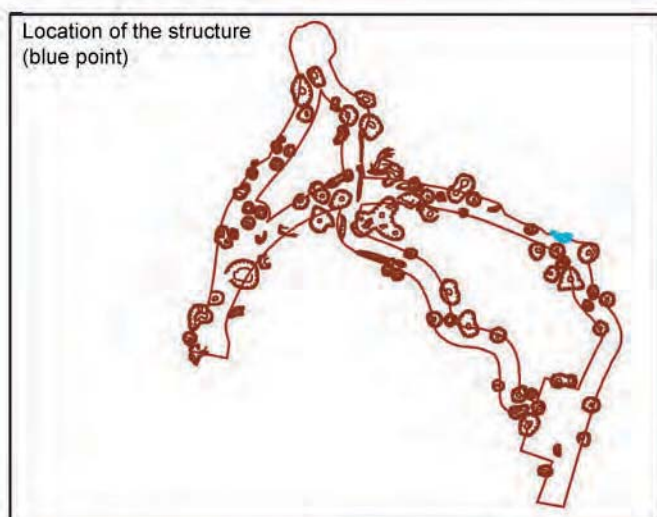


Fait associé n° 31

Contrairement à la grande majorité des faits localisés sur l'emprise du cheminement, le fait n° 31 n'est pas un cratère mais une ancienne tranchée, creusée le long de l'ouvrage bétonné n° 4, qui desservait ses deux accès. Au fil du temps, cette tranchée non étayée sur toute sa longueur s'est érodée et finalement effondrée, en laissant place à un talus en pente douce.

Localisation: section 0C / parcel 101

Fait associé n° 31. © Inrap 2019

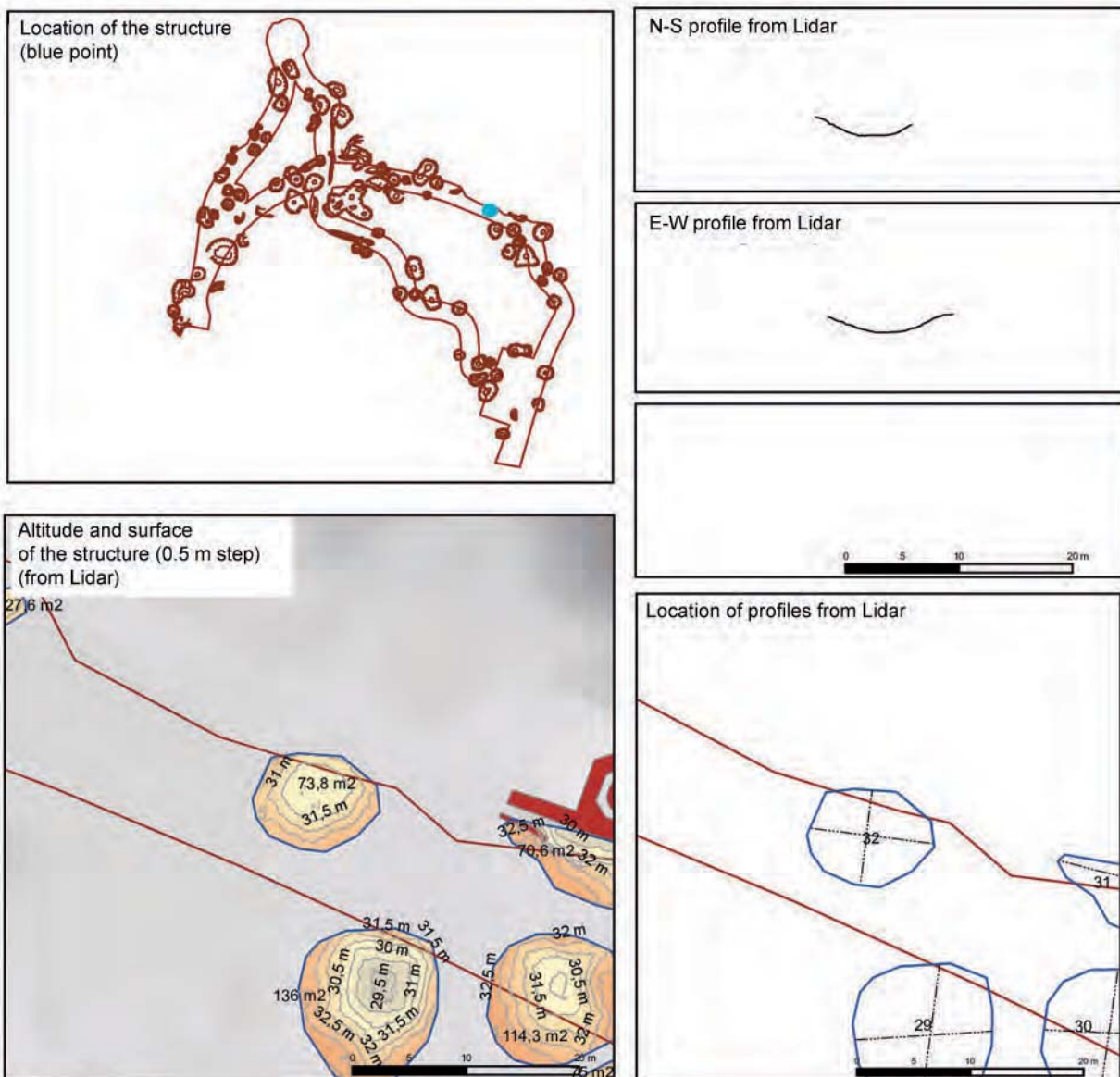


Cratère n° 32

Le fait n° 32 est un cratère ovoïde de petite taille. Localisé au sud-est du site de la Pointe du Hoc, il résulte probablement de l'explosion d'une bombe de 500 lb (226 kg) ou bien de 1000 lb (454 kg). En effet, des bombardements aériens ont été effectués le 13 mai, le 4 et le 6 juin 1944 avec ce type de bombe. L'explosion qui a provoqué ce cratère n'a pas impacté d'ouvrage bétonné. Malgré plus de 75 ans d'érosion, il mesure toujours un diamètre de près de 8,50 mètres pour une profondeur d'environ 1,50 mètre.

Localisation: section 0C / parcel 101

Cratère n° 32. © Inrap 2019

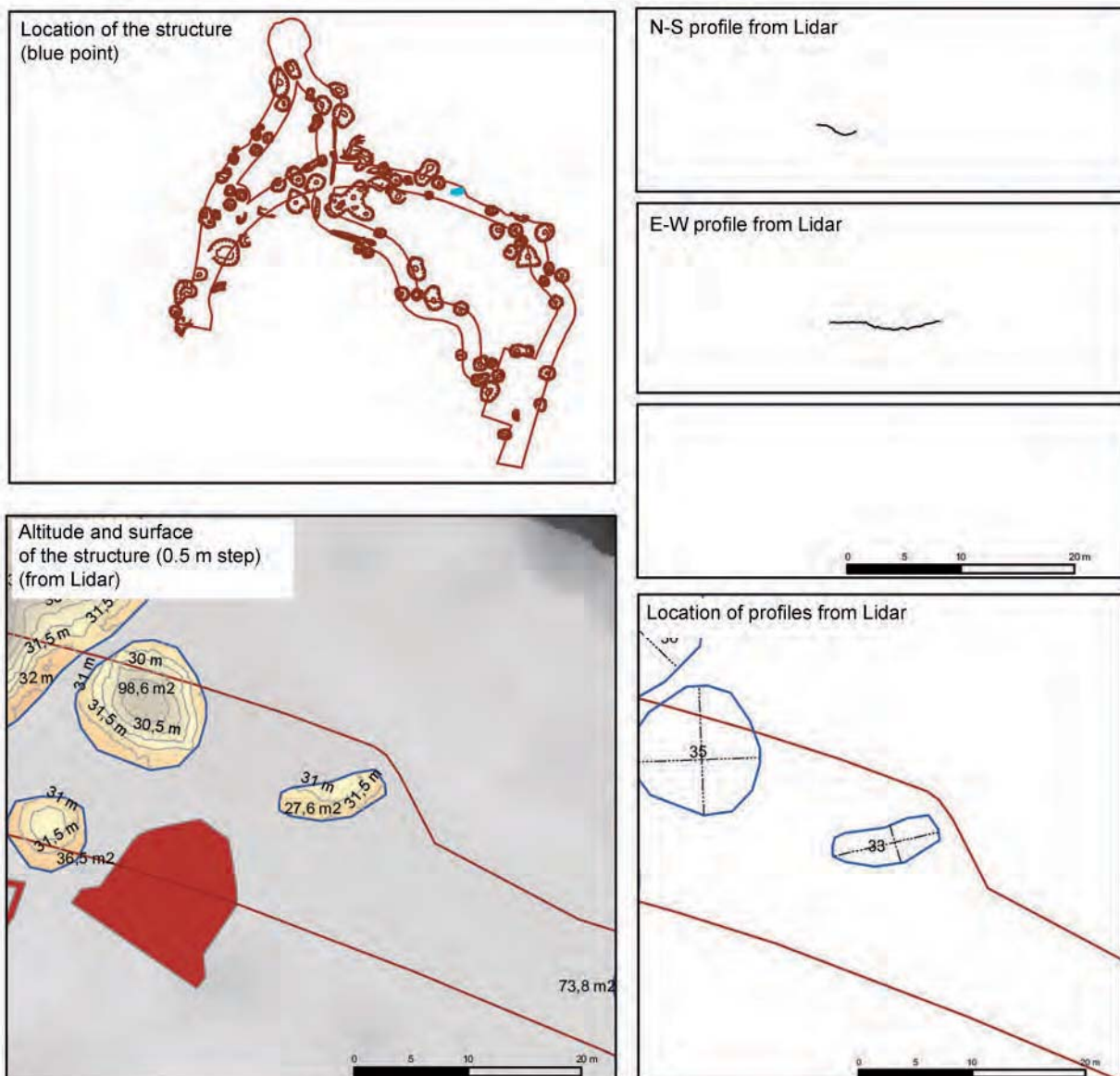


Cratère n° 33

Le fait n° 33, localisé à proximité immédiate de la falaise, n'a pas été clairement identifié. Sa forme atypique laisse penser qu'il s'agit d'un cratère de taille moyenne remblayé lors de la mise en valeur touristique du site. Il résulte probablement de l'explosion d'une bombe de 500 lb (226 kg) ou bien de 1000 lb (454 kg). En effet, des bombardements aériens ont été effectués le 13 mai, le 4 et le 6 juin 1944 avec ce type de bombe. L'explosion qui a provoqué ce cratère n'a pas impacté d'ouvrage bétonné. Malgré plus de 75 ans d'érosion, il mesure toujours 9,50 mètres de long pour 3 mètres de large et 1,70 mètre de profondeur.

Localisation: section 0C / parcel 101

Cratère n° 33. © Inrap 2019

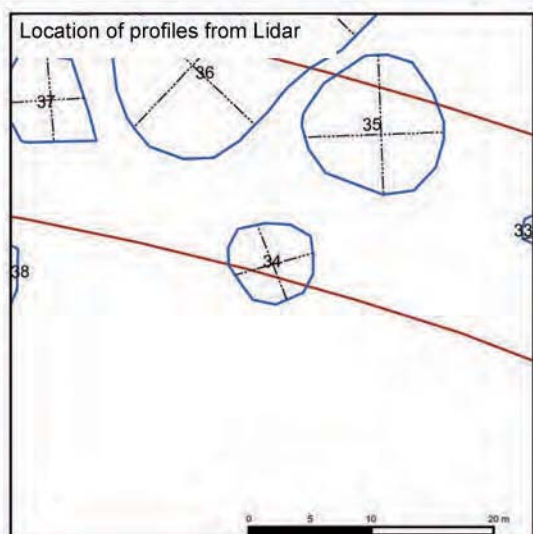
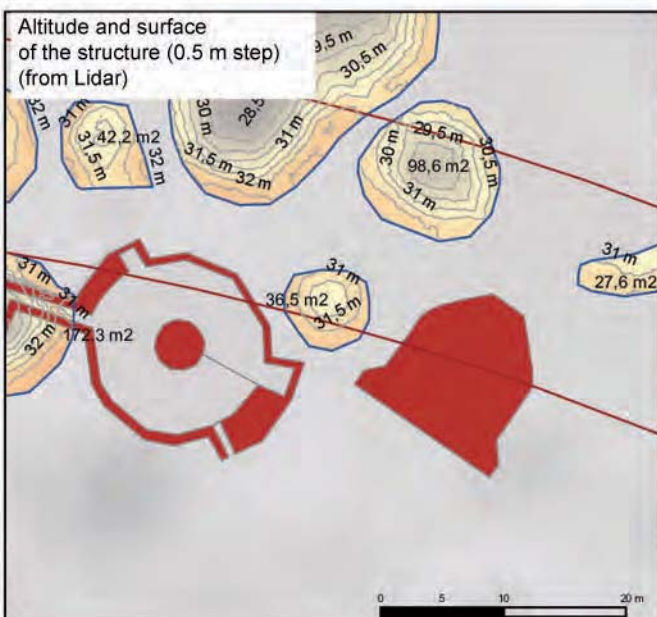
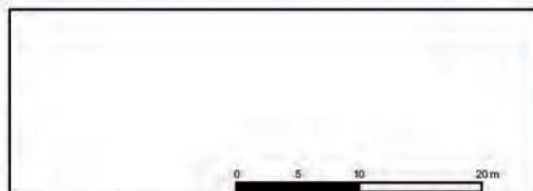
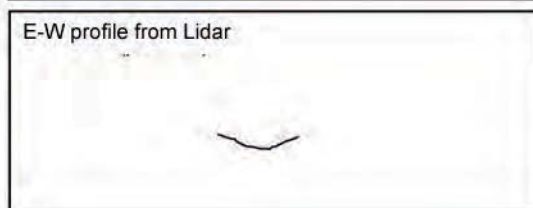
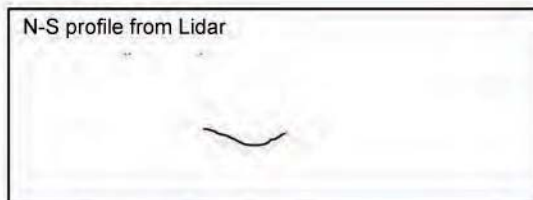
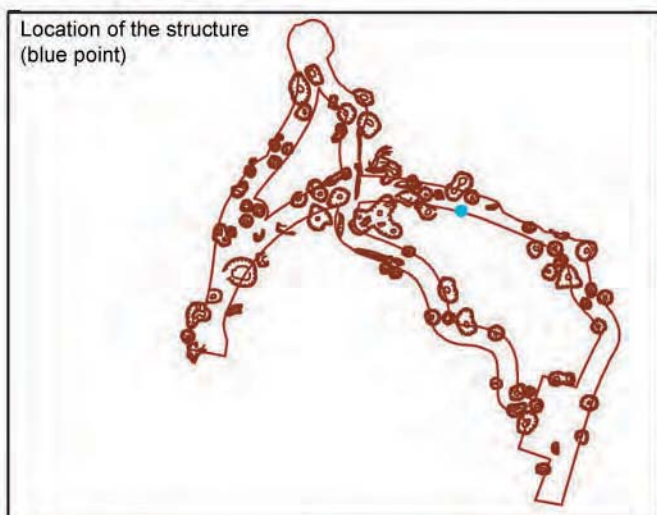


Cratère n° 34

Le fait n° 34 est un cratère circulaire de petite taille. Localisé au centre du site de la Pointe du Hoc, il résulte probablement de l'explosion d'une bombe de 500lb (226 kg). En effet, des bombardements aériens ont été effectués le 13 mai, le 4 et le 6 juin 1944 avec ce type de bombe. Bien que jouxtant l'encuvement bétonné n° 6, l'explosion ne semble pas avoir causé de dégât à cet ouvrage bétonné. Malgré plus de 75 ans d'érosion, le cratère mesure toujours un diamètre de près de 7 mètres pour une profondeur d'environ 1,10 mètre.

Localisation: section 0C / parcel 101

Cratère n° 34. © Inrap 2019

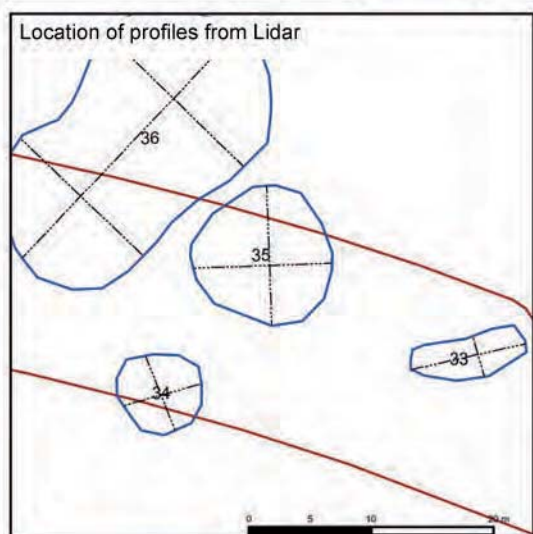
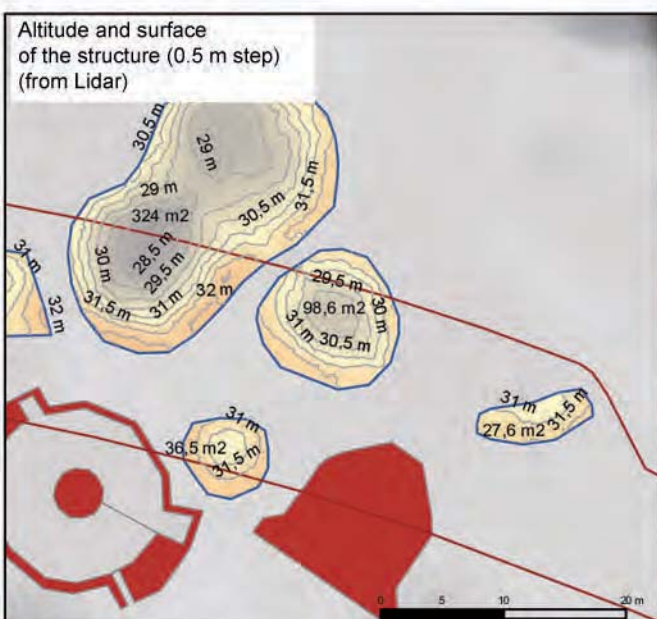
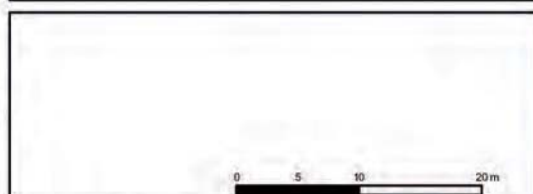
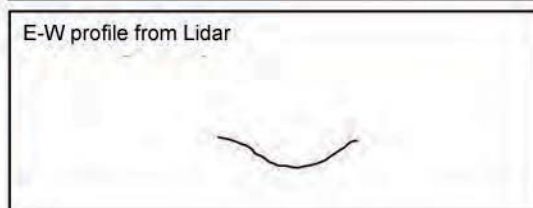
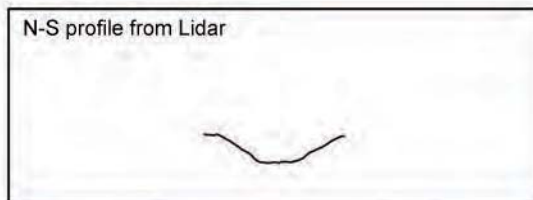
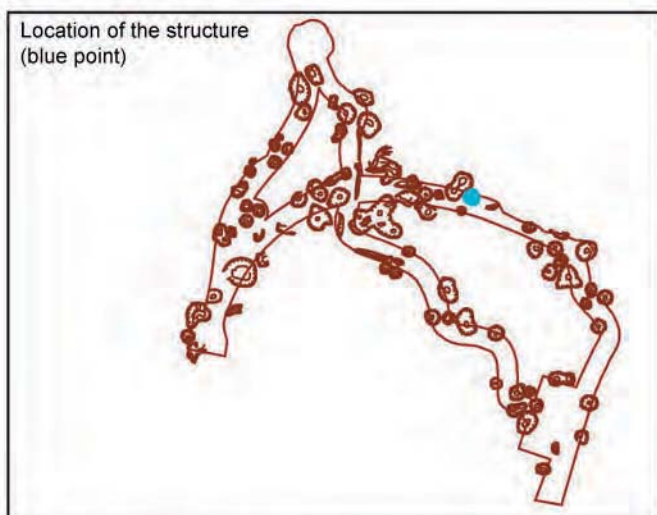


Cratère n° 35

Le fait n° 35 est un cratère circulaire de taille moyenne. Localisé au sud-est du site de la Pointe du Hoc, il résulte probablement de l'explosion d'une bombe de 500 lb (226 kg) ou bien de 1000 lb (454 kg). En effet, des bombardements aériens ont été effectués le 13 mai, le 4 et le 6 juin 1944 avec ce type de bombe. L'explosion qui a provoqué ce cratère n'a pas impacté d'ouvrage bétonné. Malgré plus de 75 ans d'érosion, il mesure toujours un diamètre de près de 11,50 mètres pour une profondeur d'environ 2,40 mètres.

Localisation: section 0C / parcel 101

Cratère n° 35. © Inrap 2019



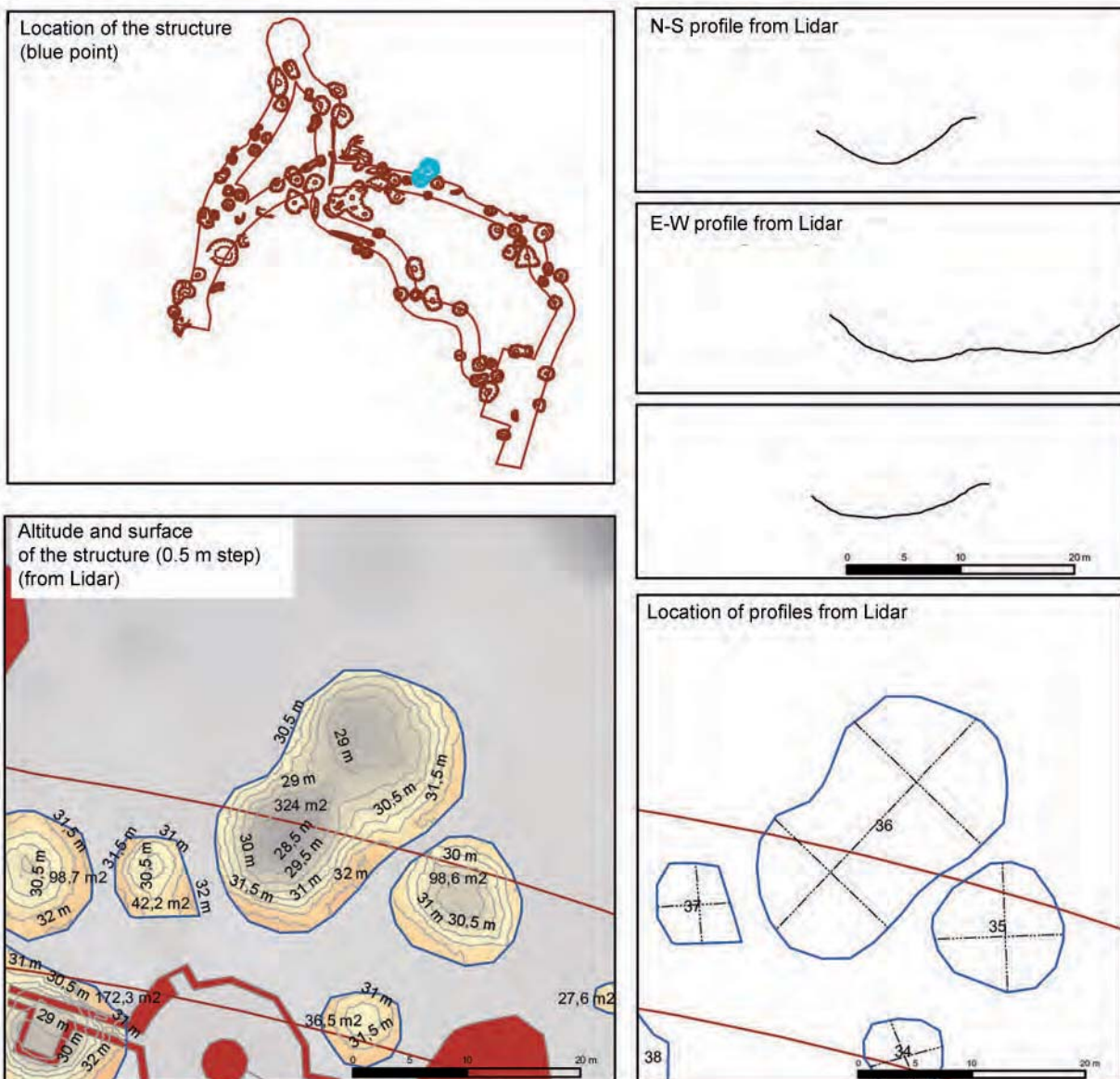
Cratère n° 36

Le fait n° 36 correspond à la fusion de deux cratères de forme circulaire et de taille importante. Localisé au centre du site de la Pointe du Hoc en bordure de falaise, cet ensemble résulte probablement de l'explosion de deux bombes de 2000 lb (908 kg). En effet, des bombardements aériens ont été effectués le 13 mai et le 6 juin 1944 avec ce type de bombe.

Les explosions qui ont provoqué ces cratères n'ont pas impacté d'ouvrage bétonné. Malgré plus de 75 ans d'érosion, l'ensemble mesure toujours près de 26 mètres de long pour 12 mètres de large et une profondeur d'environ 3,50 mètres.

Localisation: section 0C / parcel 101

Cratère n° 36. © Inrap 2019

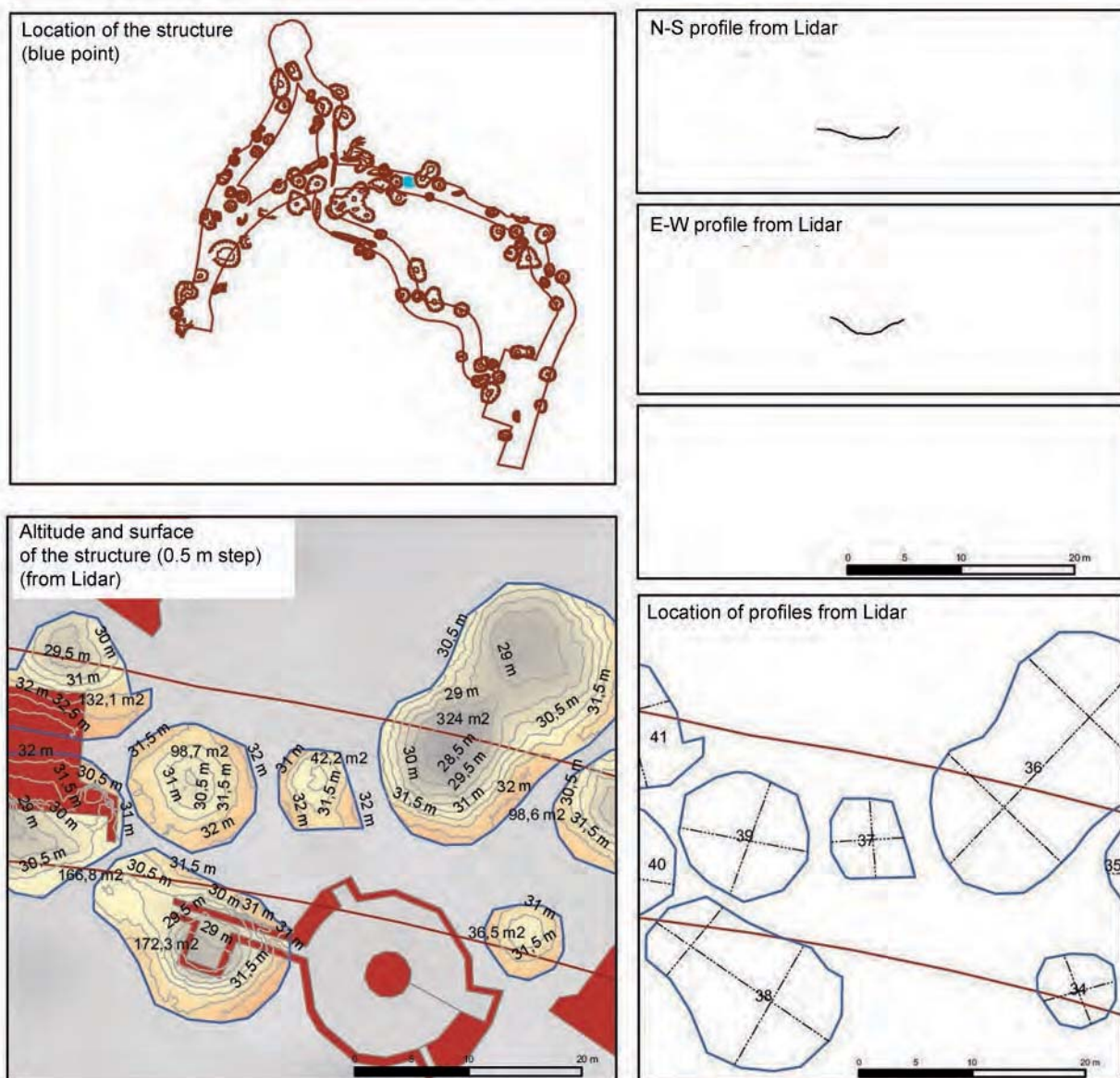


Cratère n° 37

Le fait n° 37 est un cratère de petite taille circulaire à l'origine. Il a été en partie remblayé lors de la mise en place du chemin dédié à la circulation des touristes. Localisé dans la partie centrale du site de la Pointe du Hoc, il résulte probablement de l'explosion d'une bombe de 500 lb (226 kg). En effet, des bombardements aériens ont été effectués le 13 mai, le 4 et le 6 juin 1944 avec ce type de bombe. Bien que jouxtant l'encuvement bétonné n° 6, l'explosion ne semble pas avoir causé de dégât à cet ouvrage. Malgré plus de 75 ans d'érosion, il mesure toujours un diamètre de près de 8 mètres pour une profondeur d'environ 1,40 mètre.

Localisation: section 0C / parcel 101

Cratère n° 37. © Inrap 2019

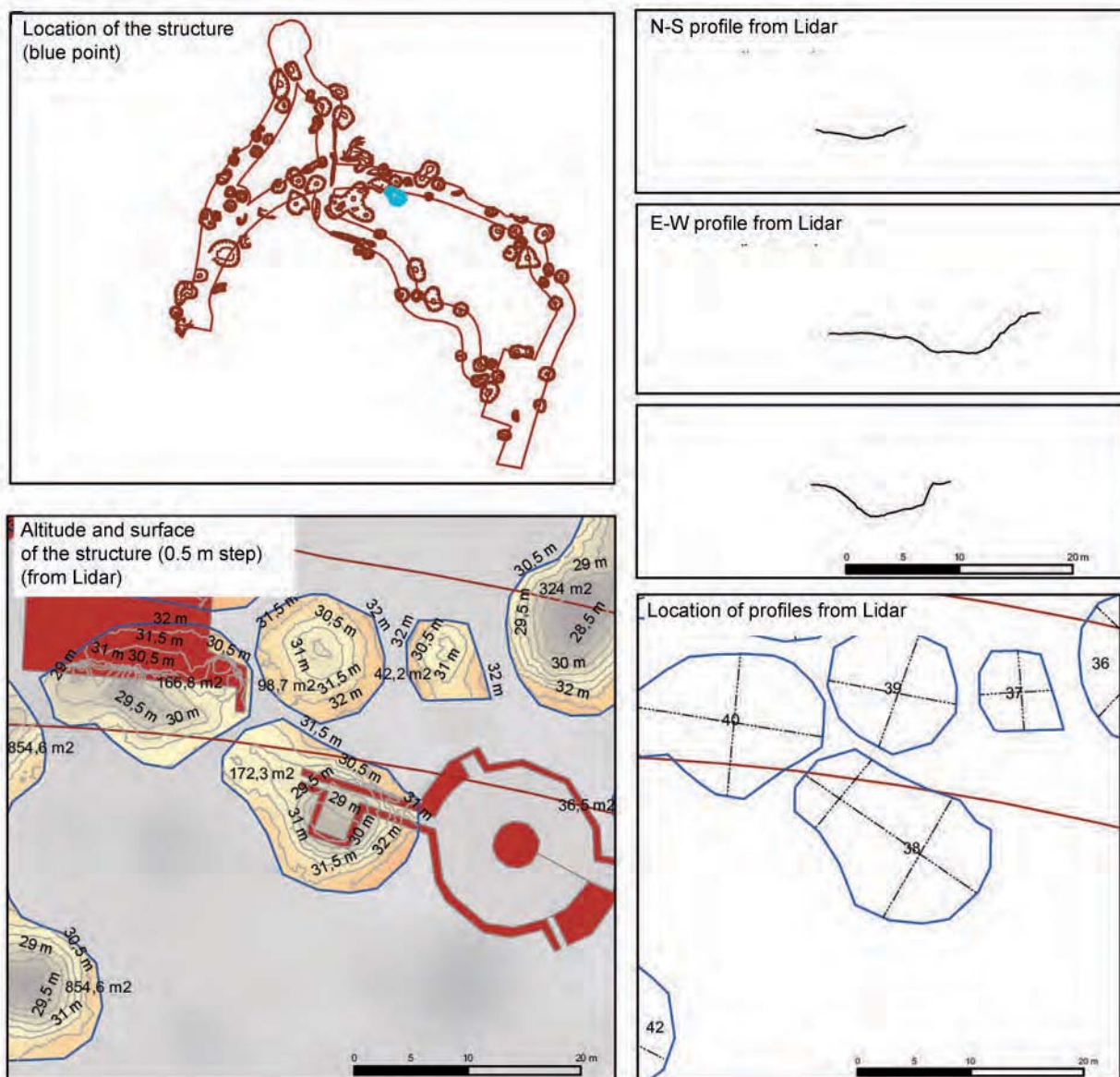


Cratère n° 38

Le fait n° 38 correspond à la fusion de deux cratères de forme circulaire, l'un de petite taille et le second de taille importante. Localisé au centre du site de la Pointe du Hoc, en bordure de falaise, cet ensemble résulte probablement de l'explosion de bombes de 500lb (226 kg) et de 2000lb (908 kg). En effet, des bombardements aériens ont été effectués le 13 mai et le 6 juin 1944 avec ce type de bombes. Les explosions qui ont provoqué ces cratères ont pulvérisé une bonne partie de l'encuvement n° 6. La petite salle de stockage reliée à la cuve circulaire par un couloir a été totalement détruite. Les parois de la cuve ont également été soufflées par l'explosion et de nombreux blocs de béton ont été arrachés par la violence de l'impact. Malgré plus de 75 ans d'érosion, l'ensemble mesure toujours près de 18 mètres de long pour 11,50 mètres de large et une profondeur d'environ 3 mètres.

Localisation: section 0C / parcel 101

Cratère n° 38. © Inrap 2019

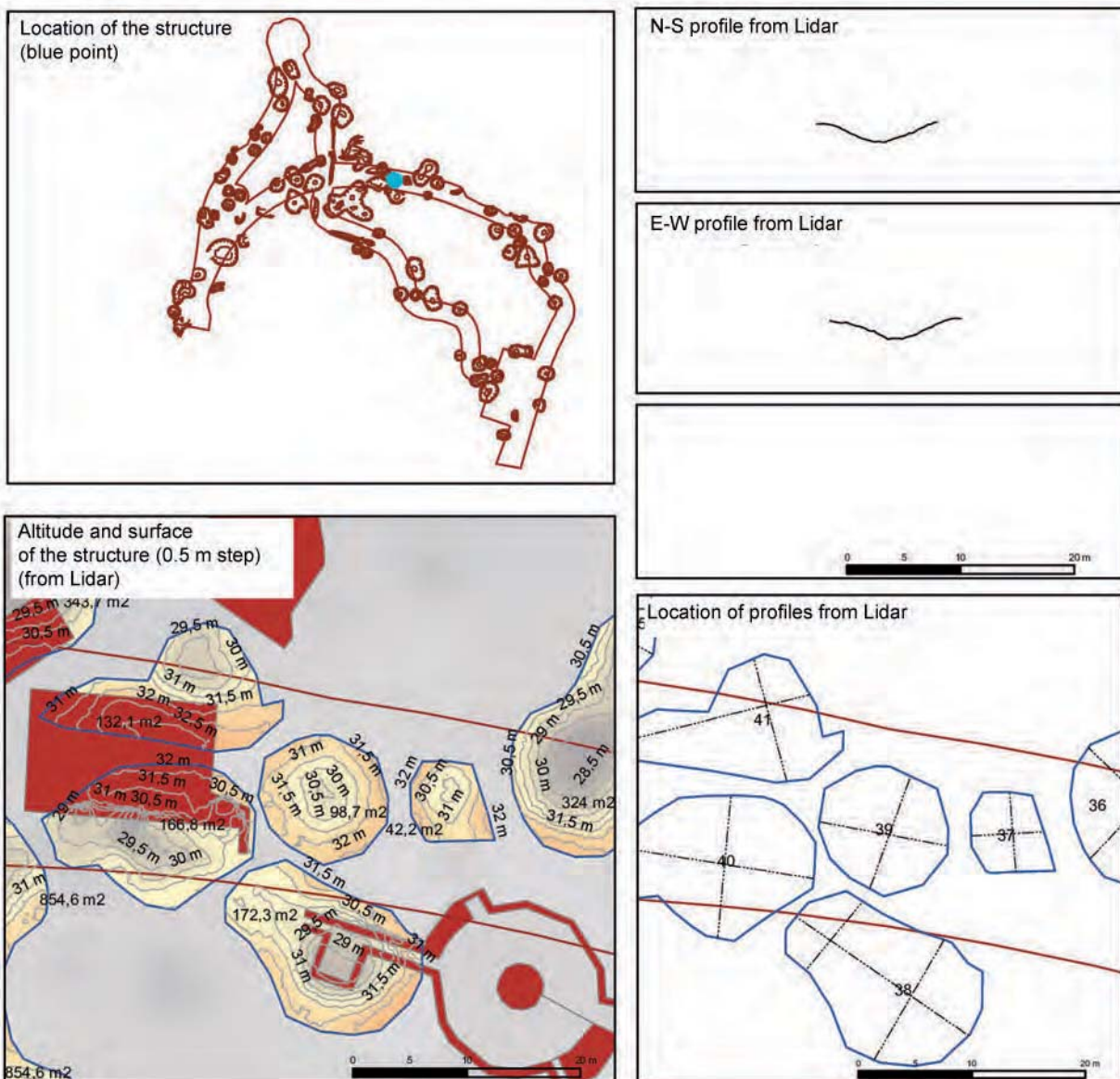


Cratère n° 39

Le fait n° 39 est un cratère circulaire et de taille moyenne. Localisé dans la partie centrale du site de la Pointe du Hoc, en bordure de la falaise, il résulte probablement de l'explosion d'une bombe de 500 lb (226 kg) ou bien de 1000 lb (454 kg). En effet, des bombardements aériens ont été effectués le 13 mai, le 4 et le 6 juin 1944 avec ce type de bombe. L'explosion qui a provoqué ce cratère n'a pas impacté d'ouvrage bétonné. Malgré plus de 75 ans d'érosion, il mesure toujours un diamètre de près de 11,50 mètres pour une profondeur d'environ 1,60 mètre.

Localisation: section 0C / parcel 101

Cratère n° 39. © Inrap 2019

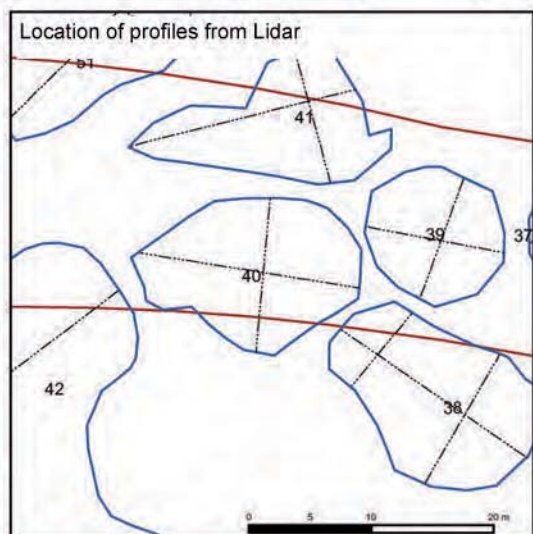
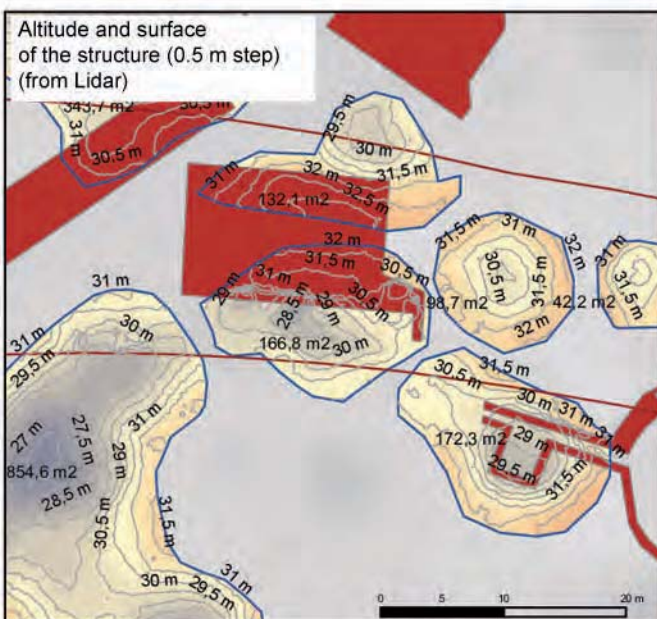
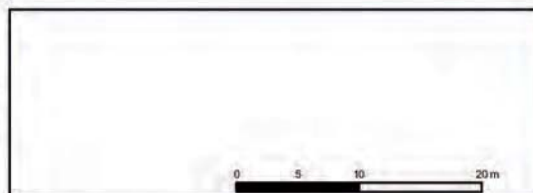
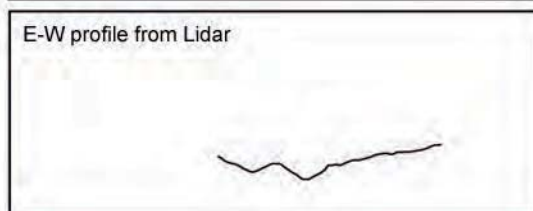
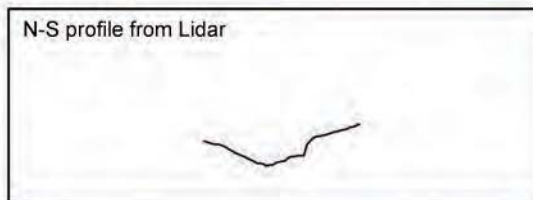
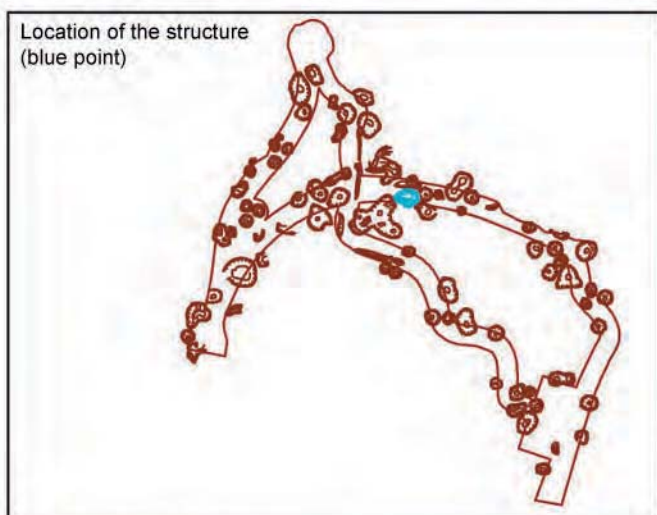


Cratère n° 40

Le fait n°40 est probablement un ensemble formé d'un cratère en grande partie remblayé et d'un amas de terre résultant des explosions produites aux abords immédiats. Localisé dans la partie centrale du site de la Pointe du Hoc, il résulte certainement de l'explosion d'une bombe de 500lb (226 kg) ou bien de 1000 lb (454 kg). En effet, des bombardements aériens ont été effectués le 13 mai, le 4 et le 6 juin 1944 avec ce type de bombes. L'explosion à l'origine de ce cratère a endommagé et déstabilisé toute la partie est de l'abri bétonné n° 8. La terre projetée depuis les cratères contigus s'est redéposée dans le cratère n°40 ainsi que dans la tranchée qui desservait l'abri, dont elle a en partie condamné les deux accès. Malgré plus de 75 ans d'érosion, l'ensemble mesure toujours 18 mètres de long pour 7 mètres de large et une profondeur d'environ 2,50 mètres.

Localisation: section 0C / parcel 101

Cratère n° 40. © Inrap 2019

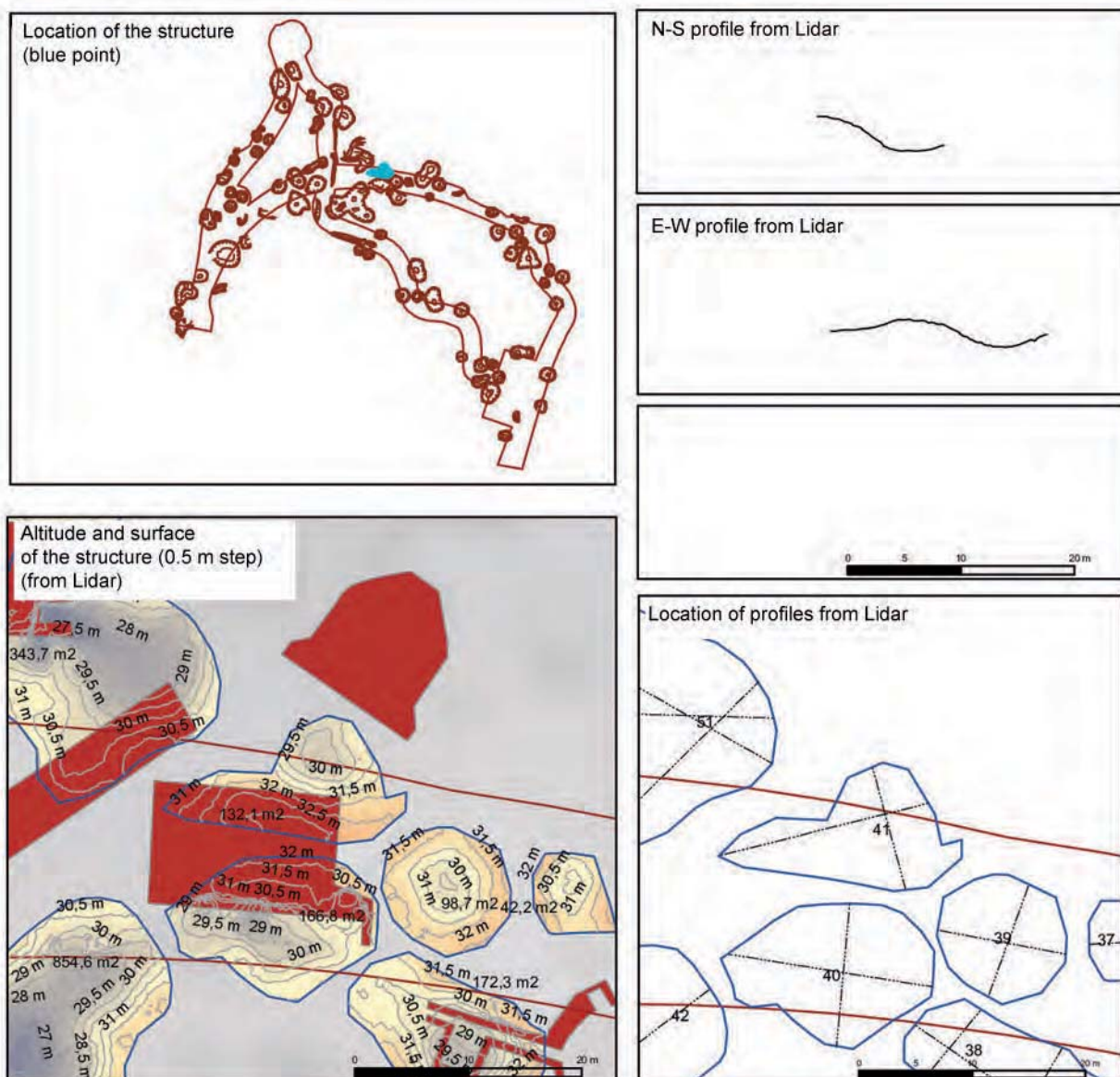


Cratère n° 41

Le fait n°41 est ensemble formé d'un cratère circulaire de taille moyenne et d'un talus de terre résultant de l'explosion. Localisé dans la partie centrale du site de la Pointe du Hoc, non loin de la falaise, il résulte probablement de l'explosion d'une bombe de 500lb (226kg) ou bien de 1000lb (454kg). En effet, des bombardements aériens ont été effectués le 13 mai, le 4 et le 6 juin 1944 avec ce type de bombes. L'explosion à l'origine de ce cratère semble avoir déstabilisé une partie de l'ouvrage bétonné n°8. Malgré plus de 75 ans d'érosion, le cratère n°41 mesure toujours un diamètre de près de 10 mètres pour une profondeur d'environ 2,30 mètres.

Localisation: section 0C / parcel 101

Cratère n° 41. © Inrap 2019

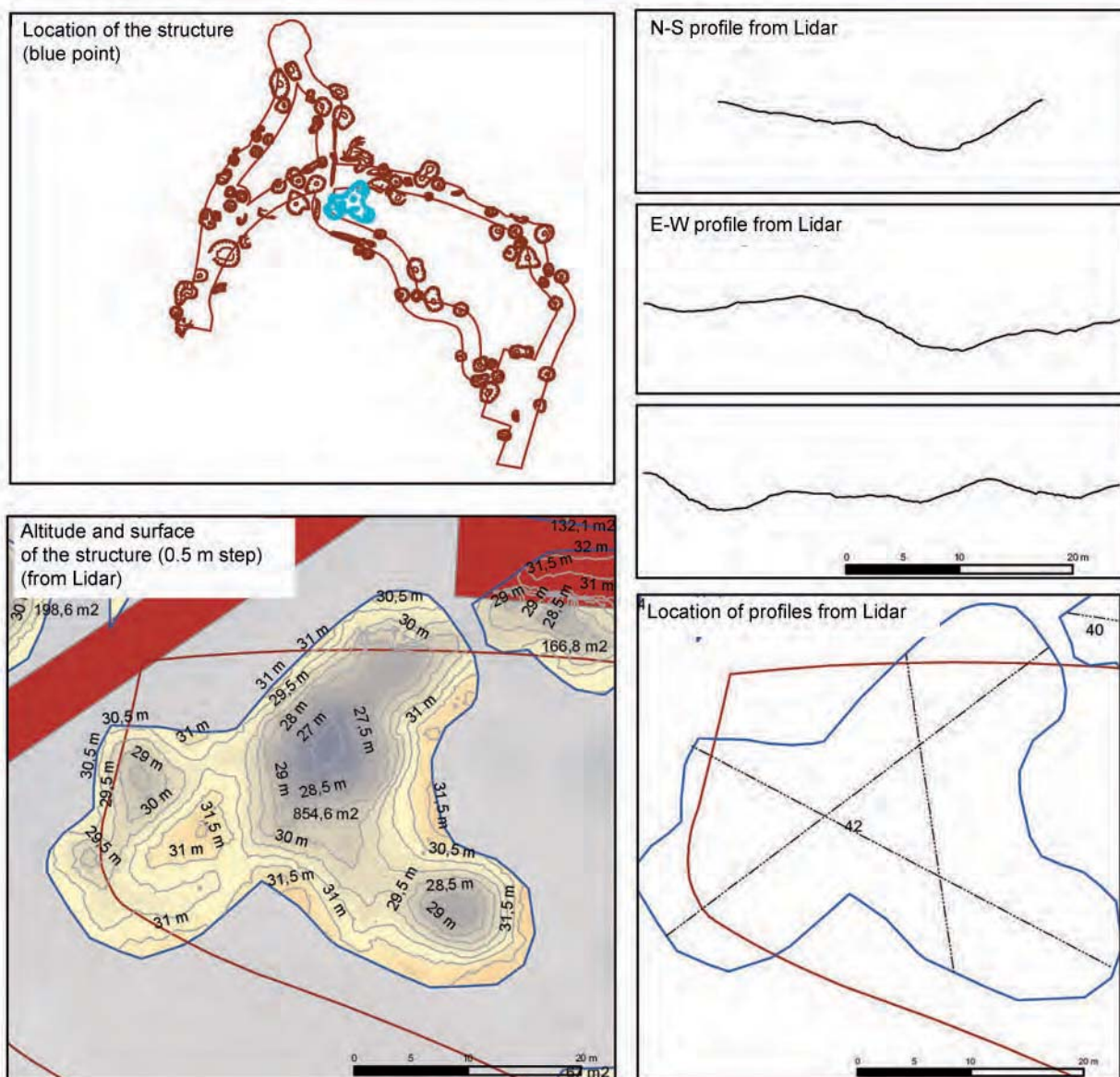


Cratère n° 42

Le fait n°42 est le résultat de la fusion de plusieurs cratères de taille moyenne et importante ayant explosé dans une même zone restreinte. Localisé dans la partie centrale du site de la Pointe du Hoc, ce fait résulte probablement de l'explosion de bombes de 500lb (226 kg) ou bien de 1000lb (454 kg) et de bombes de 2000lb (908 kg). En effet, des bombardements aériens ont été effectués le 13 mai, le 4 et le 6 juin 1944 avec ce type de bombes. Les explosions à l'origine de cet ensemble de cratères ont recouvert de terre une partie de la piste bétonnée n°9. Malgré plus de 75 ans d'érosion, il mesure toujours près de 42 mètres de longueur pour une profondeur d'environ 4,20 mètres.

Localisation: section 0C / parcel 101

Cratère n° 42. © Inrap 2019

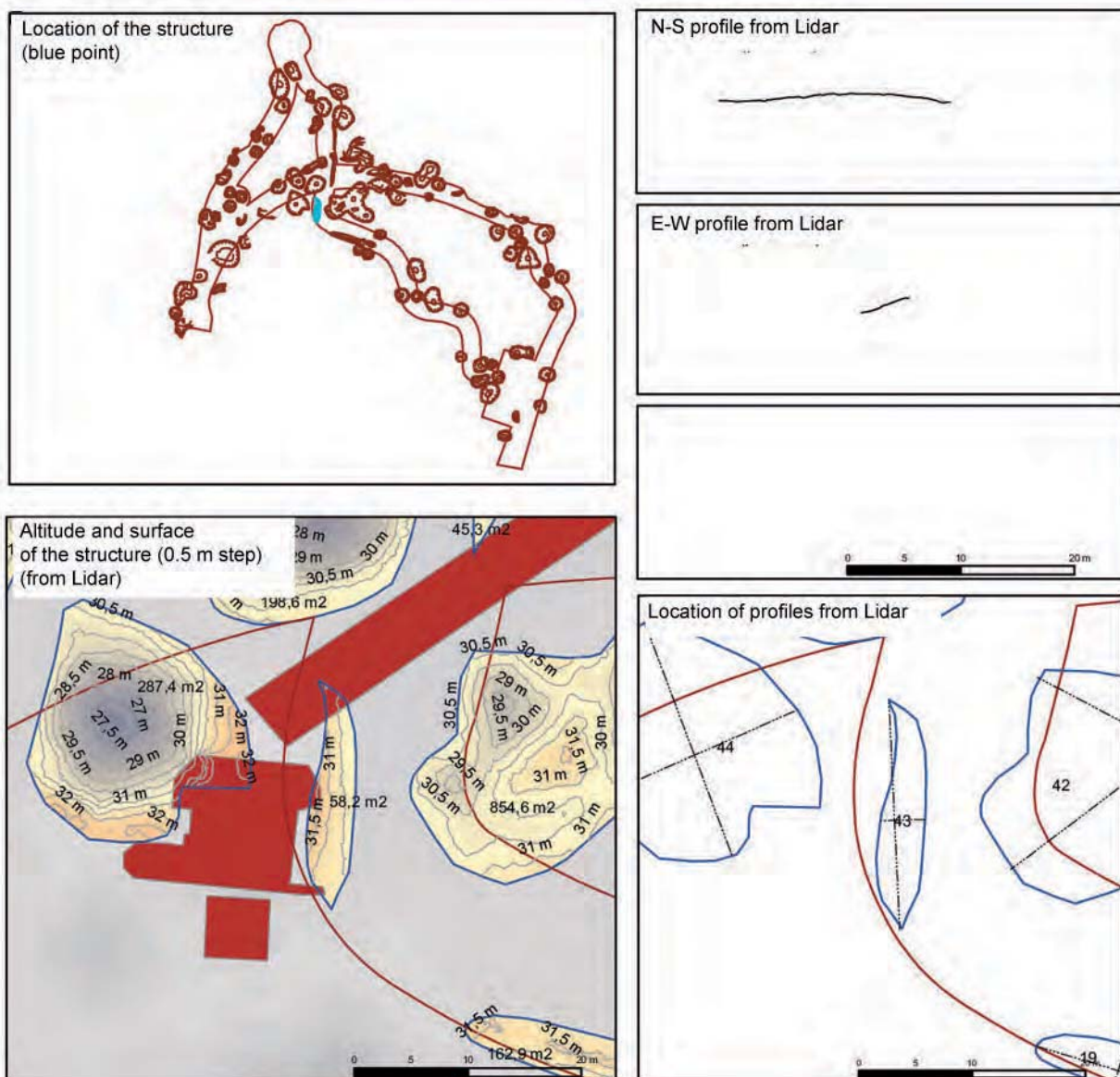


Fait associé n° 43

Le fait n°43 est difficilement identifiable mais au vu de sa forme et de son orientation, il est fort probable qu'il s'agisse d'un amas de terre résultant d'une explosion. Cette accumulation de terre recouvre aujourd'hui en partie deux ouvrages bétonnés: l'abri n° 14 et la piste bétonnée n° 9.

Localisation: section 0C / parcel 99

Fait associé n° 43. © Inrap 2019

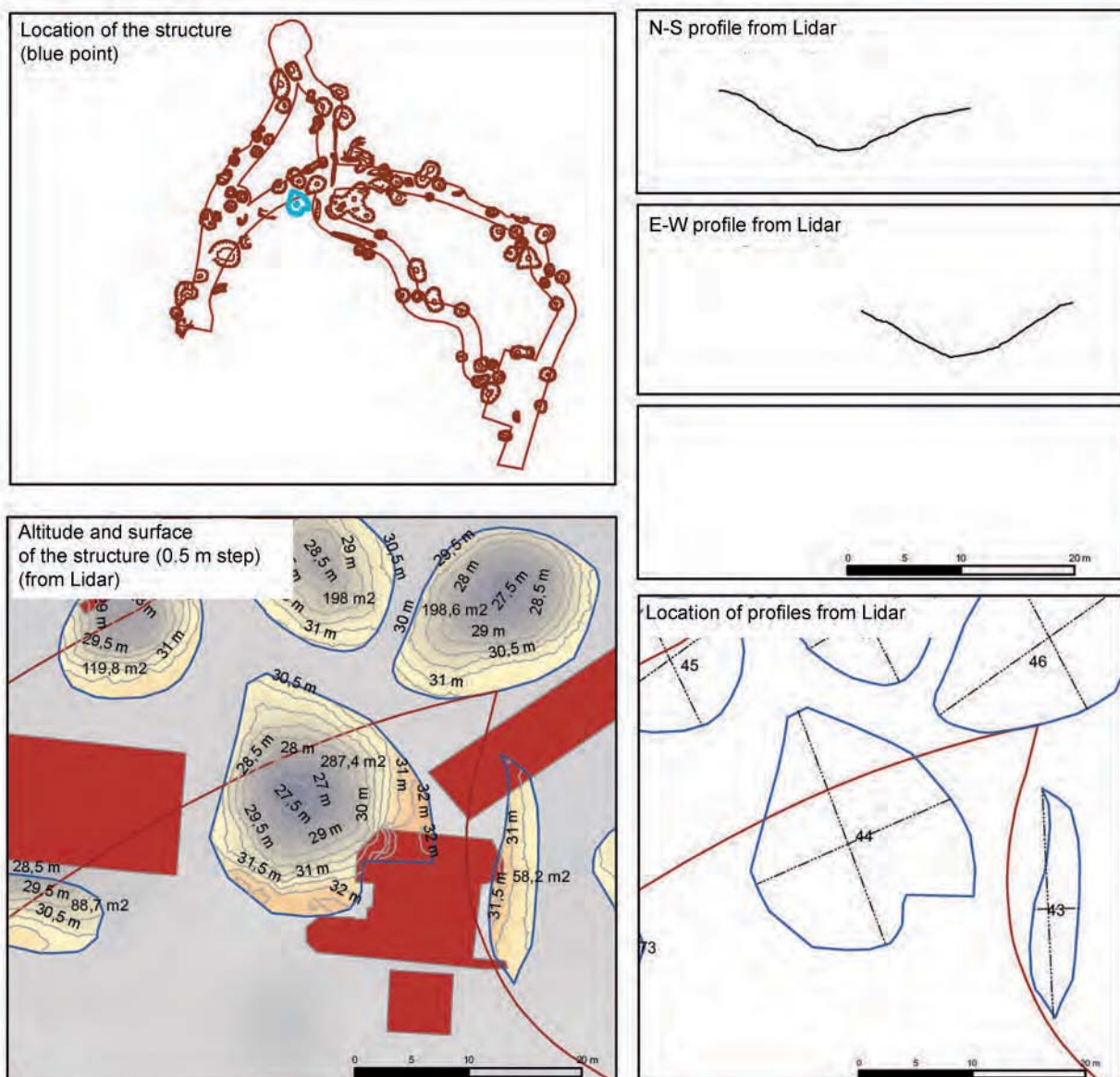


Cratère n° 44

Le fait n°44 est un cratère de forme grossièrement circulaire et de taille importante. Localisé au centre du site de la Pointe du Hoc, il résulte probablement de l'explosion d'une bombe de 2000 lb (908 kg) ou bien d'un obus de marine de 356 mm tiré par le cuirassé USS Texas. En effet, des bombardements aériens et navals ont été effectués le 13 mai et le 6 juin 1944 avec ces munitions. L'explosion à l'origine de ce cratère a déséquilibré l'ouvrage bétonné n° 14 qui se trouve à proximité immédiate. Malgré plus de 75 ans d'érosion, ce cratère mesure toujours un diamètre de près de 18 mètres pour une profondeur d'environ 4,50 mètres.

Localisation: section 0C / parcel 99

Cratère n° 44. © Inrap 2019

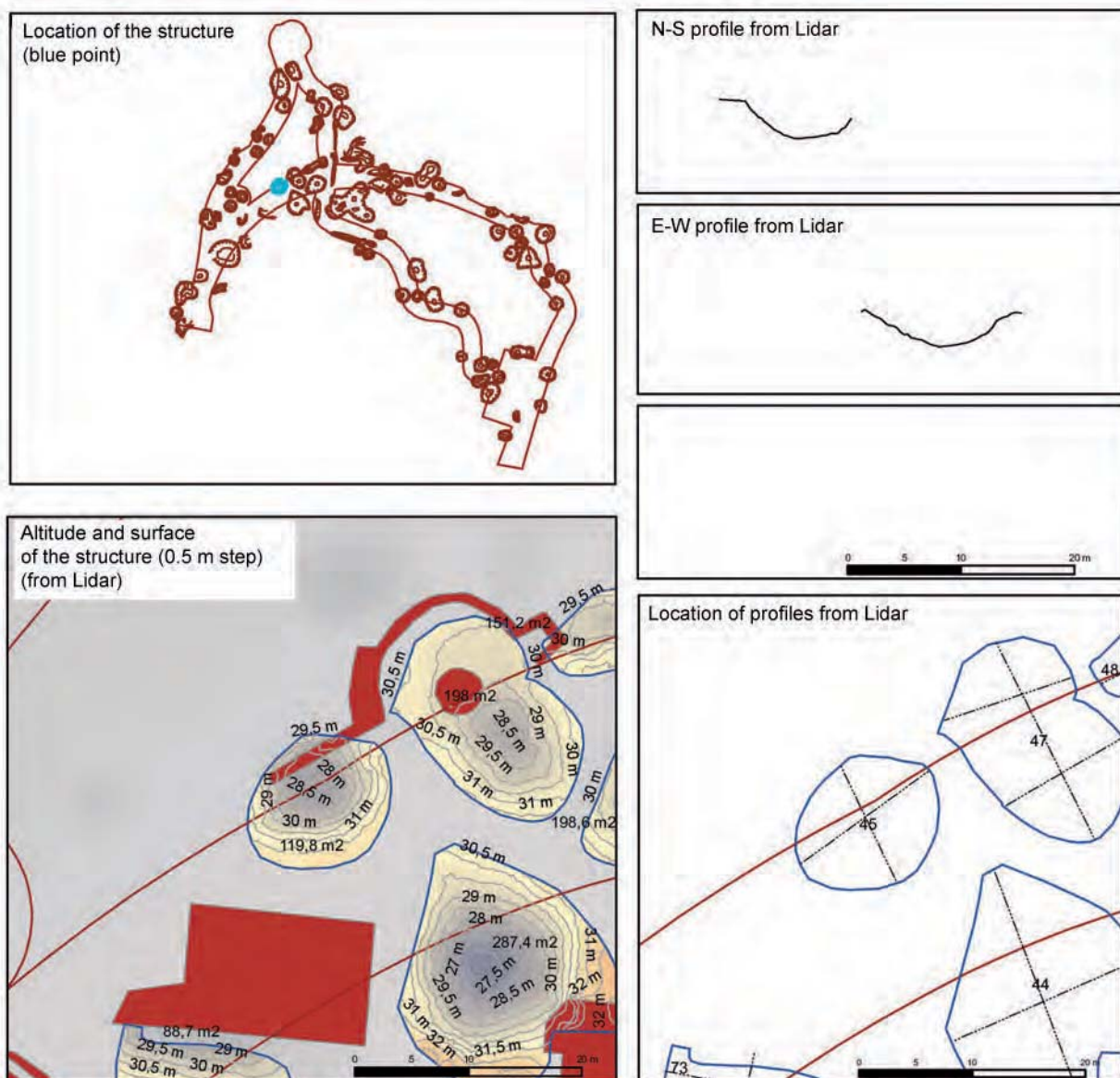


Cratère n° 45

Le fait n°45 est un cratère circulaire et de taille moyenne. Localisé dans la partie centrale du site de la Pointe du Hoc, il résulte certainement de l'explosion d'une bombe de 500lb (226kg) ou bien de 1000lb (454kg). En effet, des bombardements aériens ont été effectués le 13 mai, le 4 et le 6 juin 1944 avec ce type de bombes. L'explosion à l'origine de ce cratère a pulvérisé la petite salle attenante à l'encuvement circulaire n°13 ainsi que le couloir qui la desservait. Malgré plus de 75 ans d'érosion, il mesure toujours un diamètre de près de 12,50 mètres pour une profondeur d'environ 3 mètres.

Localisation: section 0C / parcel 96

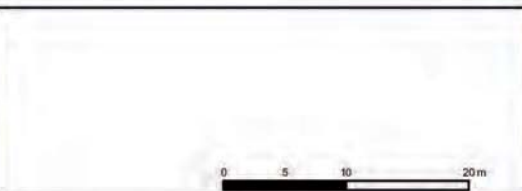
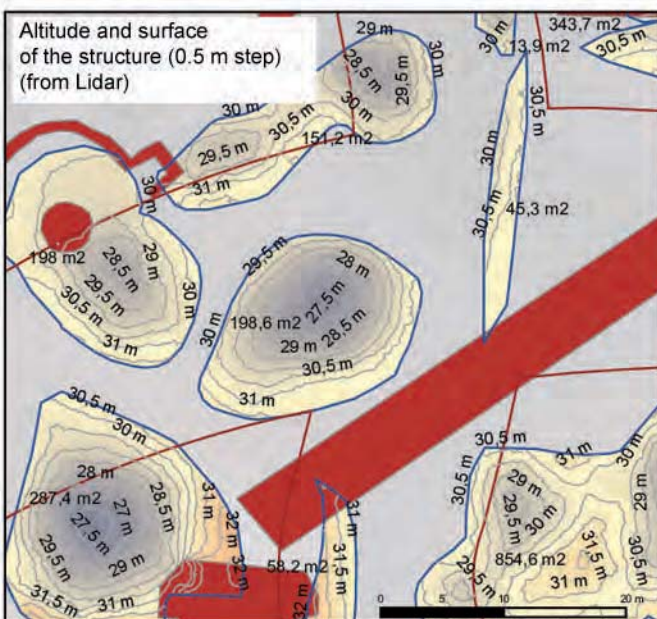
Cratère n° 45. © Inrap 2019



Le fait n°46 est un cratère de forme ovale et de taille importante. Localisé au centre du site de la Pointe du Hoc, il résulte probablement de l'explosion d'une bombe de 2000lb (908kg) ou bien d'un obus de marine de 356 mm tiré par le cuirassé USS Texas. En effet, des bombardements aériens et navals ont été effectués le 13 mai et le 6 juin 1944 avec ces munitions. L'explosion à l'origine de ce cratère n'a pas impacté les ouvrages bétonnés qui se trouvent pourtant à proximité immédiate. Malgré plus de 75 ans d'érosion, il mesure toujours un diamètre de près de 14 mètres pour une profondeur d'environ 3,70 mètres.

Localisation: section 0C / parcels 99, 101

Location of the structure
(blue point)

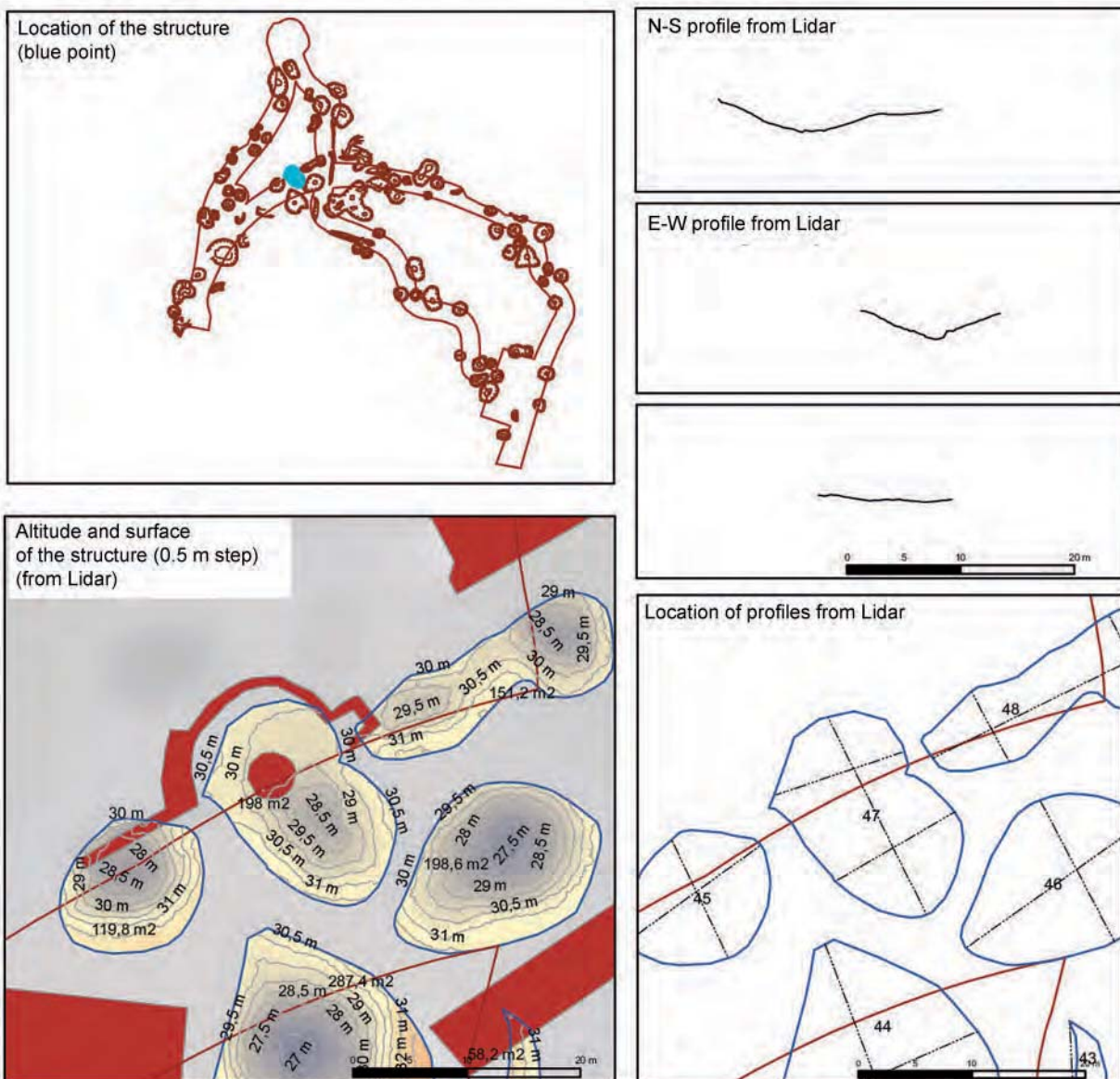


Cratère n° 47

Le fait n°47 correspond à un cratère circulaire de taille moyenne. Localisé dans la partie centrale du site de la Pointe du Hoc, il résulte certainement de l'explosion d'une bombe de 500lb (226kg) ou bien de 1000lb (454 kg). En effet, des bombardements aériens ont été effectués le 13 mai, le 4 et le 6 juin 1944 avec ce type de bombes. L'explosion à l'origine de ce cratère a pulvérisé la petite salle attenante à l'encuvement circulaire n°13 ainsi que le couloir qui la desservait. Malgré plus de 75 ans d'érosion, il mesure toujours un diamètre de près de 12,50 mètres pour une profondeur d'environ 2,30 mètres.

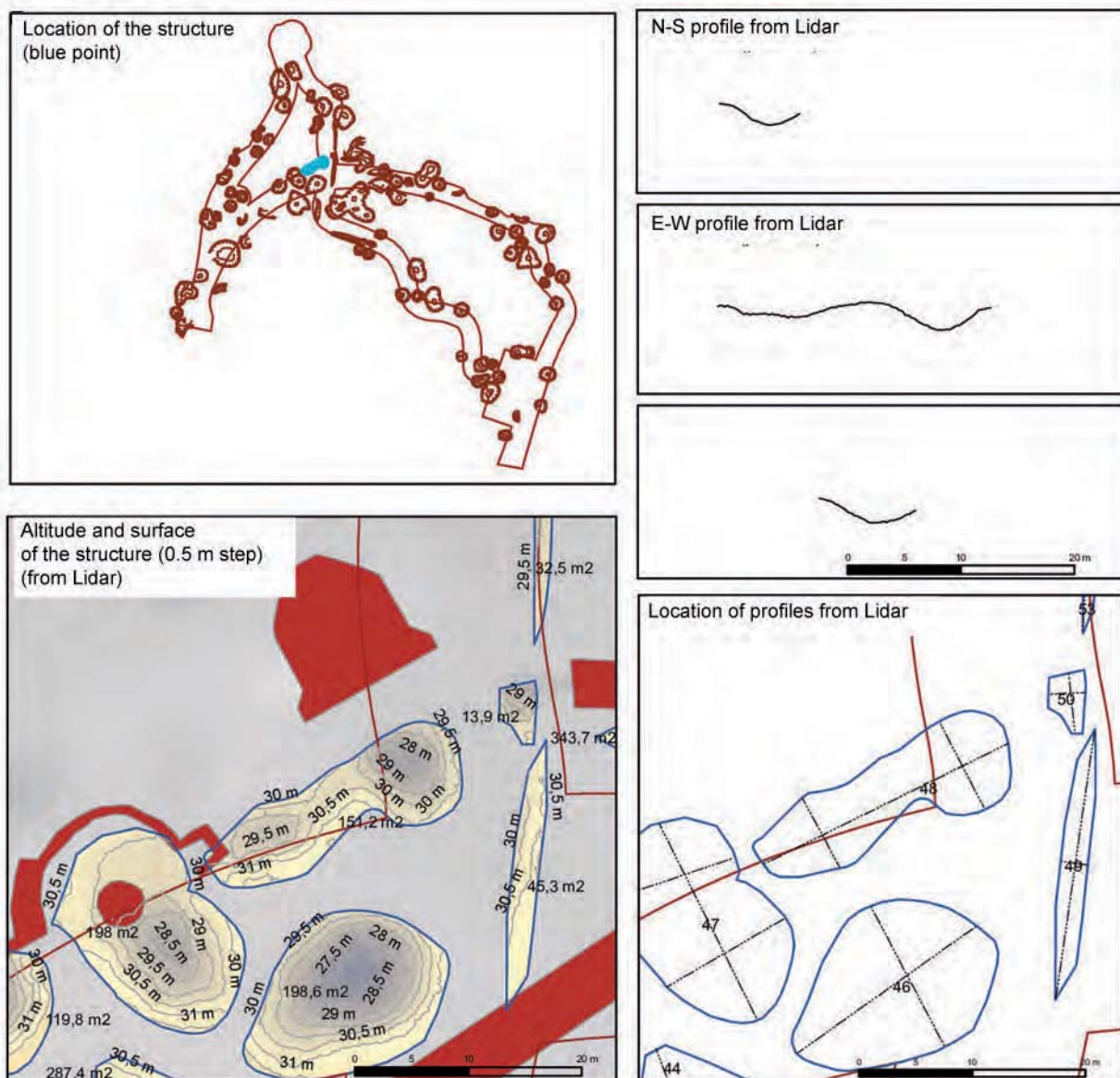
Localisation: section 0C / parcel 99

Cratère n° 47. © Inrap 2019



Le fait n°48 correspond à la fusion de deux cratères de petite taille : l'un de forme circulaire et l'autre de forme oblongue. Localisé dans la partie centrale du site de la Pointe du Hoc, cet ensemble résulte probablement de l'explosion de deux bombes de 500 lb (226 kg). En effet, des bombardements aériens ont été effectués le 13 mai, le 4 et le 6 juin 1944 avec ce type de bombe. Les explosions à l'origine de ces cratères ne semblent avoir impacté aucun ouvrage bétonné. Malgré plus de 75 ans d'érosion, l'ensemble mesure toujours près de 24 mètres de long pour 6 mètres de large et une profondeur d'environ 2,30 mètres.

Cratère n° 48. © Inrap 2019

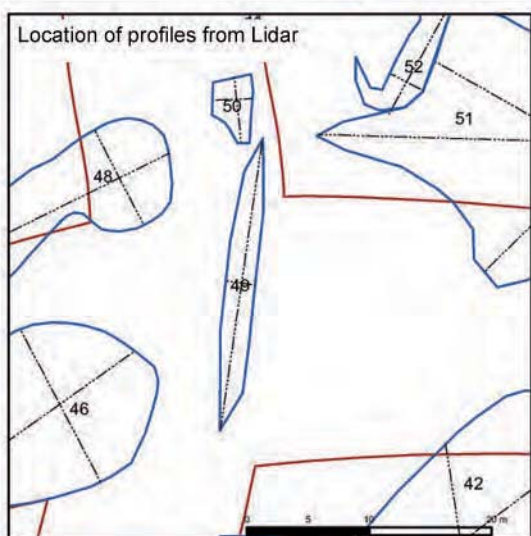
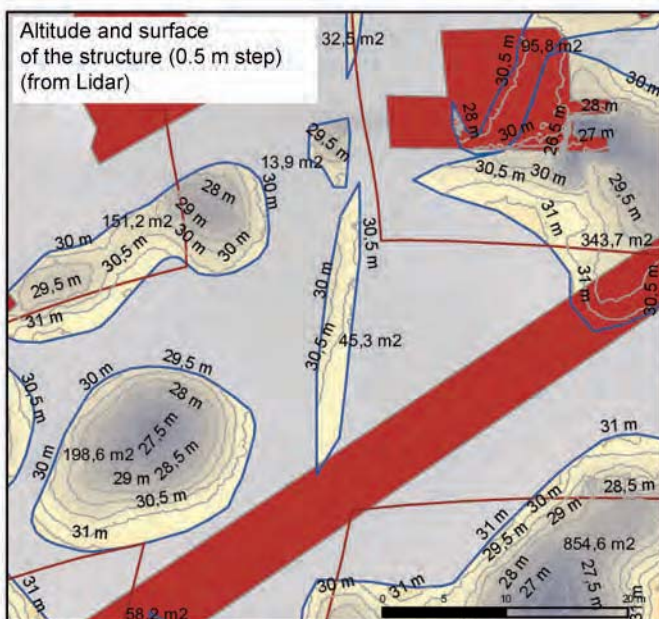
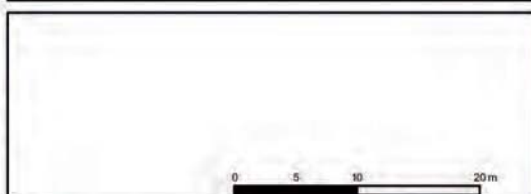
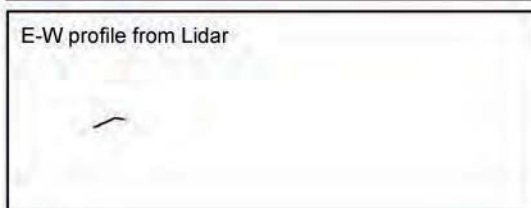
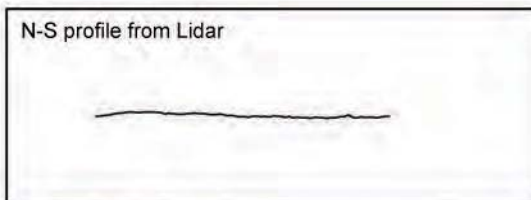
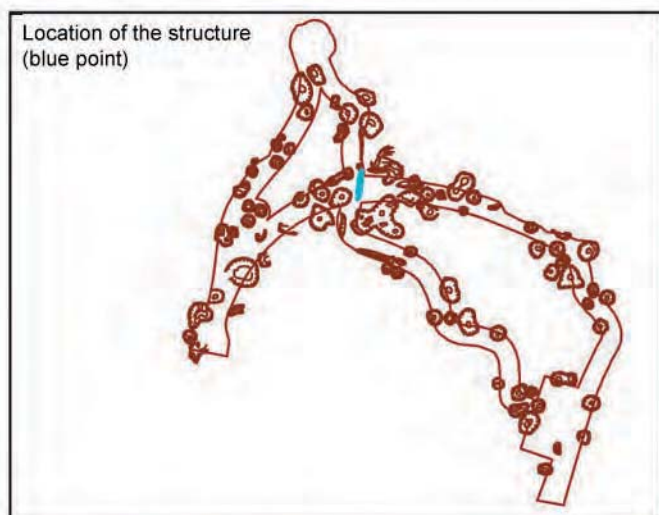


Fait associé n° 49

Le fait n°49 est un ancien vestige parcellaire matérialisé sous la forme d'un fossé rectiligne orienté nord-sud, doublé d'un talus. Cet aménagement, bien antérieur à la création de la batterie allemande, délimitait autrefois une parcelle s'étendant jusqu'au bord de la falaise. Il s'agit là de l'un des derniers vestiges encore visibles de ce fossé-talus. Malgré les bombardements et plus de 75 ans d'érosion, ce fossé mesure toujours près de 23 mètres de longueur pour 2,50 mètres de largeur.

Localisation: section 0C / parcel 101

Fait associé n° 49. © Inrap 2019



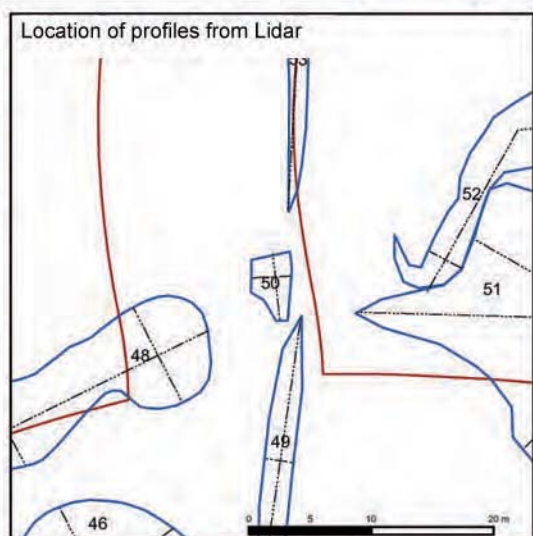
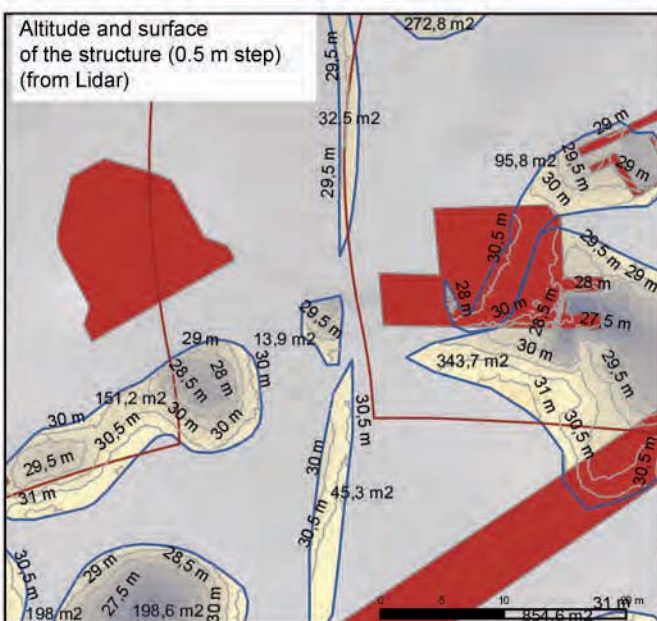
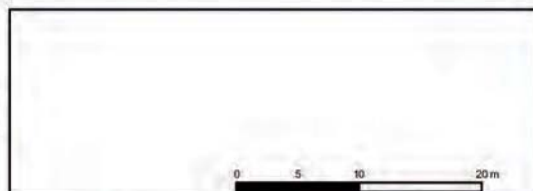
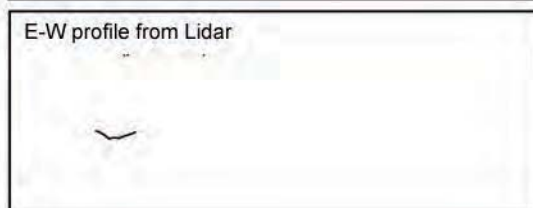
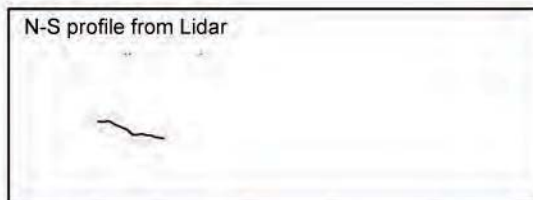
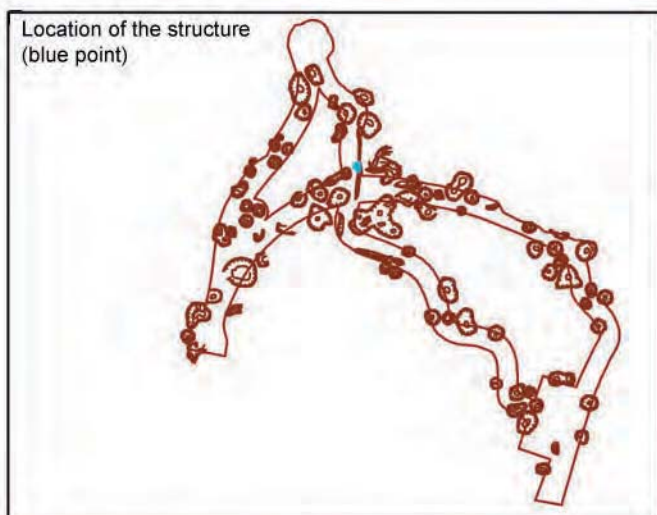
Fait associé n° 50

Le fait n° 50 se positionne à l'extrémité d'une ancienne tranchée qui, en 1944, desservait la soute à munitions portant le numéro n° 10.

Cet aménagement excavé, recouvert par endroits d'une dalle en béton armé, est localisé dans la partie centrale du site de la Pointe du Hoc. Il permettait aux soldats de circuler tout en étant relativement protégés des tirs ennemis. La tranchée a été largement remblayée au moment des bombardements préalables au débarquement des Rangers. Seule une petite section en est toujours observable actuellement ; elle mesure environ 1,20 mètre de profondeur.

Localisation: section 0C / parcel 101

Fait associé n° 50. © Inrap 2019

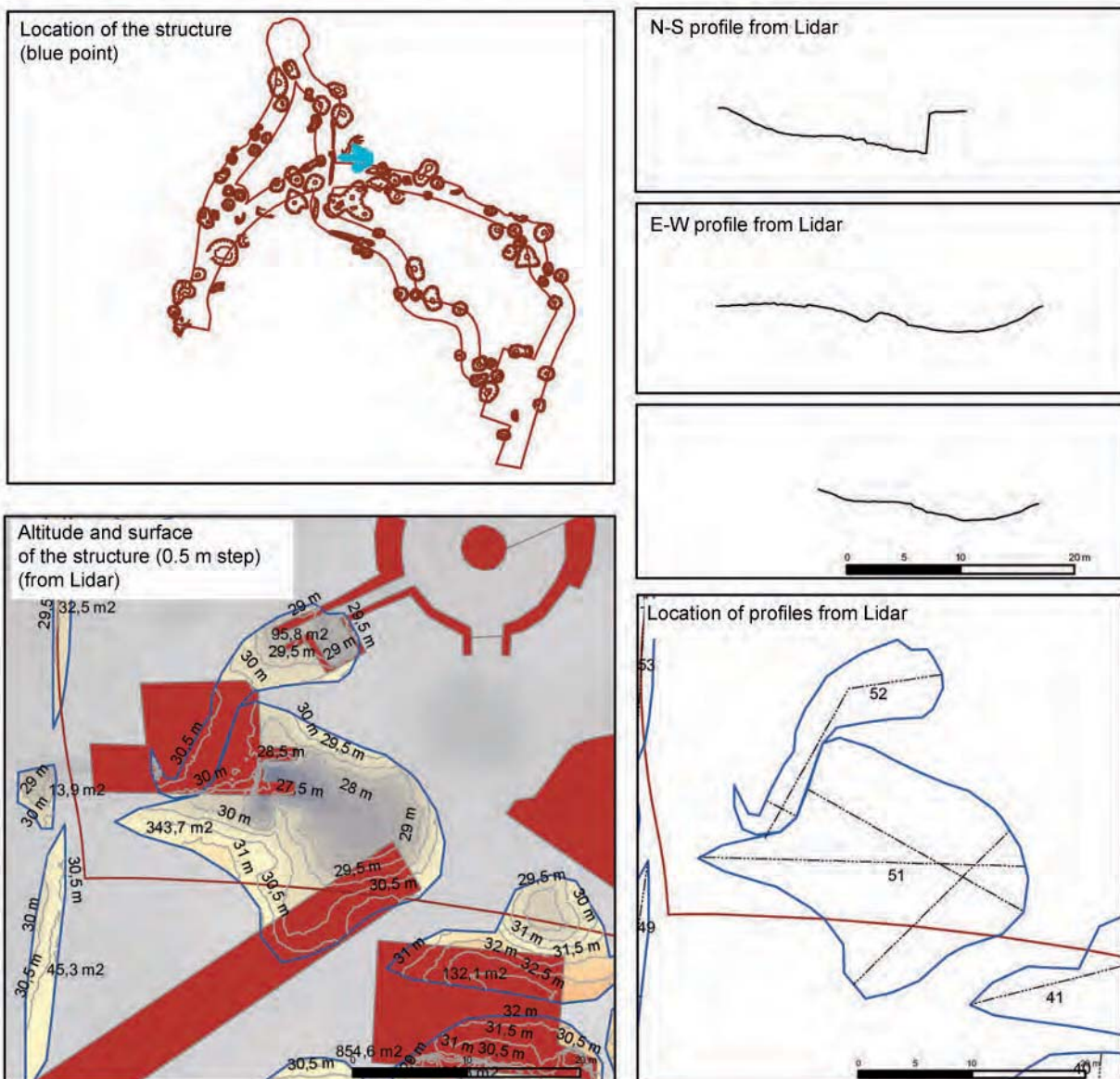


Cratère et fait associé n°51

Le fait n°51 correspond à un ensemble formé d'un cratère ovale de taille importante et d'une ancienne tranchée de circulation. Localisé dans la partie centrale du site de la Pointe du Hoc, cet ensemble très perturbé est probablement lié en partie à l'explosion d'une bombe de 2000 lb (908 kg) ou bien d'un obus de marine de 356 mm tiré par le cuirassé USS Texas. En effet, des bombardements aériens et navals ont été effectués le 13 mai, le 4 et le 6 juin 1944 avec ces munitions. L'explosion à l'origine du cratère a endommagé la soute à munitions n°10. Malgré plus de 75 ans d'érosion, l'ensemble mesure toujours près de 13 mètres de diamètre pour une profondeur d'environ 2,60 mètres.

Localisation: section 0C / parcel 101

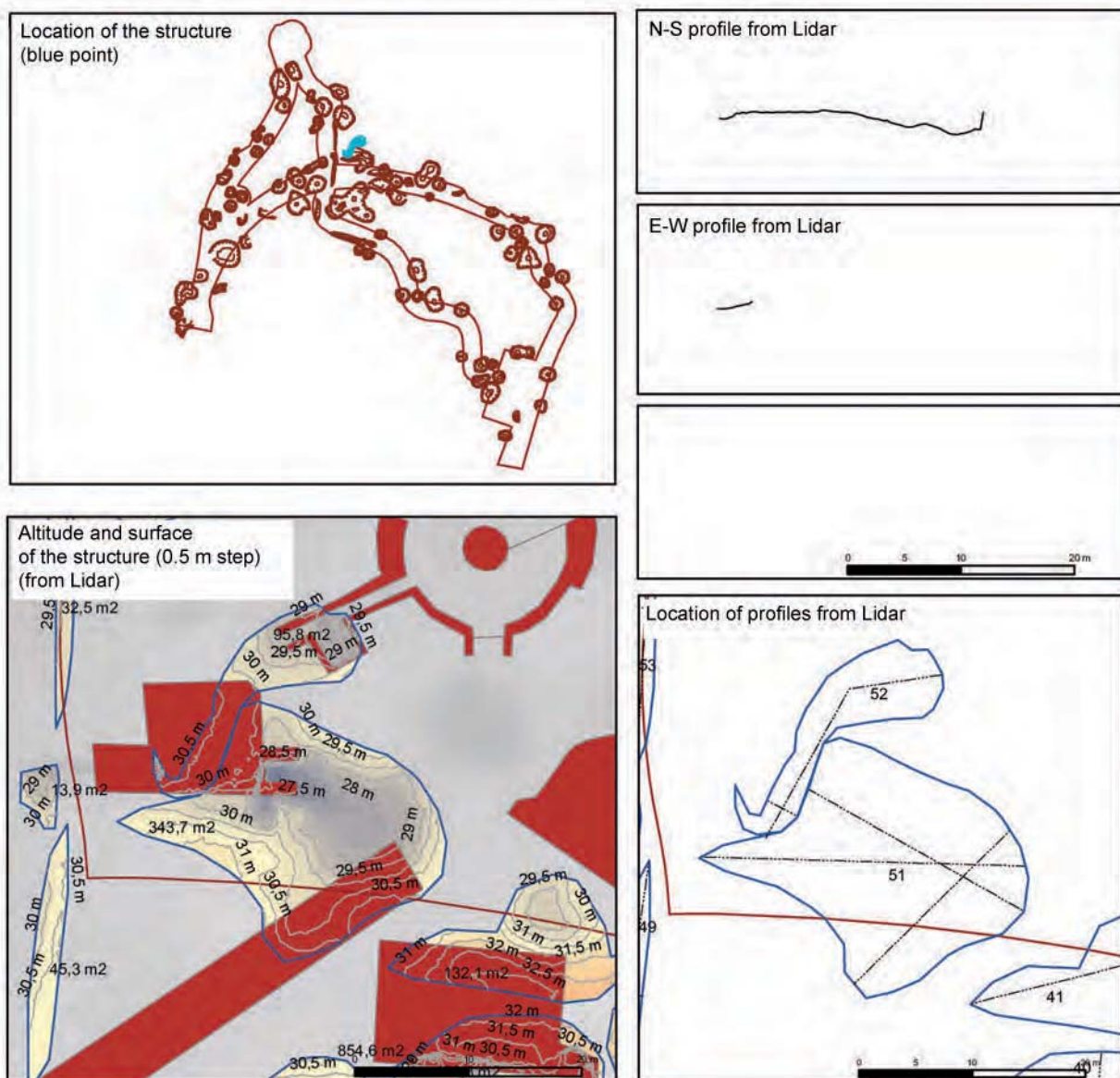
Cratère et fait associé n°51. © Inrap 2019



Le fait n°52 correspond à un ensemble composé d'un cratère circulaire de petite taille et d'un talus de terre résultant de diverses explosions. Localisé dans la partie centrale du site de la Pointe du Hoc, cet ensemble résulte probablement de l'explosion d'une bombe de 500lb (226kg). En effet, des bombardements aériens ont été effectués le 13 mai, le 4 et le 6 juin 1944 avec ce type de bombe. L'explosion à l'origine de ce cratère a endommagé la petite salle attenante à l'encuvement circulaire situé juste à côté. Malgré plus de 75 ans d'érosion, l'ensemble mesure toujours près de 21 mètres de longueur pour une profondeur d'environ 1,60 mètre.

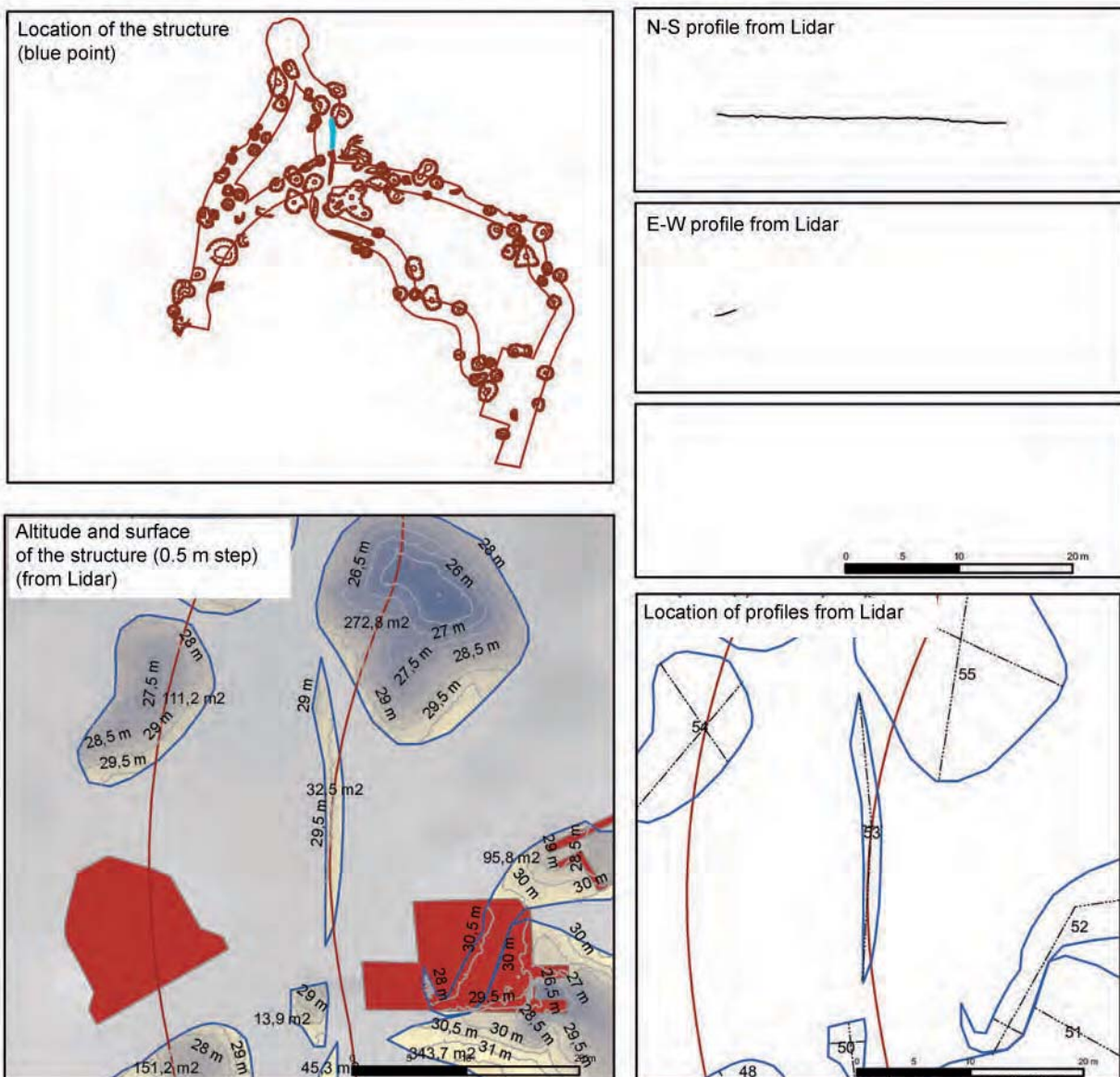
Localisation: section 0C / parcel 101

Cratère et fait associé n°52. © Inrap 2019



Le fait n° 53 est un ancien vestige parcellaire matérialisé sous la forme d'un fossé rectiligne orienté nord-sud, doublé d'un talus. Cet aménagement, bien antérieur à la création de la batterie allemande, délimitait autrefois une parcelle s'étendant jusqu'au bord de la falaise. Il s'agit là de l'un des derniers vestiges visibles de ce fossé-talus. Malgré les bombardements et plus de 75 ans d'érosion, il mesure toujours près de 25 mètres de longueur pour 2 mètres de largeur, la profondeur du fossé n'excédant pas 0,40 mètre.

Fait associé n°53. © Inrap 2019

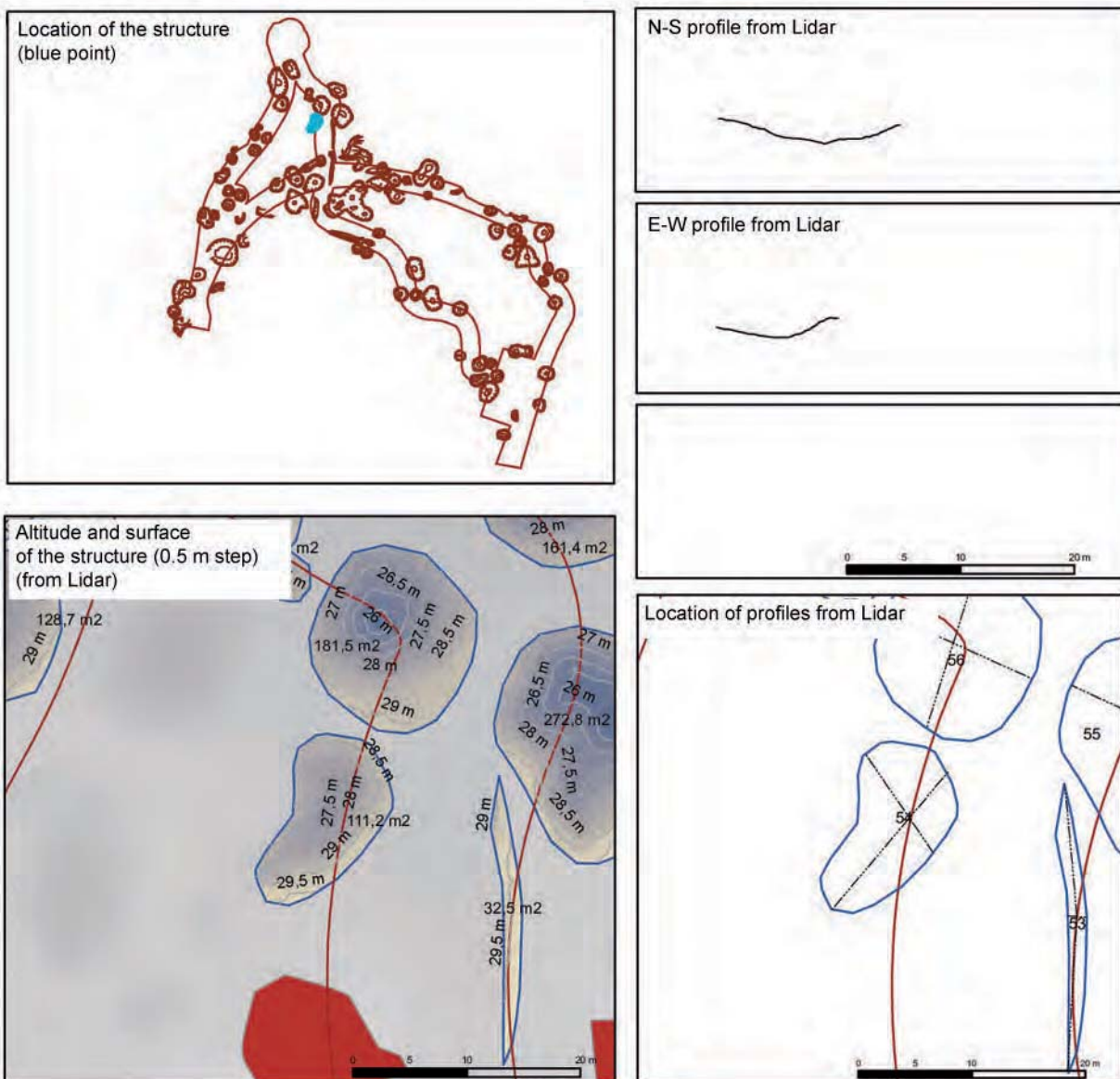


Cratère n° 54

Le fait n° 54 est un cratère de forme oblongue et de taille moyenne. Localisé dans la partie nord du site de la Pointe du Hoc, il résulte probablement de l'explosion d'une bombe de 500lb (226kg) ou bien de 1000lb (454kg). En effet, des bombardements aériens ont été effectués le 13 mai, le 4 et le 6 juin 1944 avec ce type de bombes. L'explosion à l'origine de ce cratère n'a pas endommagé d'ouvrage bétonné. Malgré plus de 75 ans d'érosion, il mesure toujours près de 16 mètres de longueur pour une profondeur d'environ 1,60 mètre.

Localisation: section 0C / parcel 99

Cratère n° 54. © Inrap 2019

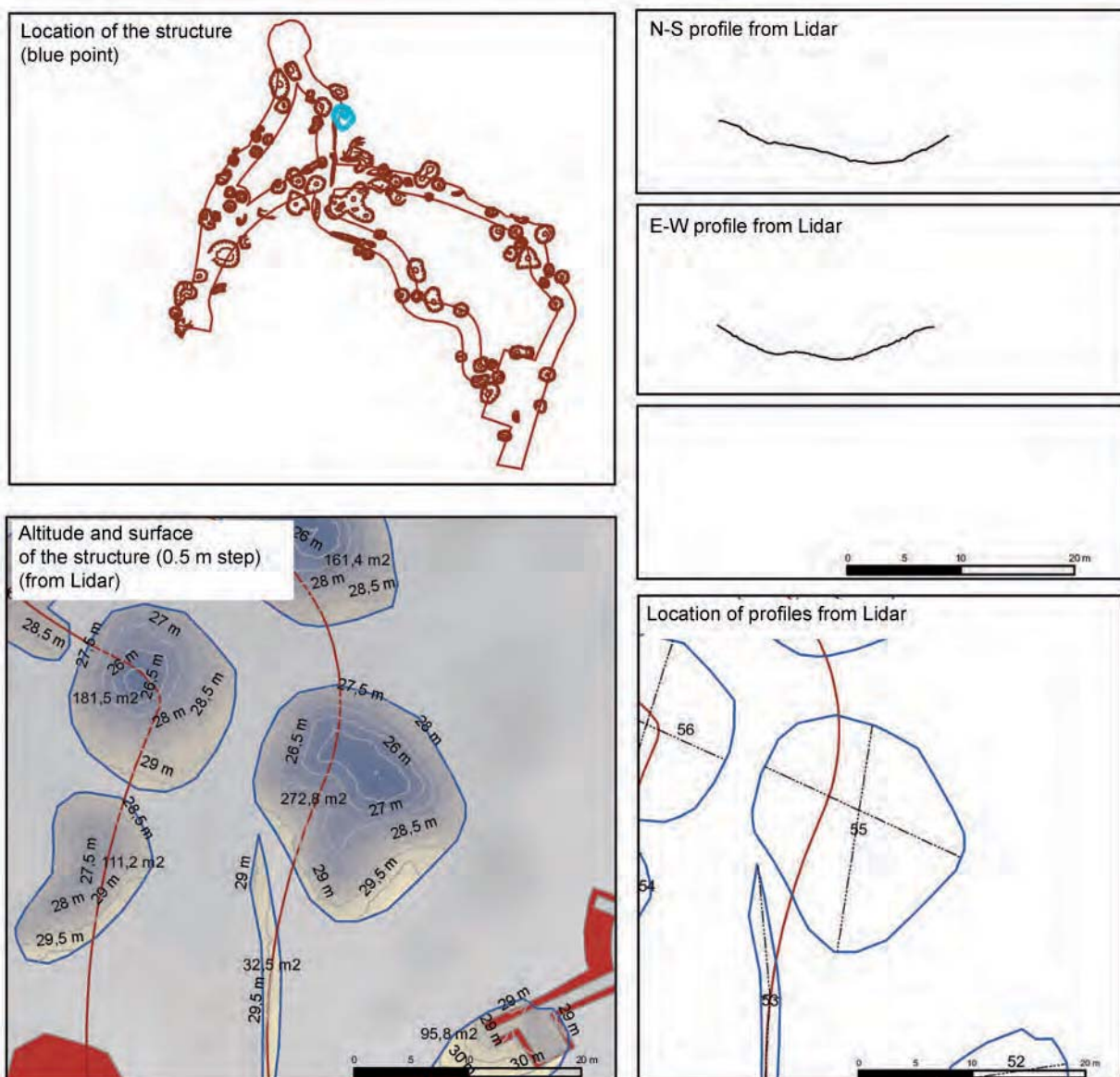


Cratère n° 55

Le fait n° 55 est un cratère de forme grossièrement circulaire et de taille importante. Localisé au nord du site de la Pointe du Hoc, en bordure de la falaise, il résulte probablement de l'explosion d'une bombe de 2000 lb (908 kg) ou bien d'un obus de marine de 356 mm tiré par le cuirassé USS Texas. En effet, des bombardements aériens et navals ont été effectués le 13 mai et le 6 juin 1944 avec ces munitions. L'explosion à l'origine de ce cratère n'a pas impacté d'ouvrage bétonné. Malgré plus de 75 ans d'érosion, il mesure toujours un diamètre de près de 19 mètres pour une profondeur d'environ 3,50 mètres.

Localisation: section 0C / parcel 101

Cratère n° 55. © Inrap 2019

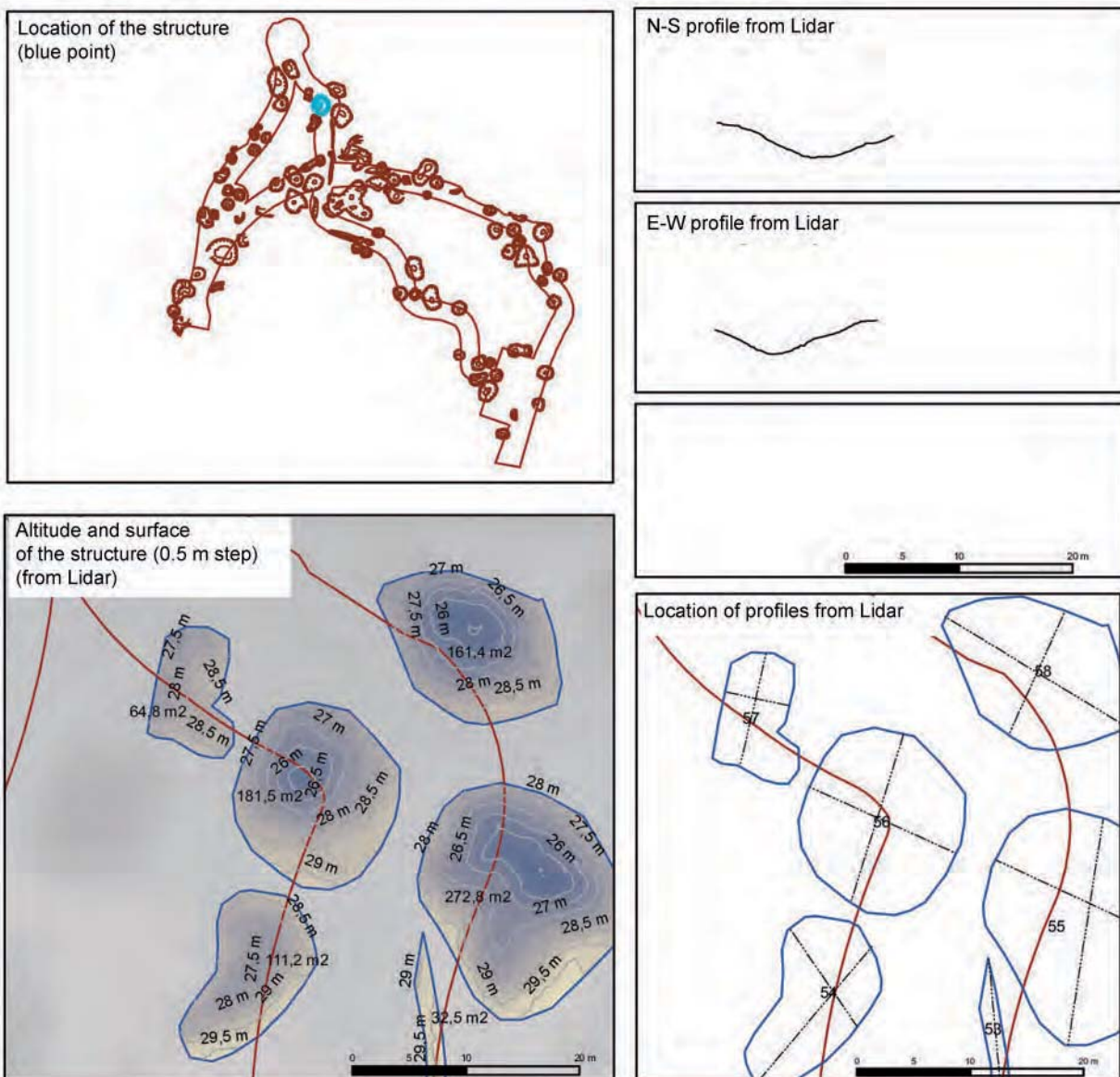


Cratère n° 56

Le fait n° 56 est un cratère de forme circulaire et de taille importante. Localisé au nord du site de la Pointe du Hoc, en bordure de la falaise, il résulte probablement de l'explosion d'une bombe de 2000lb (908 kg) ou bien d'un obus de marine de 356 mm tiré par le cuirassé USS Texas. En effet, des bombardements aériens et navals ont été effectués le 13 mai et le 6 juin 1944 avec ces munitions. L'explosion à l'origine de ce cratère n'a pas impacté d'ouvrage bétonné. Malgré plus de 75 ans d'érosion, il mesure toujours un diamètre de près de 16 mètres pour une profondeur d'environ 2,70 mètres.

Localisation: section 0C / parcelles 99, 101

Cratère n° 56. © Inrap 2019

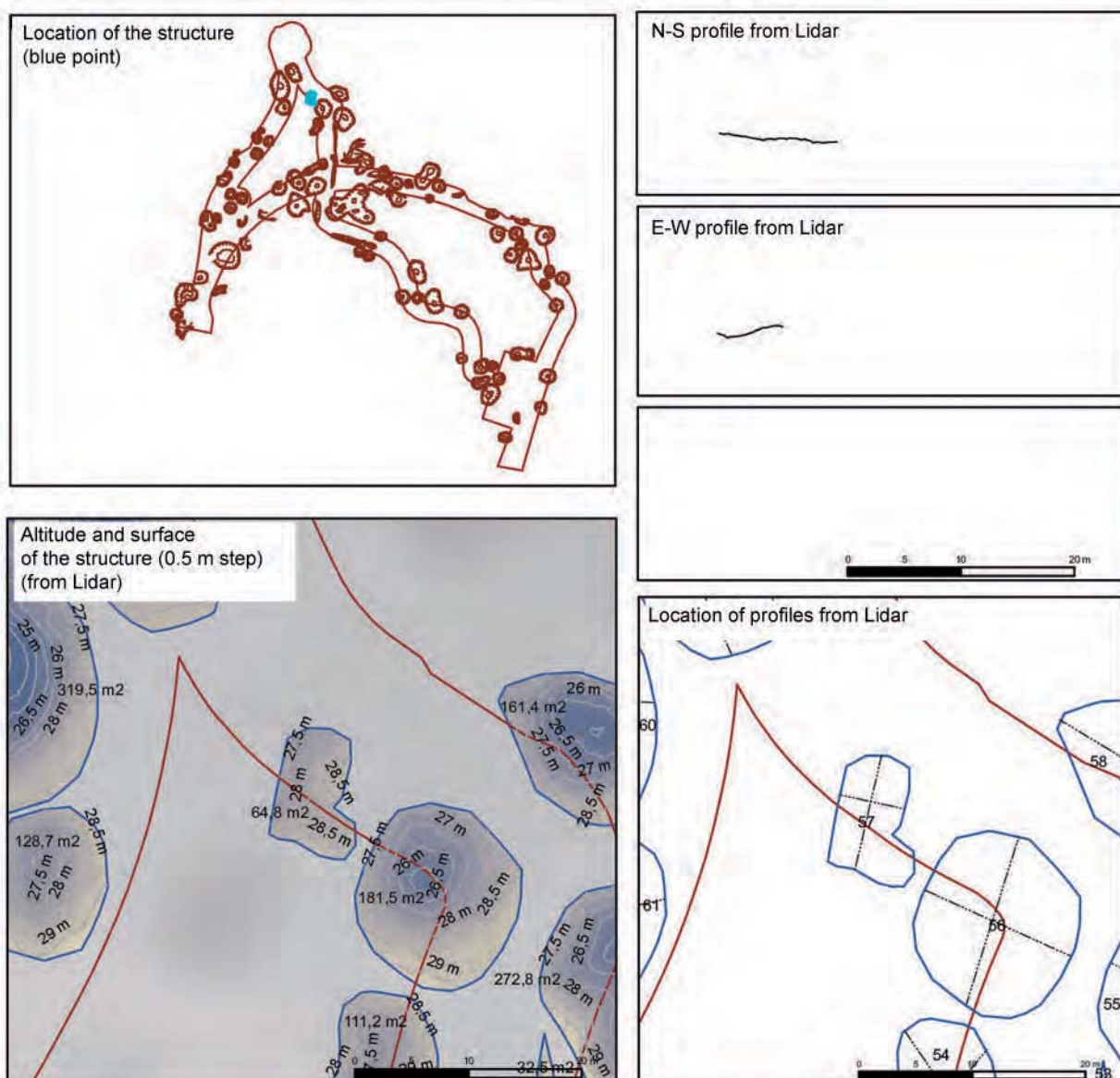


Cratère n° 57

Le fait n° 57 est un cratère de forme oblongue et de taille moyenne. Localisé dans la partie nord du site de la Pointe du Hoc, non loin du bord de la falaise, il résulte probablement de l'explosion d'une bombe de 500 lb (226 kg) ou bien de 1000 lb (454 kg). En effet, des bombardements aériens ont été effectués le 13 mai, le 4 et le 6 juin 1944 avec ce type de bombes. L'explosion à l'origine de ce cratère n'a pas endommagé d'ouvrage bétonné. Malgré plus de 75 ans d'érosion, il mesure toujours près de 10 mètres de longueur pour une largeur de 5,50 mètres et une profondeur d'environ 0,80 mètre.

Localisation: section 0C / parcel 99

Cratère n° 57. © Inrap 2019

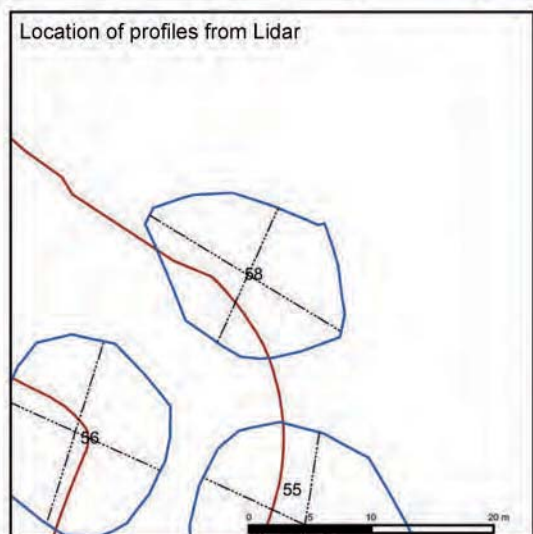
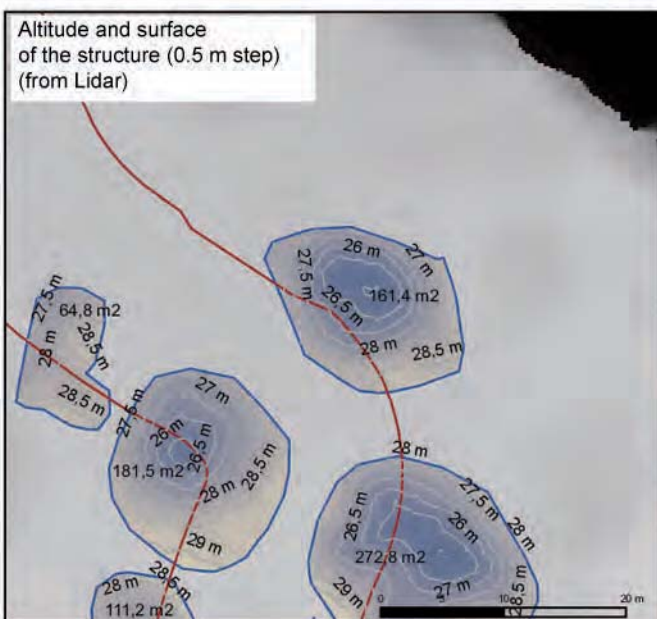
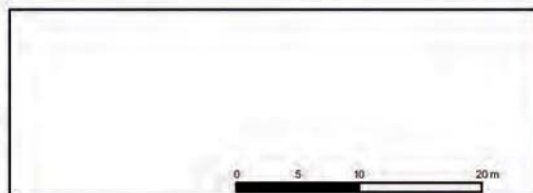
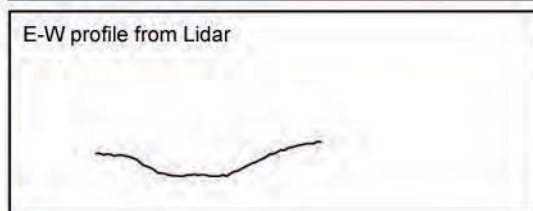
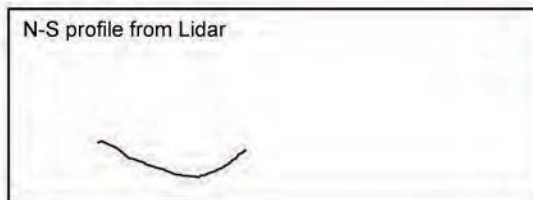
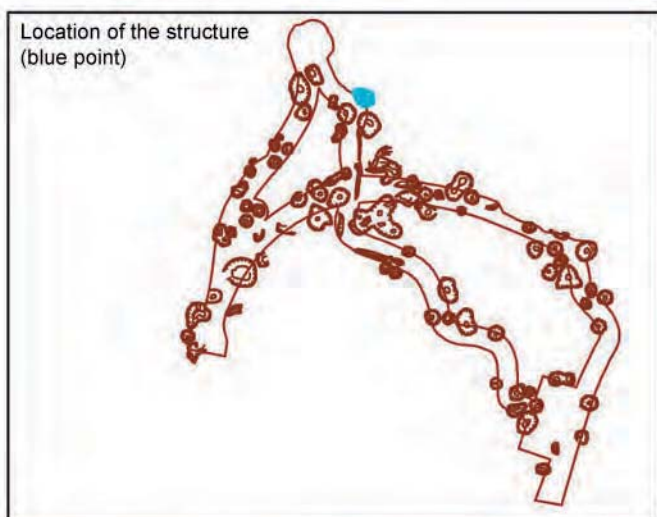


Cratère n° 58

Le fait n° 58 est un cratère de forme ovale et de taille importante. Localisé tout au nord du site de la Pointe du Hoc, en bordure de falaise, il résulte probablement de l'explosion d'une bombe de 2000 lb (908 kg) ou bien d'un obus de marine de 356 mm tiré par le cuirassé USS Texas. En effet, des bombardements aériens et navals ont été effectués le 13 mai et le 6 juin 1944 avec ces munitions. L'explosion à l'origine de ce cratère n'a pas impacté d'ouvrage bétonné. Malgré plus de 75 ans d'érosion, il mesure toujours près de 18 mètres de longueur pour une largeur de 12 mètres et une profondeur d'environ 2,80 mètres.

Localisation: section 0C / parcel 101

Cratère n° 58. © Inrap 2019

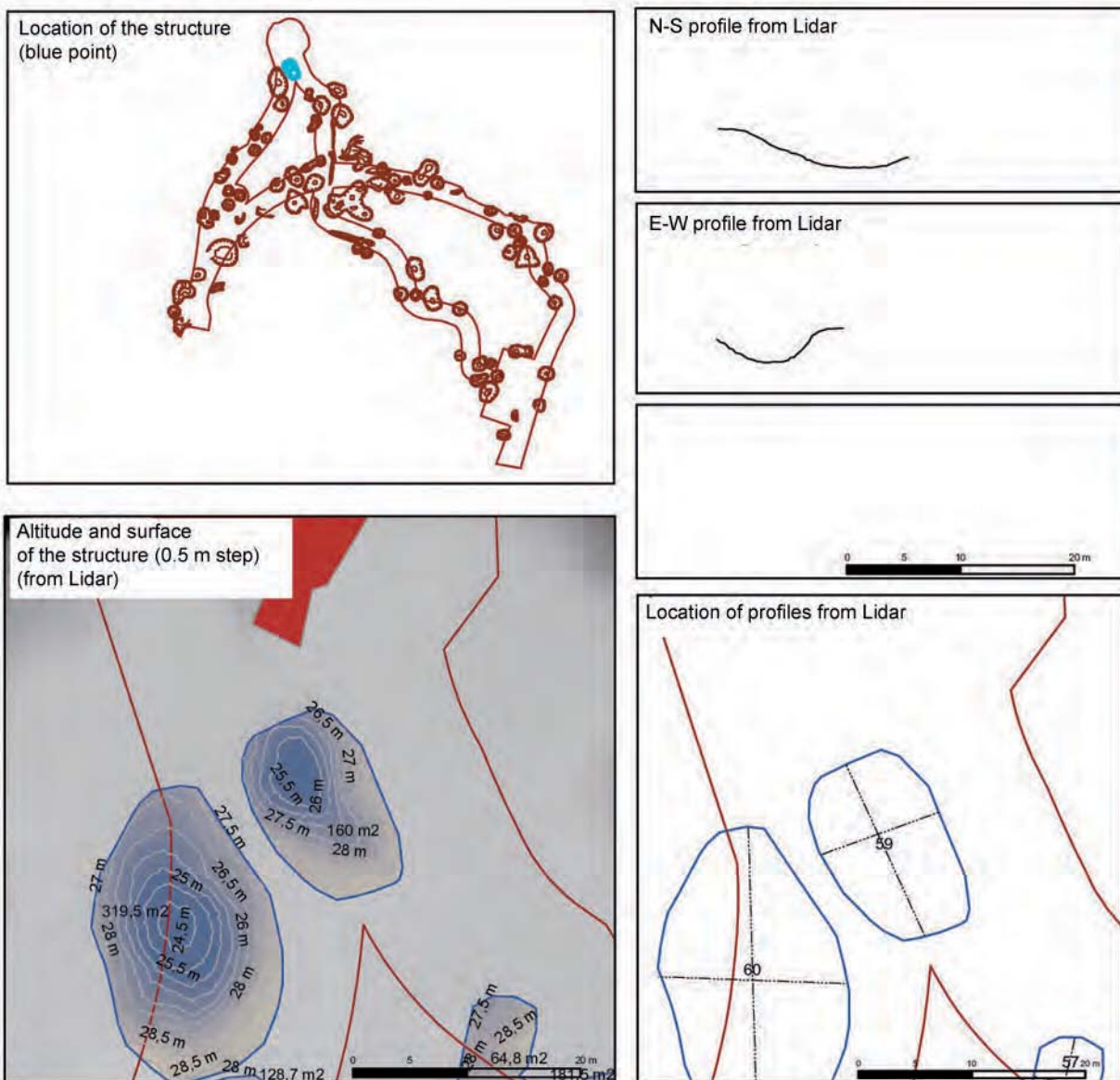


Cratère n° 59

Le fait n° 59 est un cratère de forme oblongue qui figure parmi les plus importants répertoriés sur le site de la Pointe du Hoc. Il s'agit en effet de l'un des plus profonds et des plus larges parmi les 82 impacts recensés sur le tracé du cheminement. Il se situe tout au nord du site, à proximité du bord de la falaise et du poste de direction de tir. Cet imposant cratère résulte très probablement de l'un des bombardements du mois de mai 1944. Il n'apparaît en effet sur les photographies aériennes qu'à partir du tout début du mois de juin 1944. Lors de ces raids menés par la 9^e US Air Force, ont été larguées des bombes de 2000 lb (908 kg). Il s'agit des munitions les plus puissantes employées contre les défenses allemandes de la Pointe du Hoc. Le fait 59 résulte donc certainement de l'explosion de l'une de ces bombes larguées par un B-26 Marauder lors d'un raid du mois de mai 1944. L'explosion n'a impacté aucun ouvrage bétonné. Malgré plus de 75 ans d'érosion, ce cratère mesure toujours près de 16 mètres de longueur pour une largeur de 10,50 mètres et une profondeur de 3 mètres.

Localisation: section 0C / parcelles 96, 98, 99

Cratère n° 59. © Inrap 2019

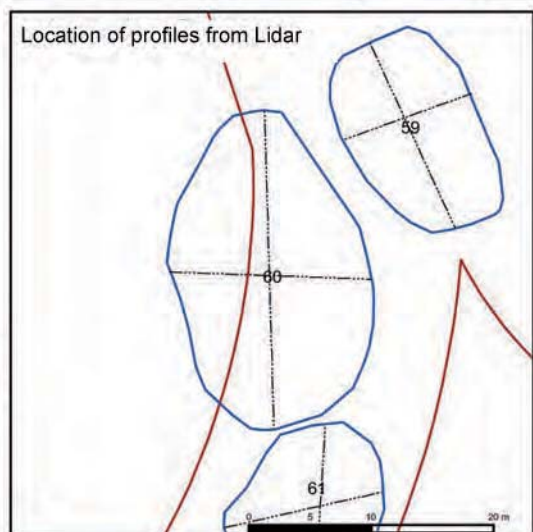
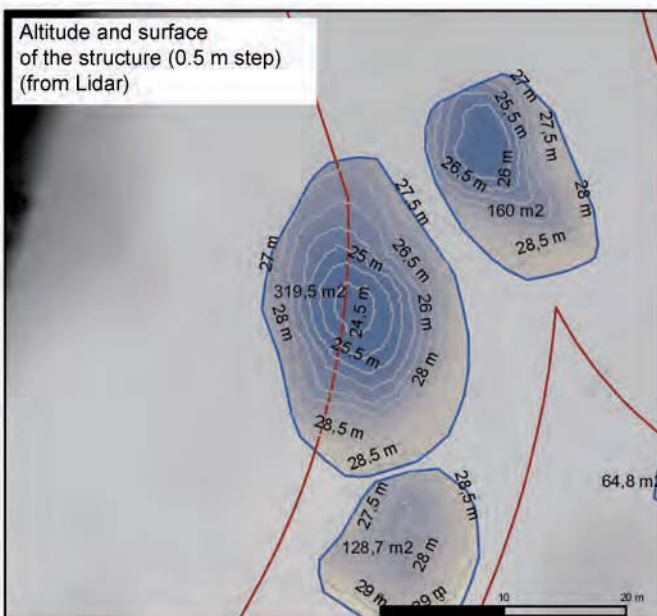
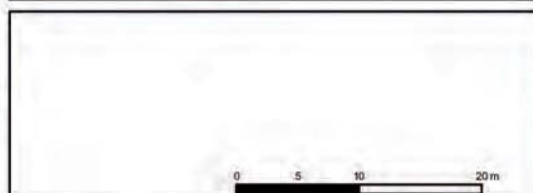
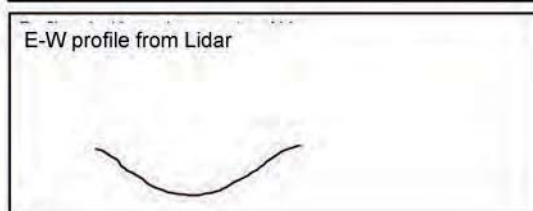
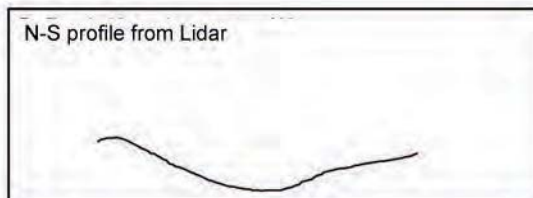
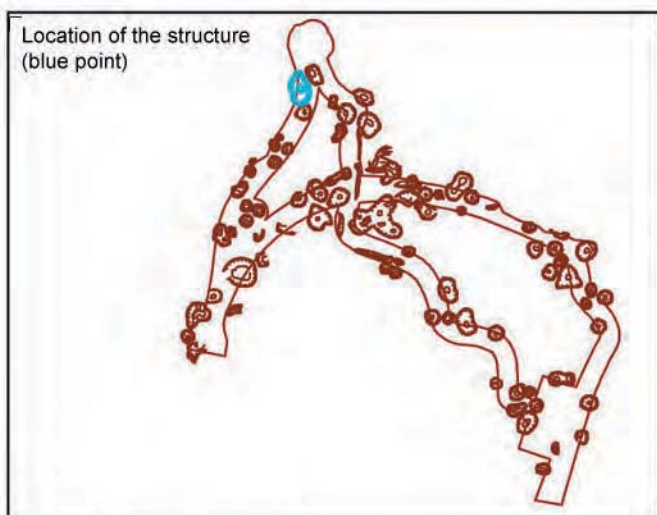


Cratère n° 60

Le fait n° 60 résulte vraisemblablement de l'explosion simultanée de deux bombes, créant ainsi un cratère de forme oblongue qui figure parmi les plus importants répertoriés sur le site de la Pointe du Hoc. Il s'agit en effet de l'un des plus profonds et des plus larges parmi les 82 impacts recensés sur le tracé du cheminement. Il se situe tout au nord du site, à proximité du bord de la falaise et du poste de direction de tir. Cet imposant cratère résulte très probablement de l'un des bombardements du mois de mai 1944. Il n'apparaît en effet sur les photographies aériennes qu'à partir du tout début du mois de juin 1944. Lors de ces raids menés par la 9^e US Air Force, ont été larguées des bombes de 2000 lb (908 kg). Il s'agit des munitions les plus puissantes employées contre les défenses allemandes de la Pointe du Hoc. Le fait 60 résulte donc certainement de l'explosion de l'une de ces bombes larguées par un B-26 Marauder lors d'un raid du mois de mai 1944. L'explosion n'a impacté aucun ouvrage bétonné. Malgré plus de 75 ans d'érosion, ce cratère mesure toujours près de 25 mètres de longueur pour une largeur de 15 mètres et une profondeur de 4 mètres.

Localisation: section 0C / parcel 96

Cratère n° 60. © Inrap 2019

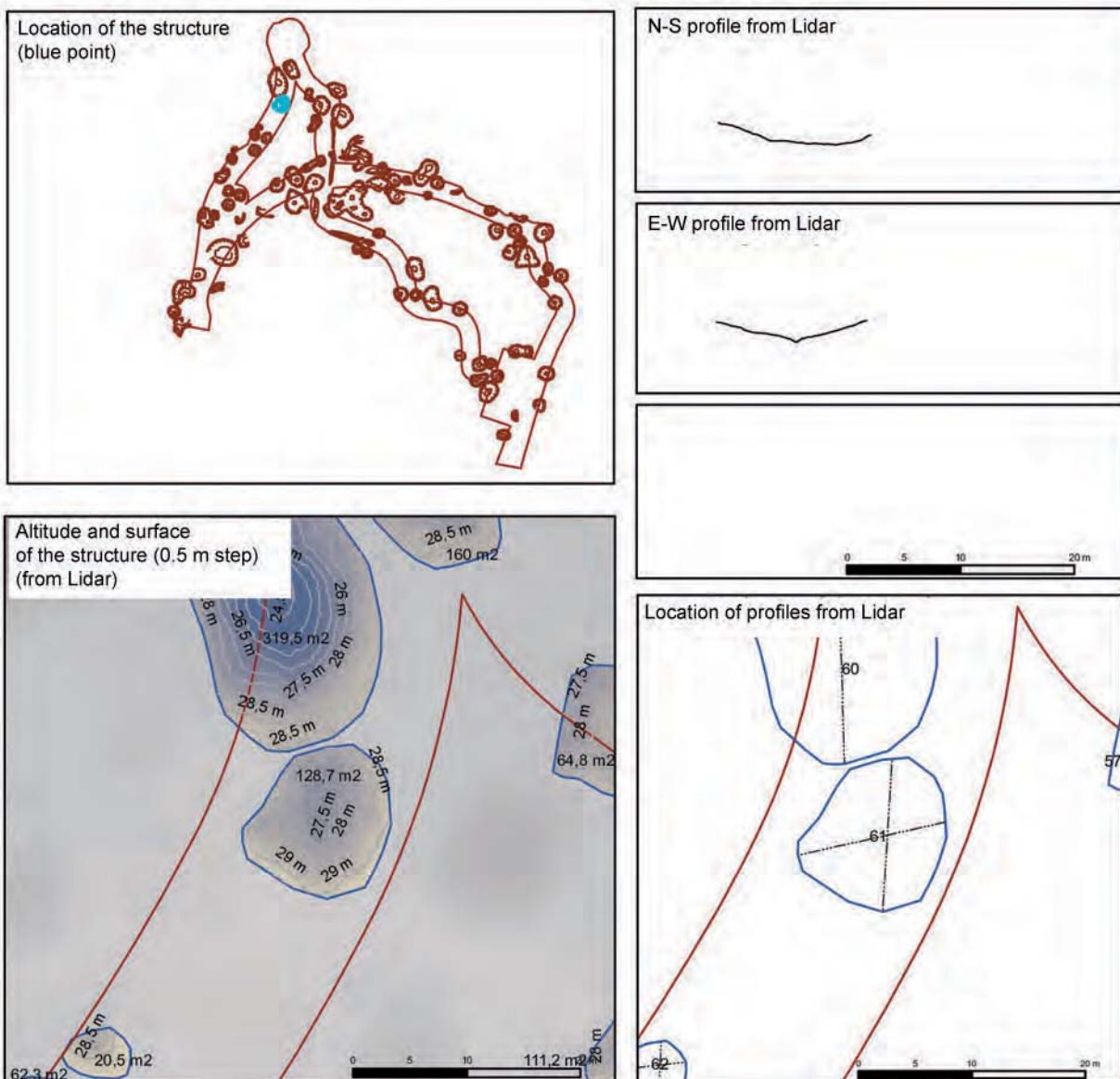


Cratère n° 61

Le fait n°61 est un cratère grossièrement circulaire et de taille moyenne. Localisé au nord du site de la Pointe du Hoc, il résulte probablement de l'explosion d'une bombe de 500lb (226kg) ou bien de 1000lb (454kg). En effet, des bombardements aériens ont été effectués le 13 mai, le 4 et le 6 juin 1944 avec ce type de bombes. L'explosion à l'origine de ce cratère n'a pas impacté d'ouvrage bétonné. Malgré plus de 75 ans d'érosion, il mesure toujours un diamètre de près de 13 mètres pour une profondeur d'environ 1,70 mètre.

Localisation: section 0C / parcel 96

Cratère n° 61. © Inrap 2019

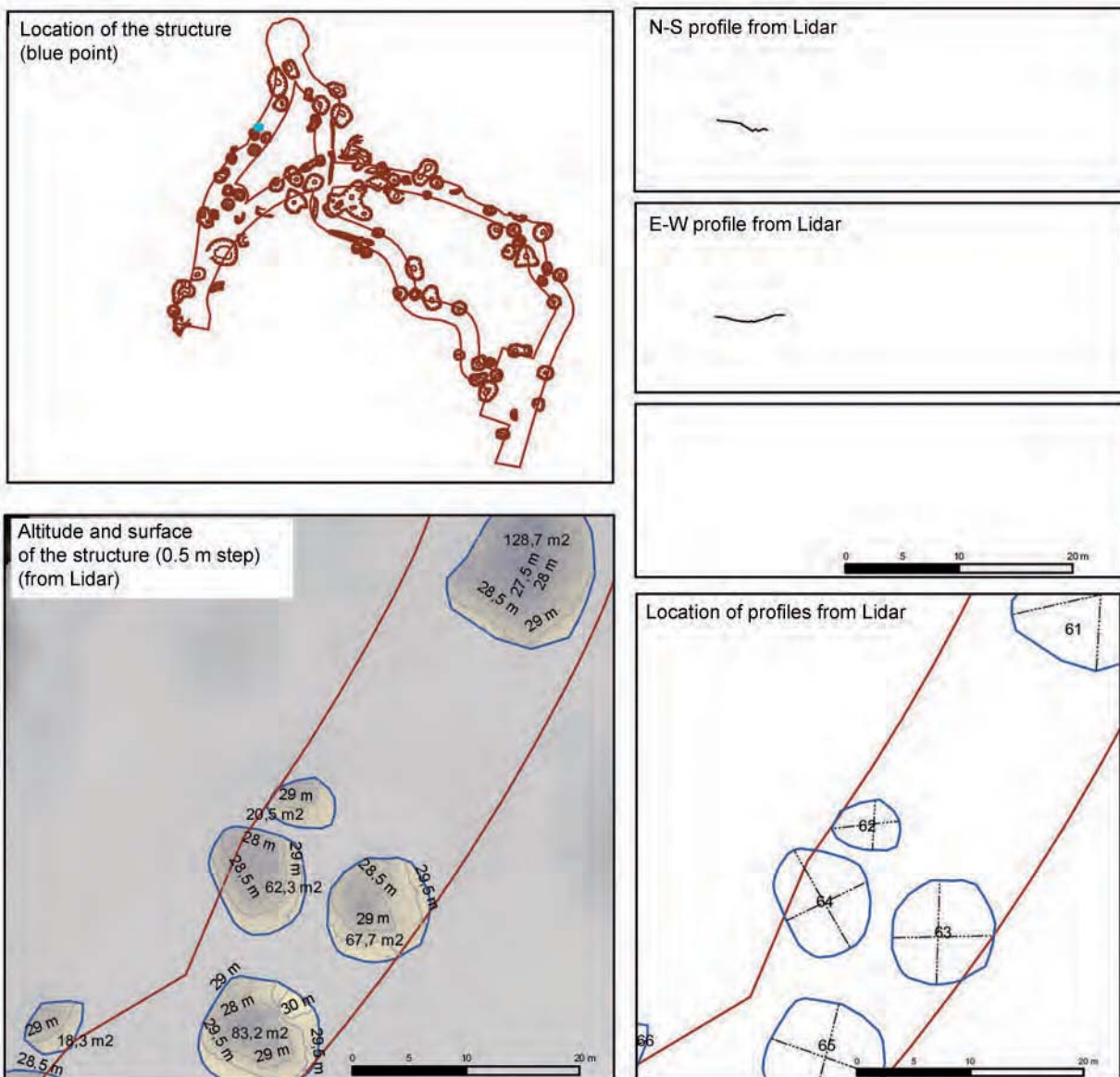


Cratère n° 62

Le fait n° 62 est un cratère de forme oblongue de petite taille. Localisé au nord de la Pointe du Hoc, il résulte probablement de l'explosion d'une bombe de 500lb (226kg) ou bien d'un obus de marine de calibre inférieur à 250 mm. En effet, des bombardements navals et aériens ont été effectués le 13 mai, le 4 et le 6 juin 1944 avec ces munitions. L'explosion n'a pas causé de dommage aux ouvrages bétonnés environnants. Malgré plus de 75 ans d'érosion, ce cratère mesure toujours près de 6 mètres de longueur pour une profondeur d'environ 0,70 mètre.

Localisation: section 0C / parcel 96

Cratère n° 62. © Inrap 2019

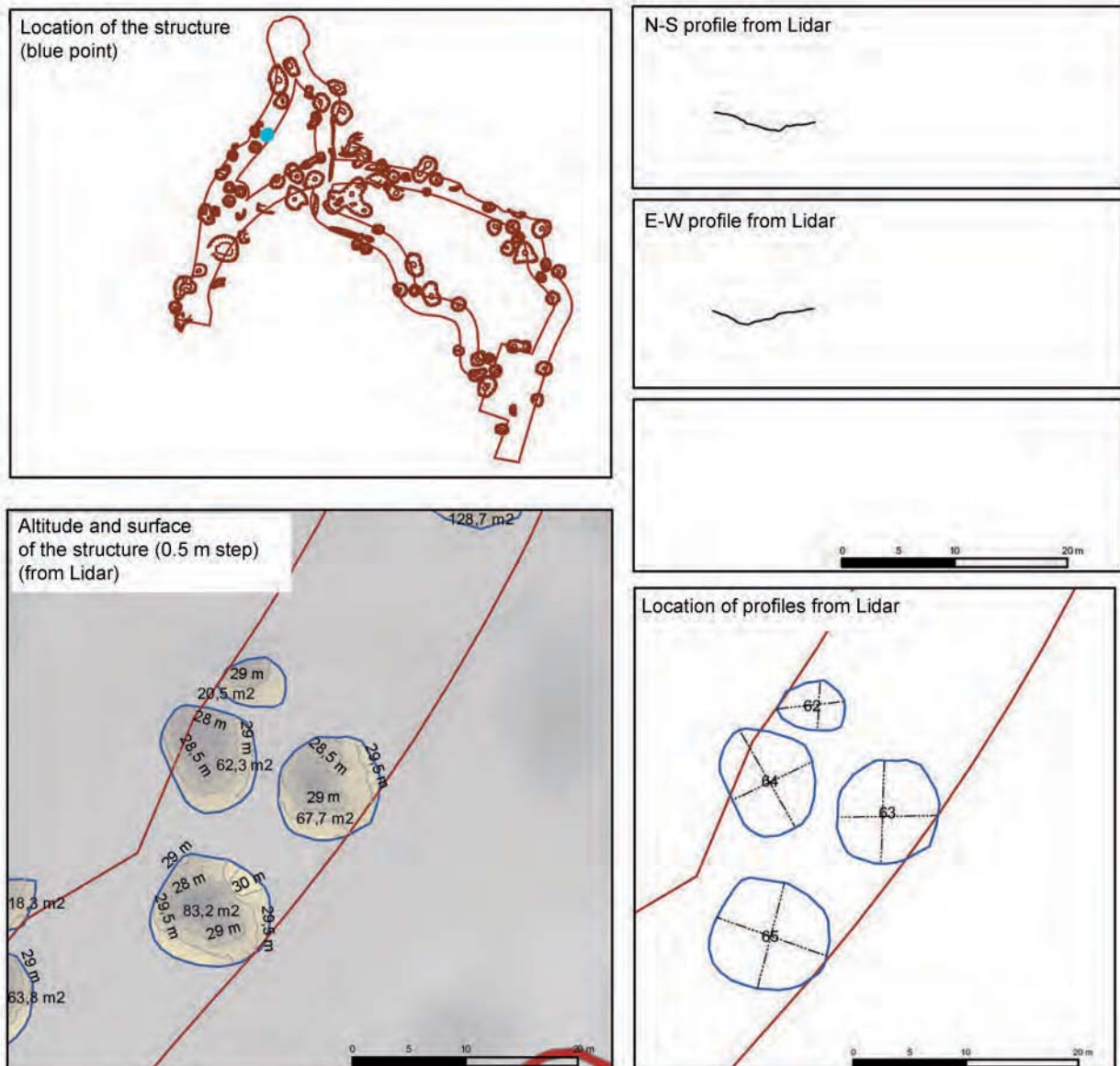


Cratère n° 63

Le fait n° 63 est un cratère de forme circulaire et de taille moyenne. Localisé dans la partie nord du site de la Pointe du Hoc, en bordure de falaise, il résulte probablement de l'explosion d'une bombe de 500 lb (226 kg) ou bien de 1000 lb (454 kg). En effet, des bombardements aériens ont été effectués le 13 mai, le 4 et le 6 juin 1944 avec ce type de bombes. L'explosion à l'origine de ce cratère n'a pas impacté d'ouvrage bétonné. Malgré plus de 75 ans d'érosion, il mesure toujours un diamètre de près de 9 mètres pour une profondeur d'environ 1,10 mètre.

Localisation: section 0C / parcel 96

Cratère n° 63. © Inrap 2019

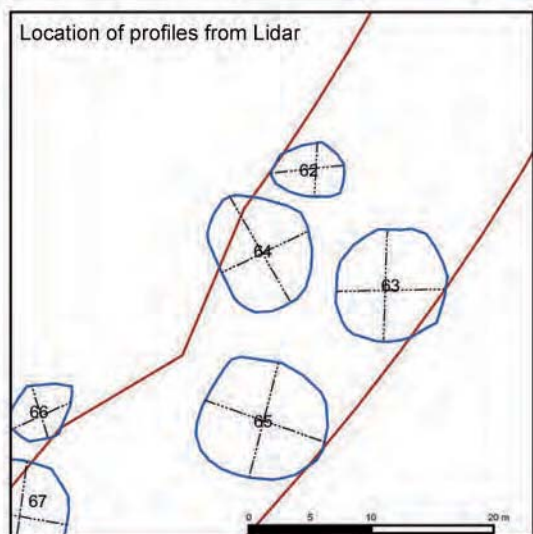
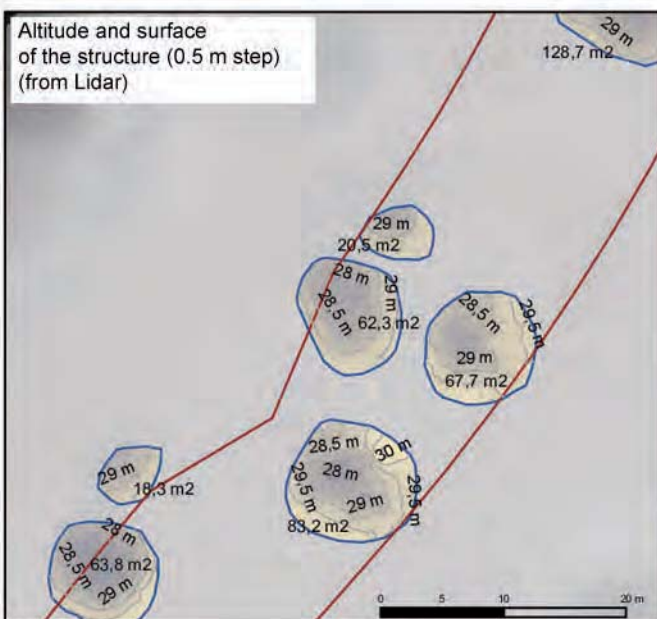
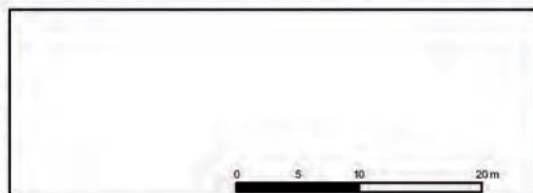
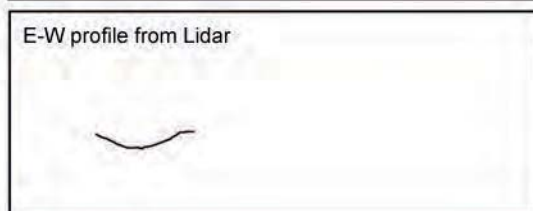
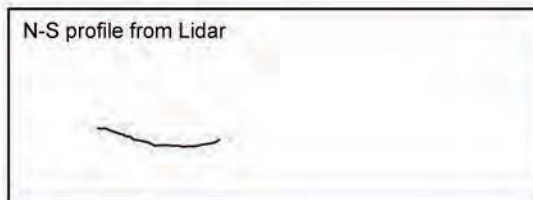
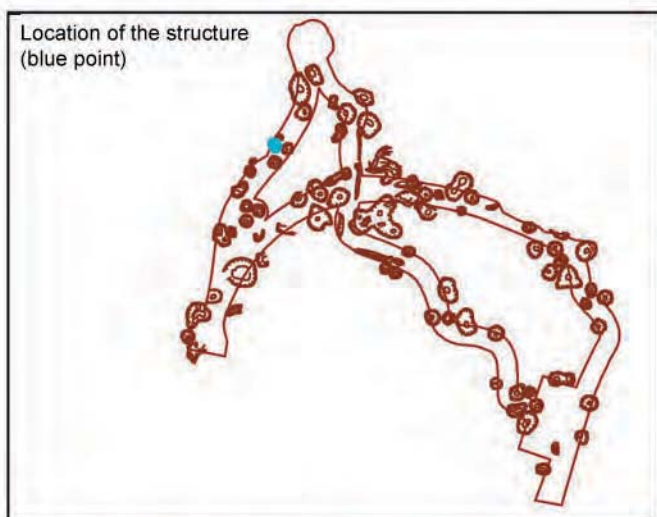


Cratère n° 64

Le fait n° 64 est un cratère de forme globalement circulaire et de taille moyenne. Localisé dans la partie nord du site de la Pointe du Hoc, en bordure de falaise, il résulte probablement de l'explosion d'une bombe de 500 lb (226 kg) ou bien de 1000 lb (454 kg). En effet, des bombardements aériens ont été effectués le 13 mai, le 4 et le 6 juin 1944 avec ce type de bombes. L'explosion à l'origine de ce cratère n'a pas impacté d'ouvrage bétonné. Malgré plus de 75 ans d'érosion, il mesure toujours un diamètre de près de 9 mètres pour une profondeur d'environ 1,30 mètre.

Localisation: section 0C / parcel 96

Cratère n° 64. © Inrap 2019

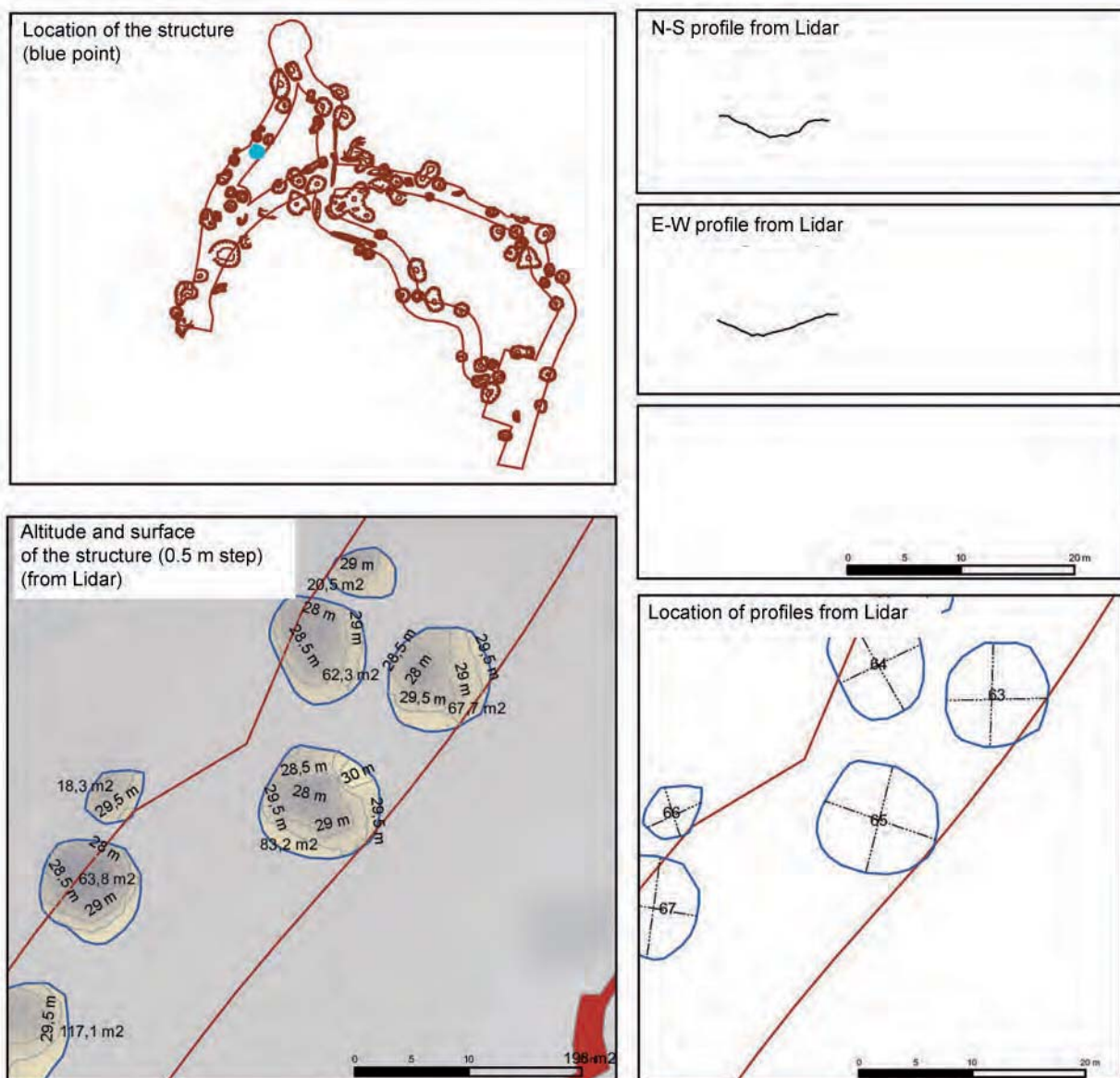


Cratère n° 65

Le fait n° 65 est un cratère de forme circulaire et de taille moyenne. Localisé dans la partie nord du site de la Pointe du Hoc, en bordure de falaise, il résulte probablement de l'explosion d'une bombe de 500 lb (226 kg) ou bien de 1000 lb (454 kg). En effet, des bombardements aériens ont été effectués le 13 mai, le 4 et le 6 juin 1944 avec ce type de bombes. L'explosion à l'origine de ce cratère n'a pas impacté d'ouvrage bétonné. Malgré plus de 75 ans d'érosion, il mesure toujours un diamètre de près de 10 mètres pour une profondeur d'environ 1,80 mètre.

Localisation: section 0C / parcelles 95, 96

Cratère n° 65. © Inrap 2019

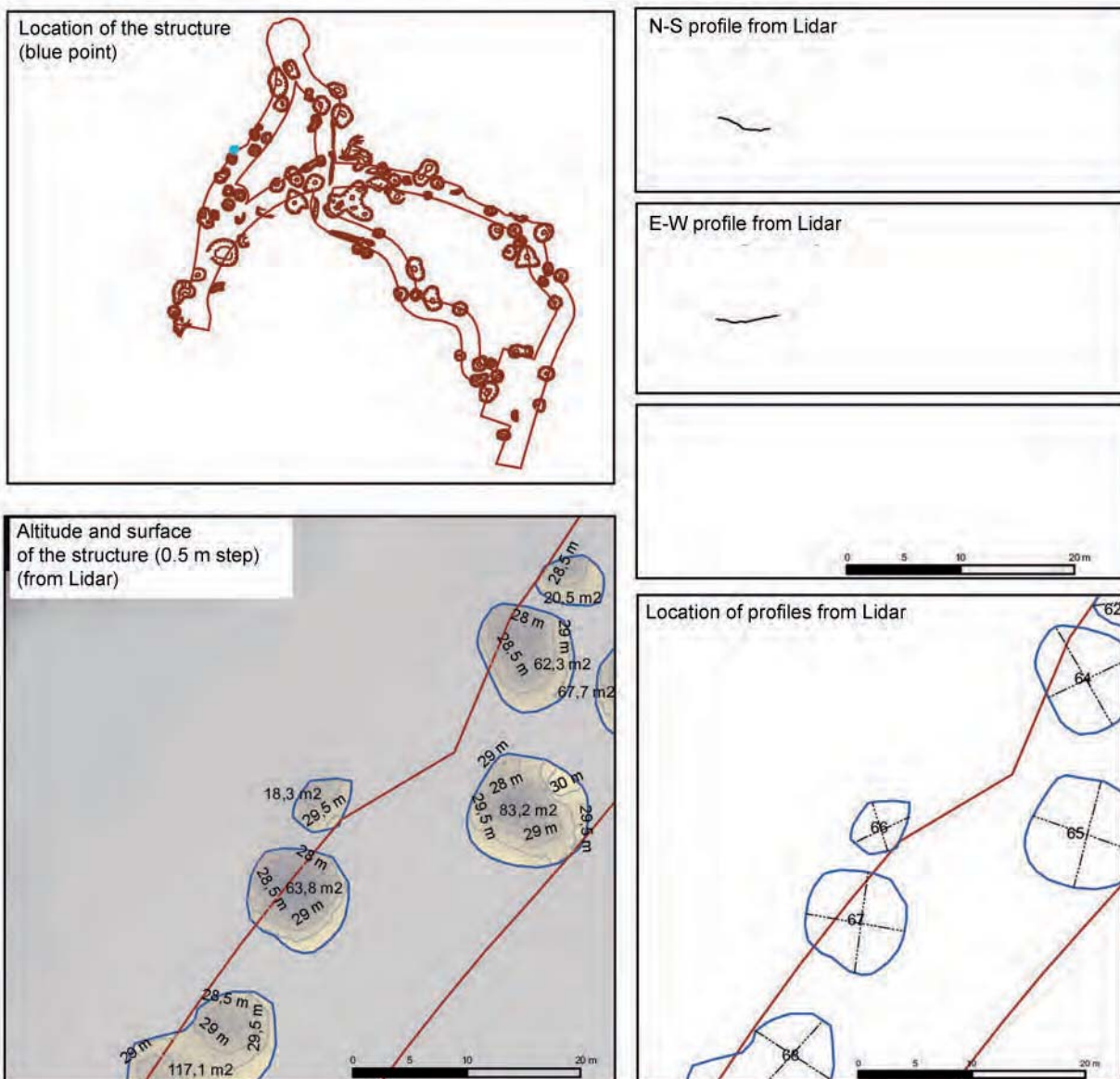


Cratère n° 66

Le fait n° 66 est un cratère de forme oblongue de petite taille. Localisé au nord du site de la Pointe du Hoc, il résulte probablement de l'explosion d'une bombe de 500 lb (226 kg) ou bien d'un obus de marine de calibre inférieur à 250 mm. En effet, des bombardements navals et aériens ont été effectués le 13 mai, le 4 et le 6 juin 1944 avec ces munitions. L'explosion n'a pas causé de dommage aux ouvrages bétonnés environnants. Malgré plus de 75 ans d'érosion, ce cratère mesure toujours près de 6 mètres de longueur pour une profondeur "environ 1 mètre.

Localisation: section 0C / parcel 95

Cratère n° 66. © Inrap 2019

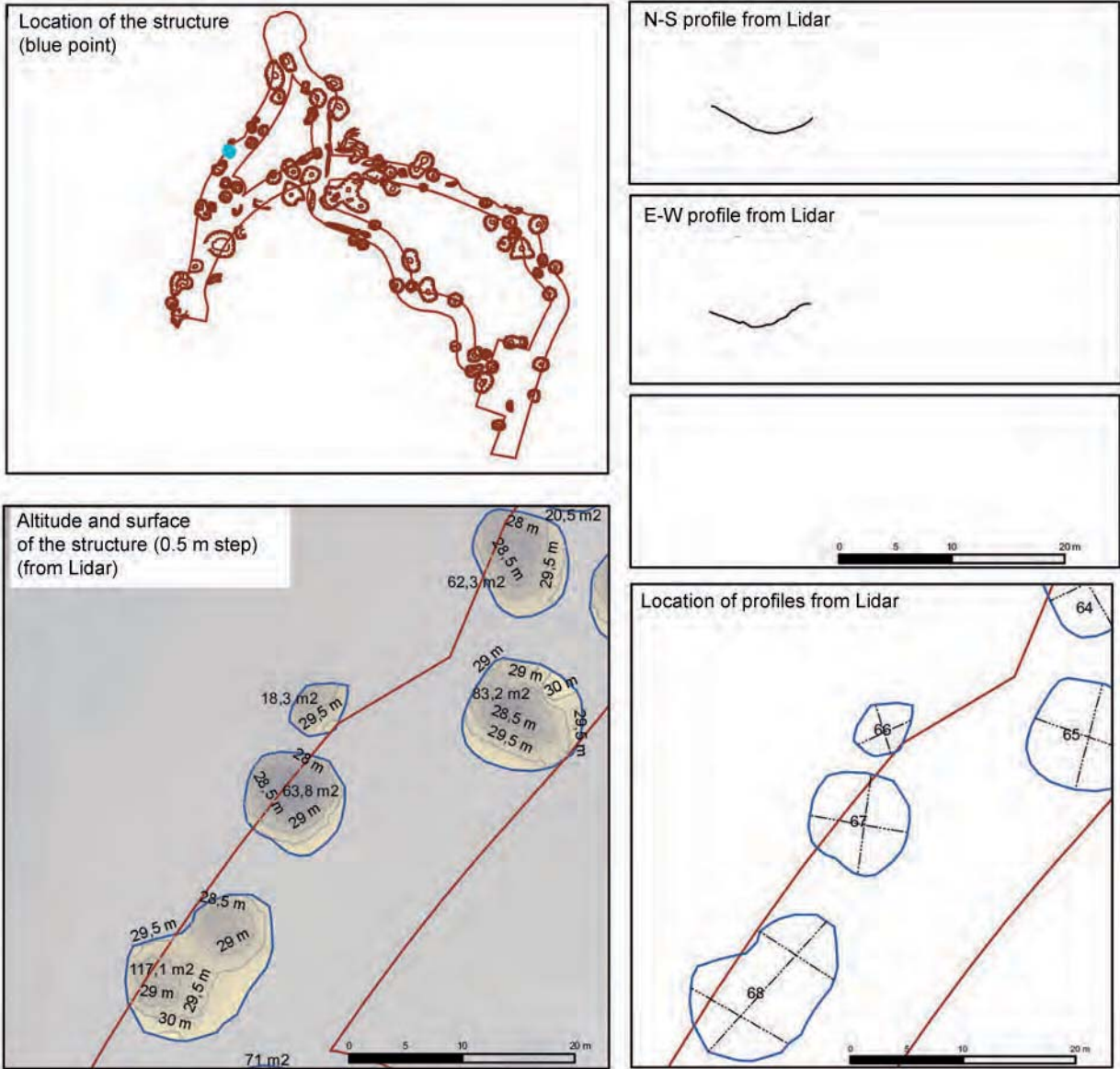


Cratère n° 67

Le fait n° 67 est un cratère de forme globalement circulaire et de taille moyenne. Localisé dans la partie nord du site de la Pointe du Hoc, en bordure de falaise, il résulte probablement de l'explosion d'une bombe de 500 lb (226 kg) ou bien de 1000 lb (454 kg). En effet, des bombardements aériens ont été effectués le 13 mai, le 4 et le 6 juin 1944 avec ce type de bombes. L'explosion à l'origine de ce cratère n'a pas impacté d'ouvrage bétonné. Malgré plus de 75 ans d'érosion, il mesure toujours un diamètre de près de 9 mètres pour une profondeur d'environ 2,30 mètres.

Localisation: section 0C / parcel 95

Cratère n° 67. © Inrap 2019

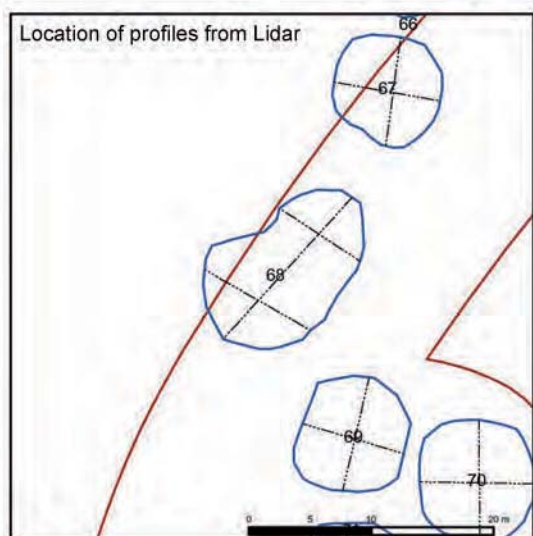
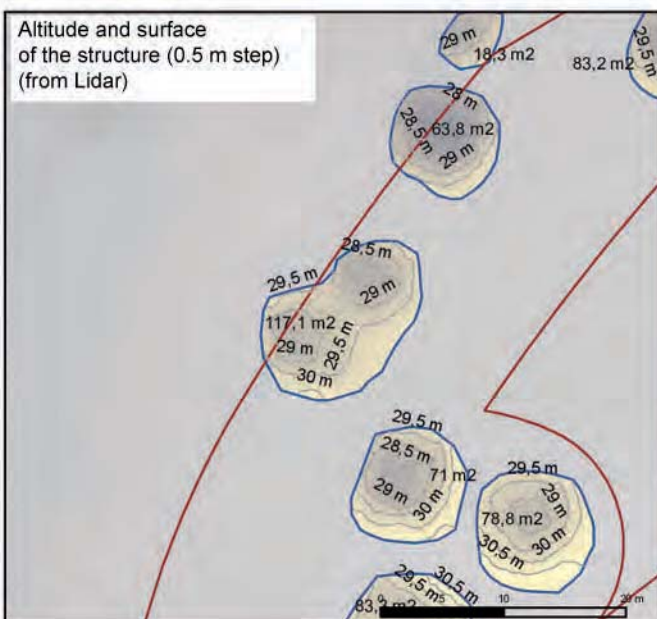
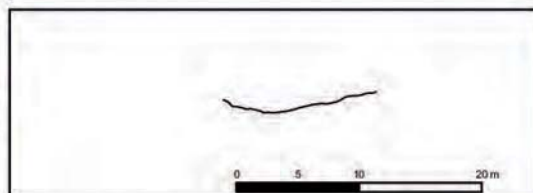
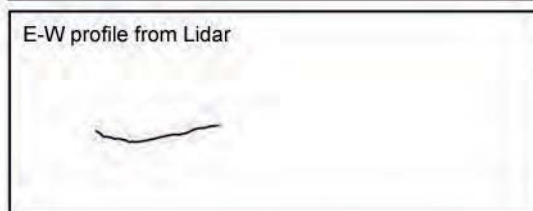
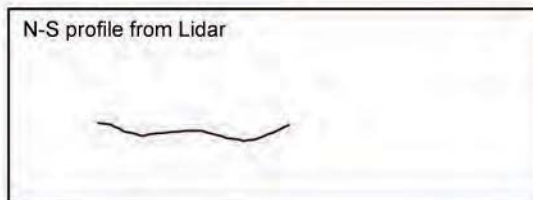
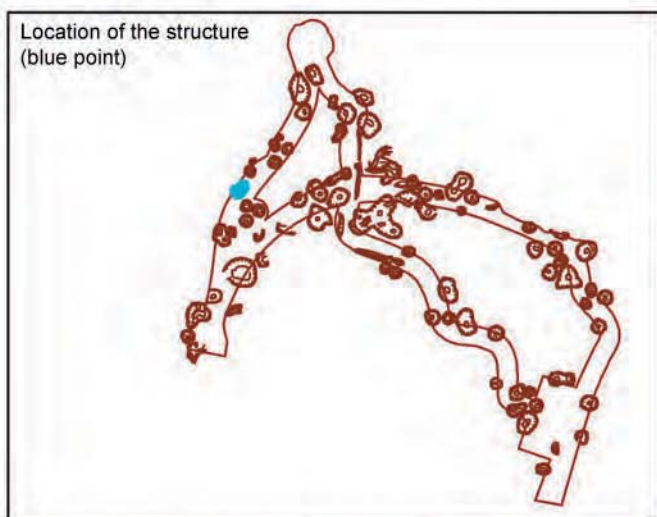


Cratère n° 68

Le fait n° 68 correspond à la fusion de deux cratères de forme circulaire et de taille moyenne. Localisé au nord du site de la Pointe du Hoc, en bordure de falaise, cet ensemble résulte probablement de l'explosion de deux bombes de 500 lb (226 kg) ou bien de 1000 lb (454 kg). En effet, des bombardements aériens ont été effectués le 13 mai, le 4 et le 6 juin 1944 avec ce type de bombes. Les explosions à l'origine de ces cratères n'ont pas impacté d'ouvrage bétonné. Malgré plus de 75 ans d'érosion, l'ensemble mesure toujours près de 15,50 mètres de long pour 8 mètres de large et une profondeur d'environ 1,30 mètre.

Localisation: section 0C / parcel 95

Cratère n° 68. © Inrap 2019

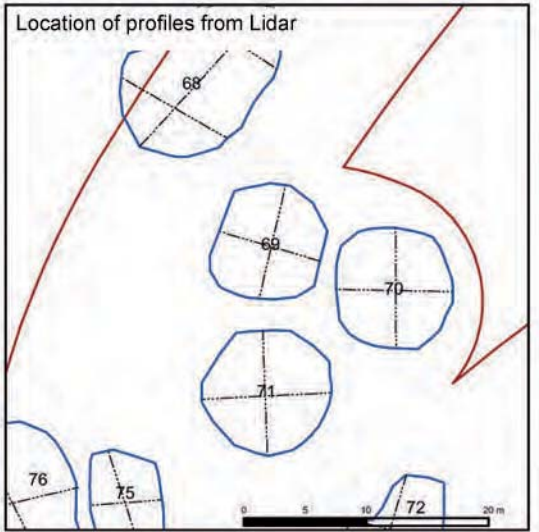
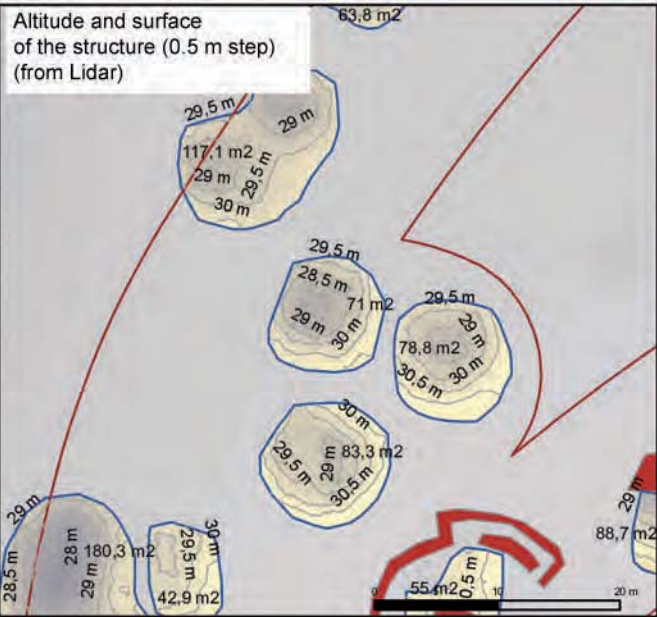
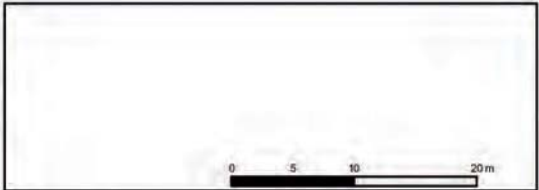
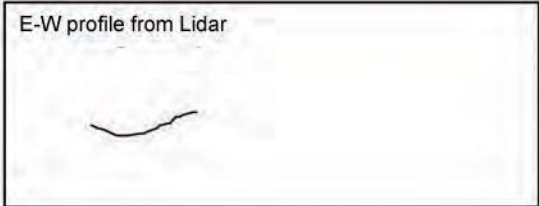
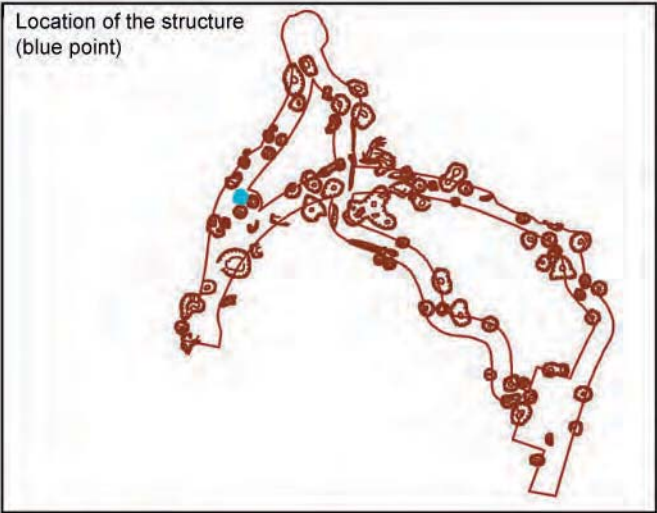


Cratère n° 69

Le fait n° 69 est un cratère de forme circulaire et de taille moyenne. Localisé dans la partie ouest du site de la Pointe du Hoc, il résulte probablement de l'explosion d'une bombe de 500lb (226kg) ou bien de 1000lb (454kg). En effet, des bombardements aériens ont été effectués le 13 mai, le 4 et le 6 juin 1944 avec ce type de bombes. L'explosion à l'origine de ce cratère n'a pas impacté d'ouvrage bétonné. Malgré plus de 75 ans d'érosion, il mesure toujours un diamètre de près de 10 mètres pour une profondeur d'environ 1,60 mètre.

Localisation: section 0C / parcel 95

Cratère n° 69. © Inrap 2019

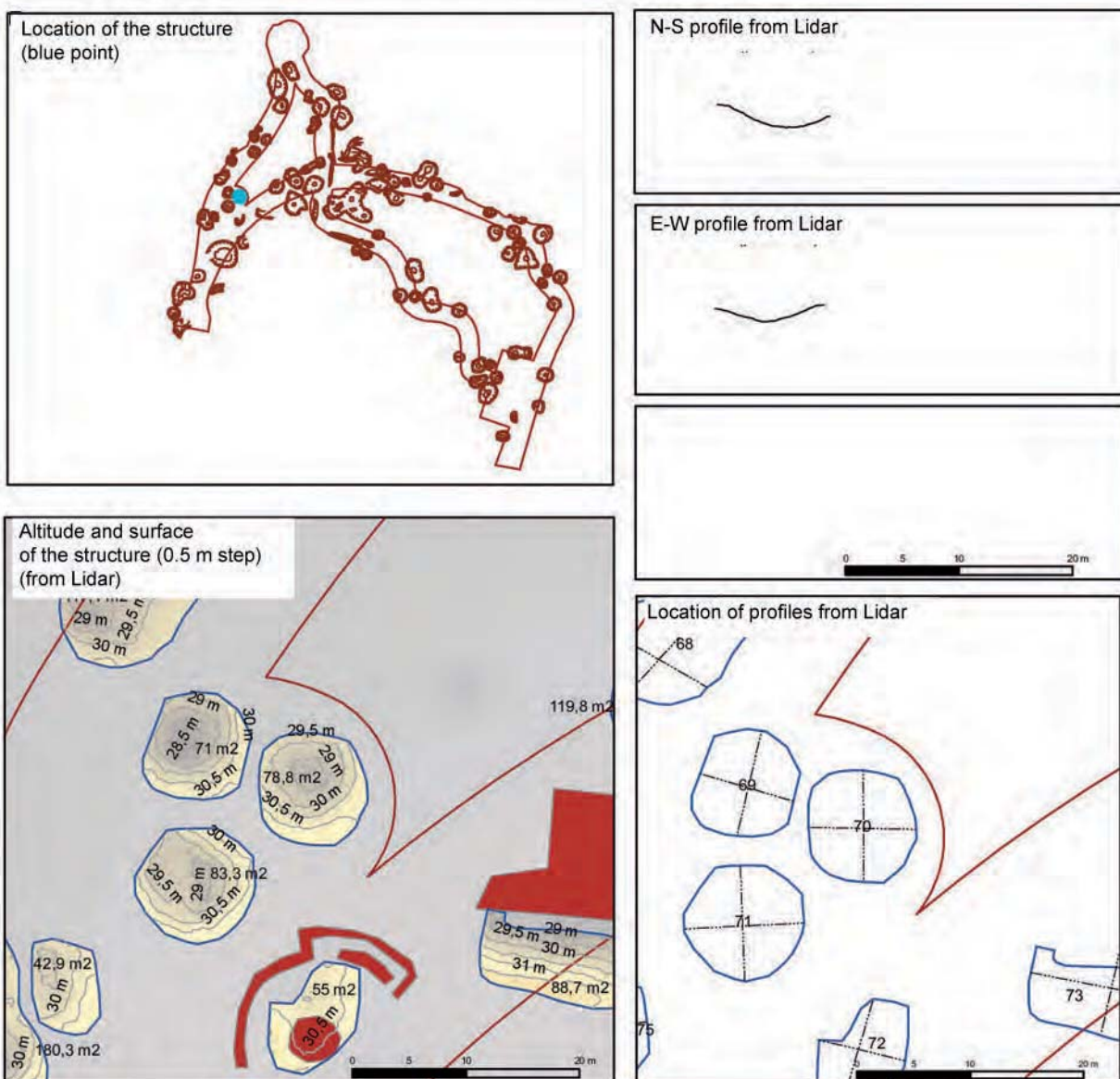


Cratère n° 70

Le fait n° 70 est un cratère de forme circulaire et de taille moyenne. Localisé dans la partie ouest du site de la Pointe du Hoc, il résulte probablement de l'explosion d'une bombe de 500lb (226 kg) ou bien de 1000lb (454 kg). En effet, des bombardements aériens ont été effectués le 13 mai, le 4 et le 6 juin 1944 avec ce type de bombes. L'explosion à l'origine de ce cratère n'a pas impacté d'ouvrage bétonné. Malgré plus de 75 ans d'érosion, il mesure toujours un diamètre de près de 10 mètres pour une profondeur d'environ 1,60 mètre.

Localisation: section 0C / parcel 95

Cratère n° 70. © Inrap 2019



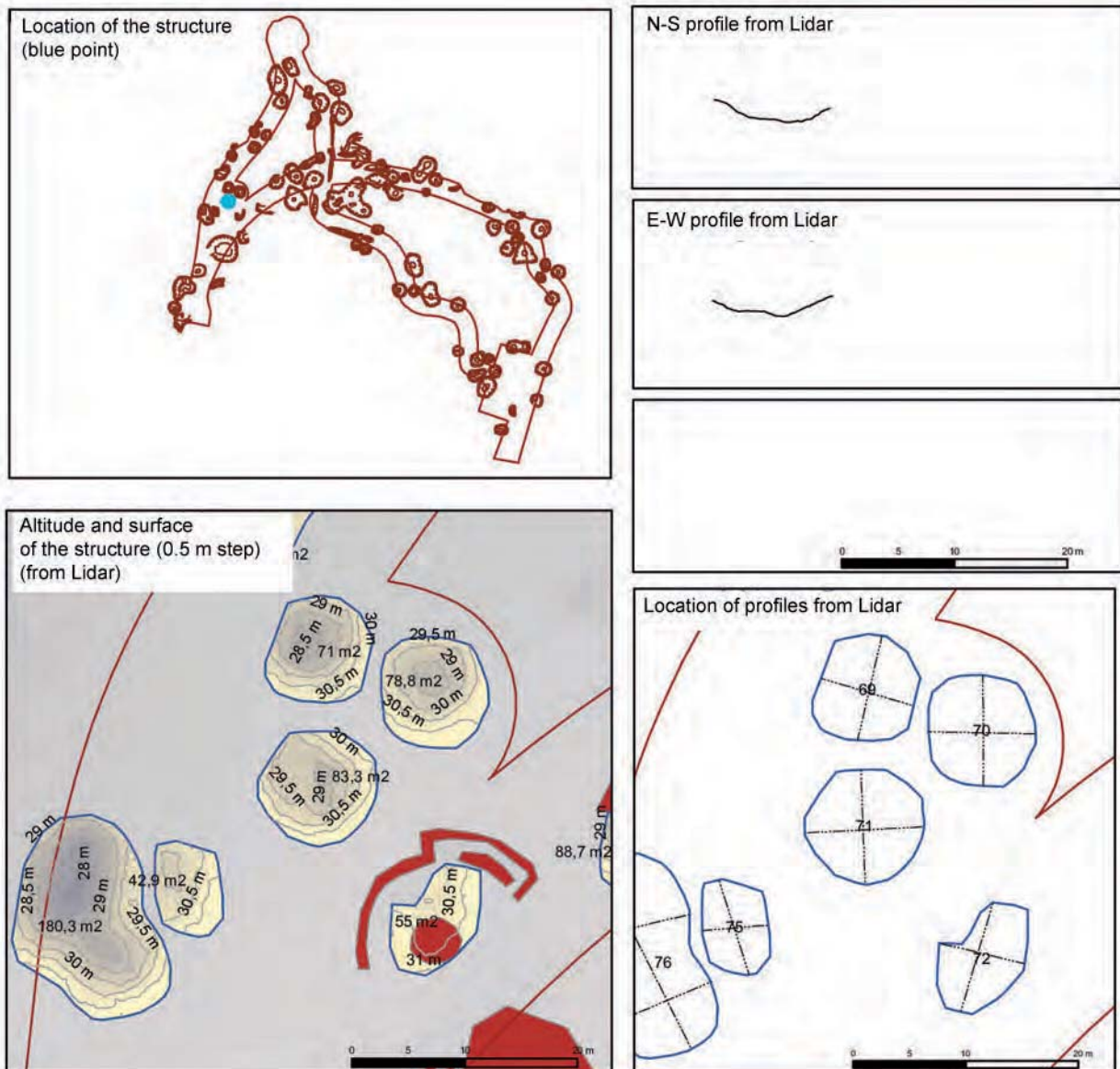
Cratère n° 71

Le fait n° 71 est un cratère de forme circulaire et de taille moyenne. Localisé dans la partie ouest du site de la Pointe du Hoc, il résulte probablement de l'explosion d'une bombe de 500 lb (226 kg) ou bien de 1000 lb (454 kg).

En effet, des bombardements aériens ont été effectués le 13 mai, le 4 et le 6 juin 1944 avec ce type de bombes. L'explosion à l'origine de ce cratère n'a pas impacté d'ouvrage bétonné. Malgré plus de 75 ans d'érosion, il mesure toujours un diamètre de près de 10 mètres pour une profondeur d'environ 1,70 mètre.

Localisation: section 0C / parcel 94

Cratère n° 71. © Inrap 2019

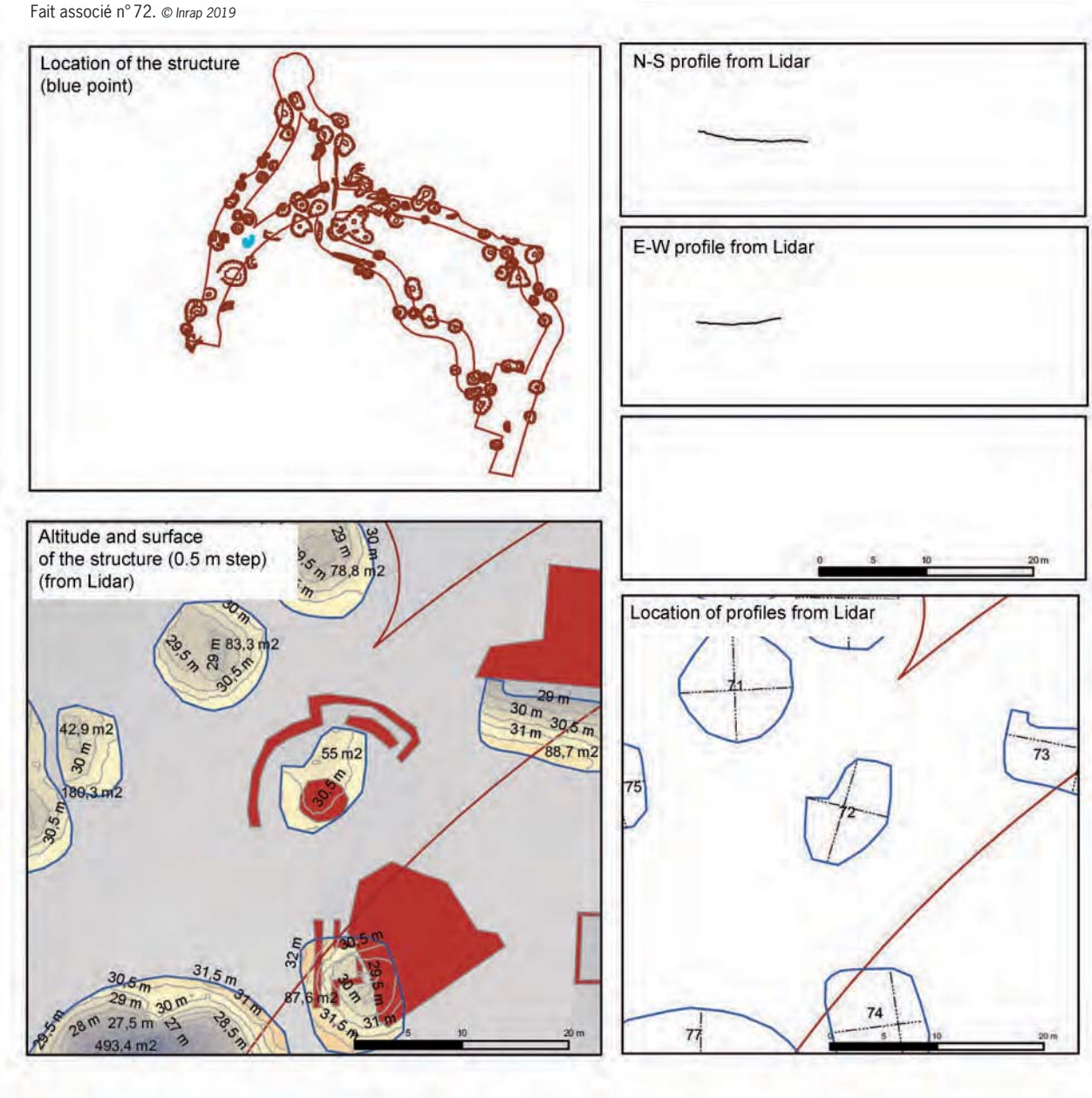


Fait associé n° 72

Le fait n° 72 correspond à un amas de terre qui s’est accumulé dans l’encuvement n° 16. Cette terre provient des explosions environnantes qui ont causé le remblaiement partiel de cet ouvrage.

Localisation : section 0C / parcel 94

Fait associé n° 72. © Inrap 2019

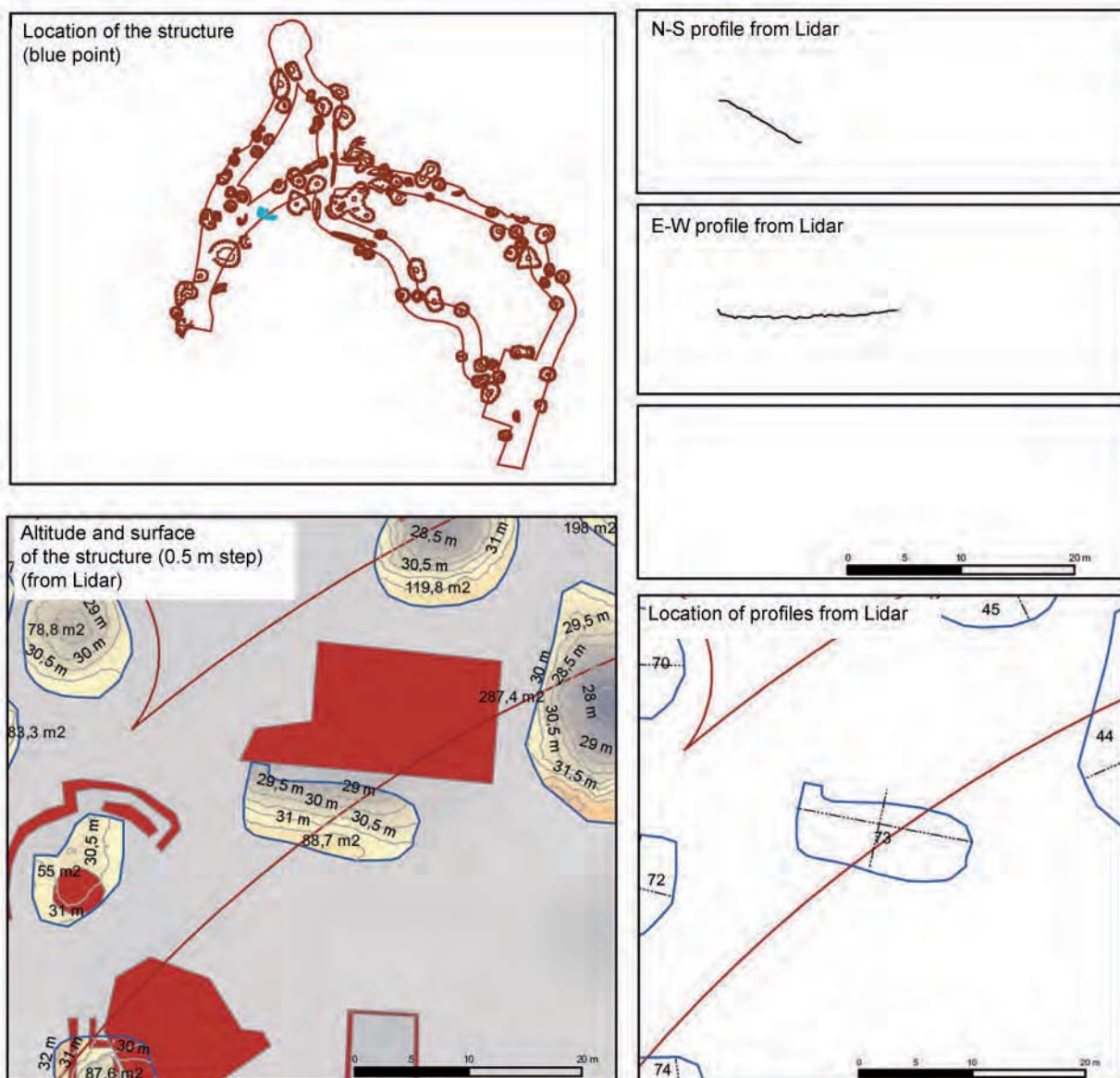


Fait associé n° 73

Le fait n° 73 est un aménagement postérieur à la fin de la Seconde Guerre mondiale. Il s'agit d'un décaissement réalisé lors de la mise en valeur touristique du site de la Pointe du Hoc. Ce creusement a permis de débayer l'ouvrage bétonné n° 15 qui auparavant était en partie comblé par la terre projetée par les bombardements. Il a également permis de retrouver et d'élargir l'ancienne tranchée qui desservait cet ouvrage. Un escalier, postérieur lui aussi à 1944, permet aujourd'hui aux visiteurs d'accéder à l'abri.

Localisation: section 0C / parcel 96

Fait associé n° 73. © Inrap 2019

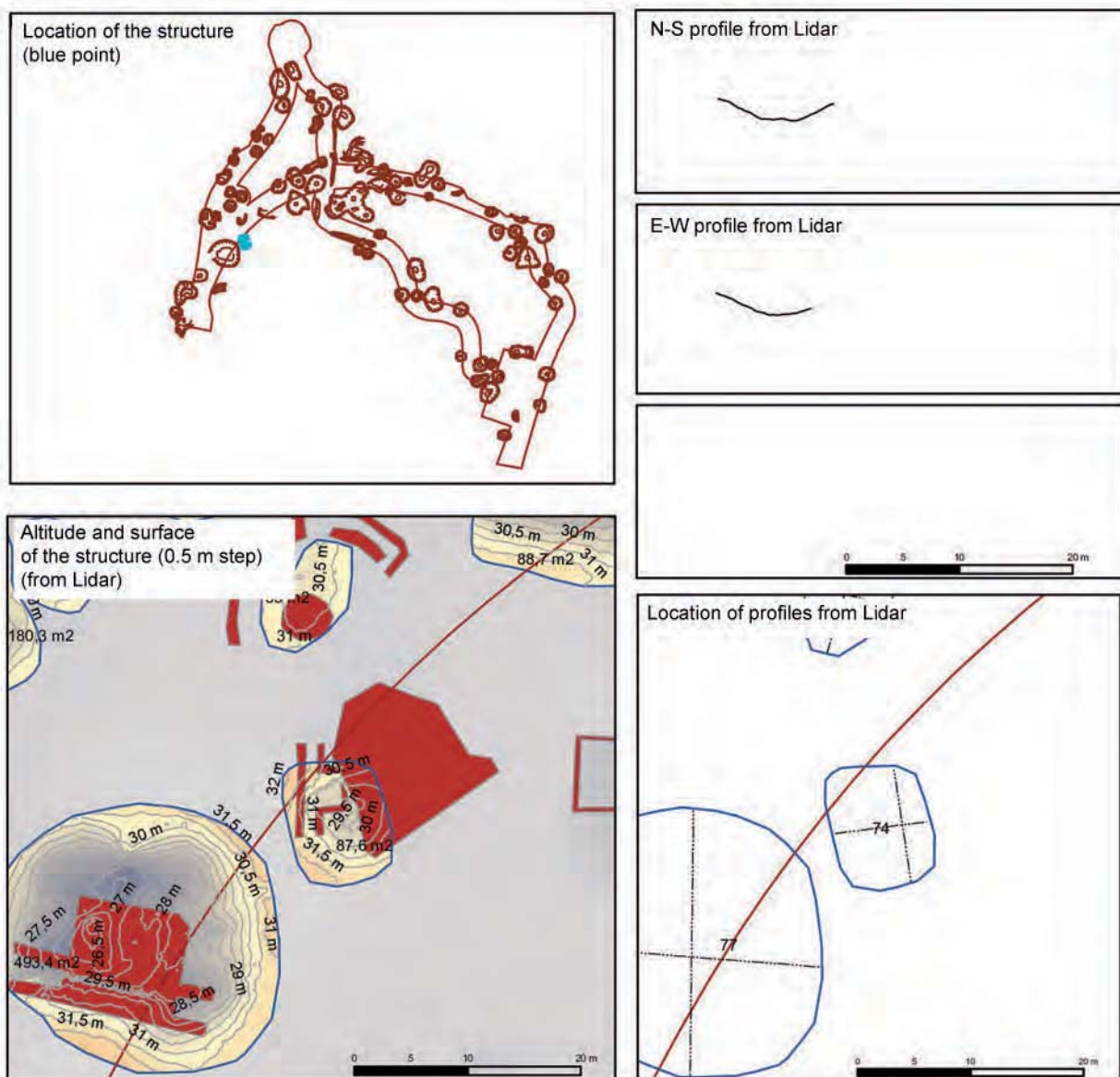


Cratère n° 74

Le fait n° 74 est un cratère de forme oblongue et de taille moyenne. Localisé dans la partie ouest du site de la Pointe du Hoc, il résulte probablement de l'explosion d'une bombe de 500lb (226kg) ou bien de 1000lb (454kg). En effet, des bombardements aériens ont été effectués le 13 mai, le 4 et le 6 juin 1944 avec ce type de bombes. L'explosion à l'origine de ce cratère a endommagé la façade nord de la casemate bétonnée n° 17 et a pulvérisé la salle attenante à l'encuvement n° 16. Malgré plus de 75 ans d'érosion, il mesure toujours près de 10 mètres de longueur pour 6 mètres de large et une profondeur d'environ 1,40 mètre.

Localisation: section 0C / parcel 94

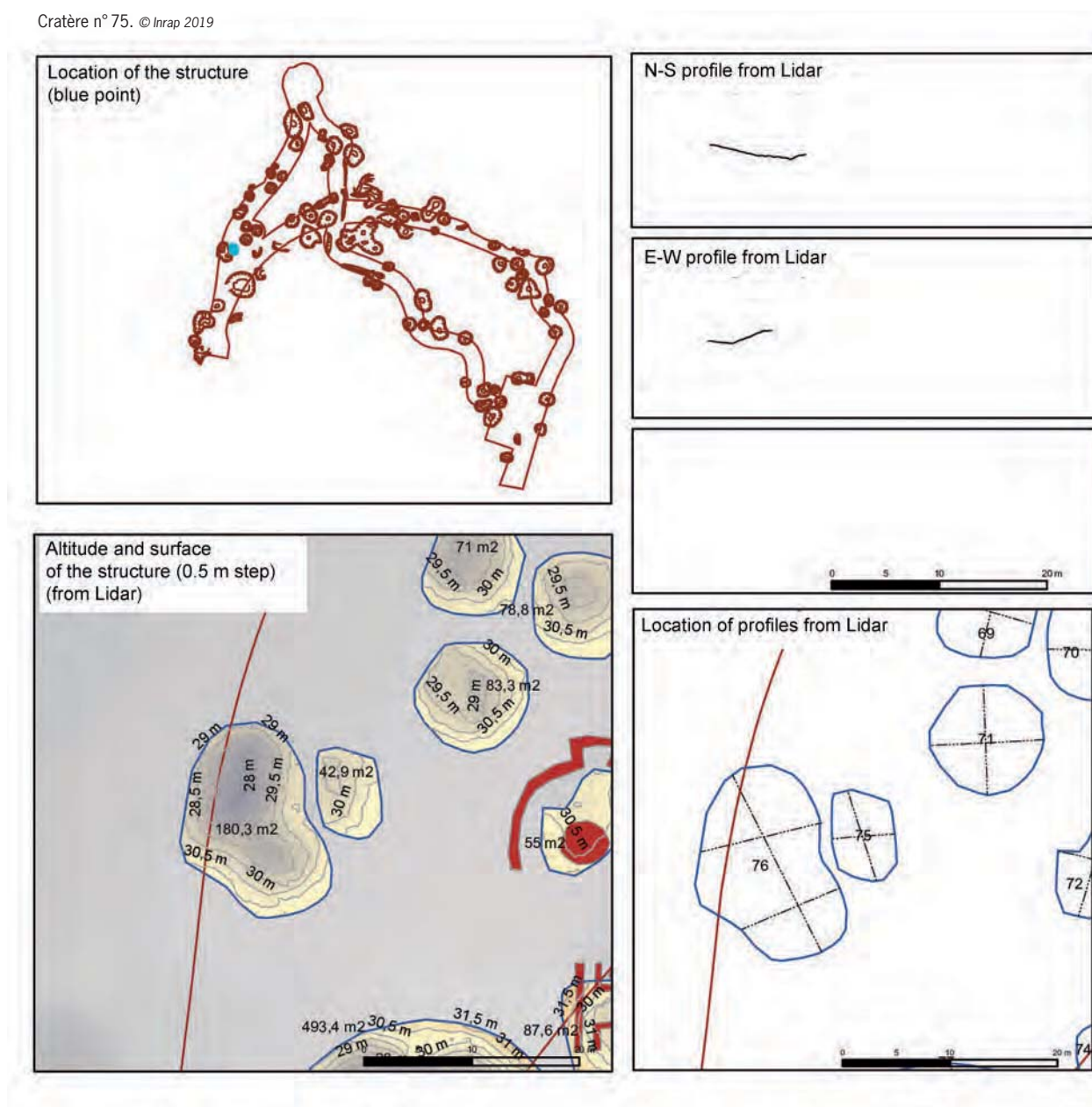
Cratère n° 74. © Inrap 2019



Le fait n°75 est un cratère de forme oblongue et de taille moyenne. Localisé dans la partie ouest du site de la Pointe du Hoc, il résulte probablement de l'explosion d'une bombe de 500lb (226kg) ou bien de 1000lb (454kg). En effet, des bombardements aériens ont été effectués le 13 mai, le 4 et le 6 juin 1944 avec ce type de bombes. L'explosion à l'origine de ce cratère n'a pas impacté d'ouvrage bétonné. Malgré plus de 75 ans d'érosion, il mesure toujours 9 mètres de long, 6 mètres de marge et 1 mètre environ de profondeur. Il est fort probable que sa forme irrégulière soit due aux explosions qui ont causé les deux cratères attenants.

Localisation: section 0C / parcel 94

Cratère n° 75. © Inrap 2019

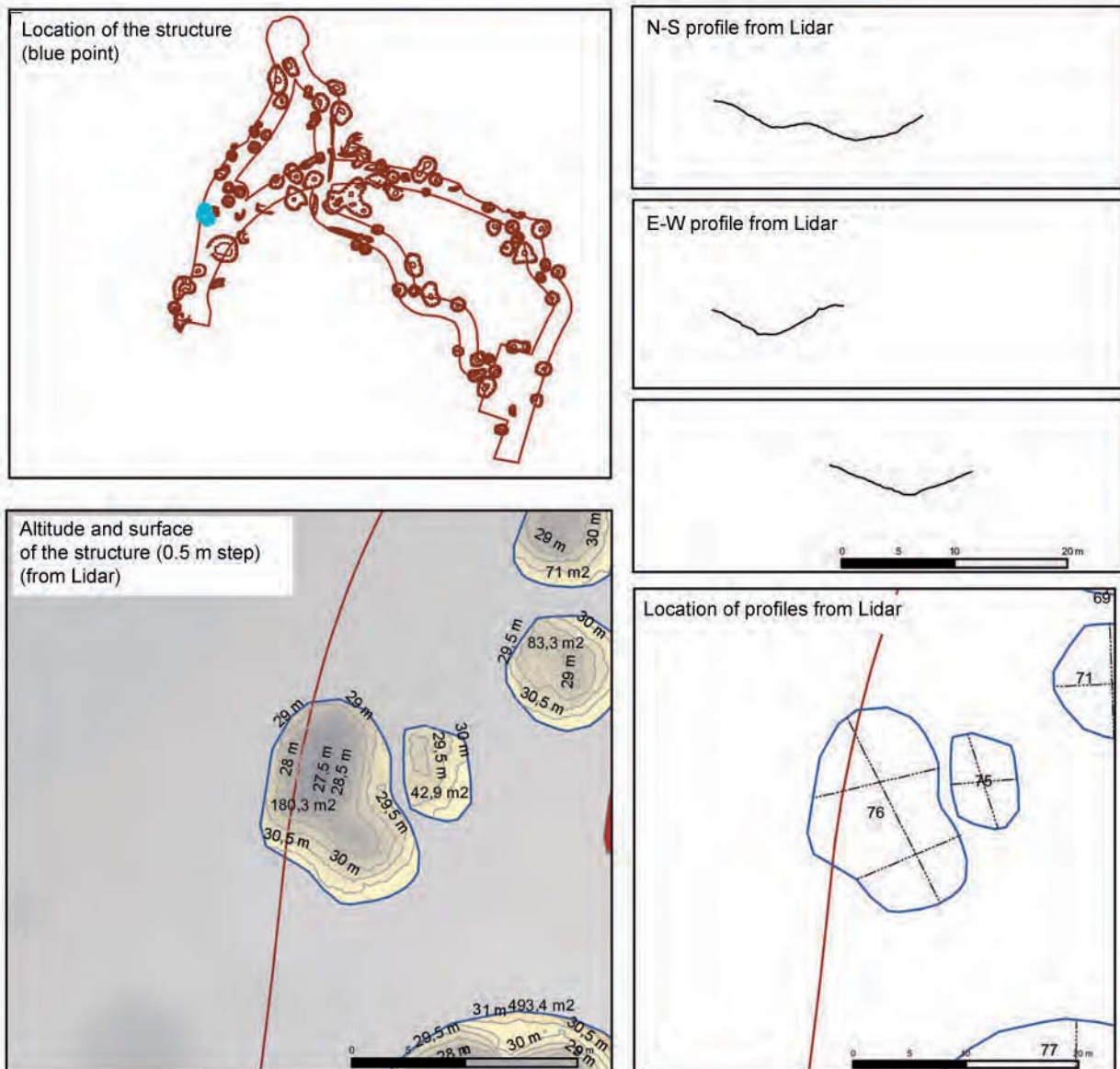


Cratère n° 76

Le fait n° 76 correspond à la fusion de deux cratères de forme circulaire et de taille moyenne. Localisé dans la partie ouest du site de la Pointe du Hoc, cet ensemble résulte probablement de l'explosion de deux bombes de 500 lb (226 kg) ou bien de 1000 lb (454 kg). En effet, des bombardements aériens ont été effectués le 13 mai, le 4 et le 6 juin 1944 avec ce type de bombes. Les explosions à l'origine de ces cratères n'ont pas impacté d'ouvrage bétonné. Malgré plus de 75 ans d'érosion, l'ensemble mesure toujours près de 19 mètres de long pour 11,50 mètres de large et une profondeur d'environ 3,10 mètres.

Localisation: section 0C / parcel 94

Cratère n° 76. © Inrap 2019

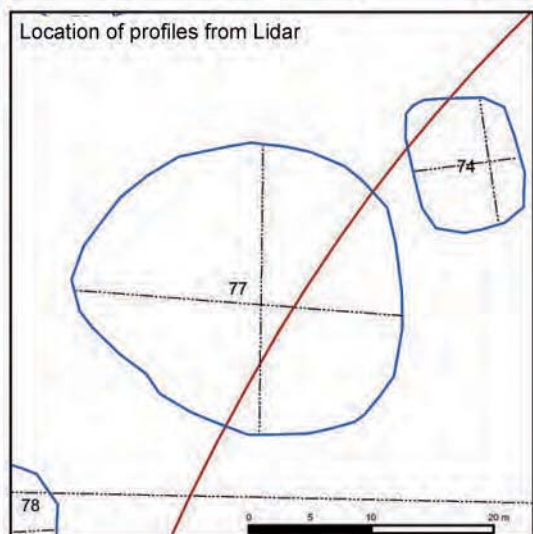
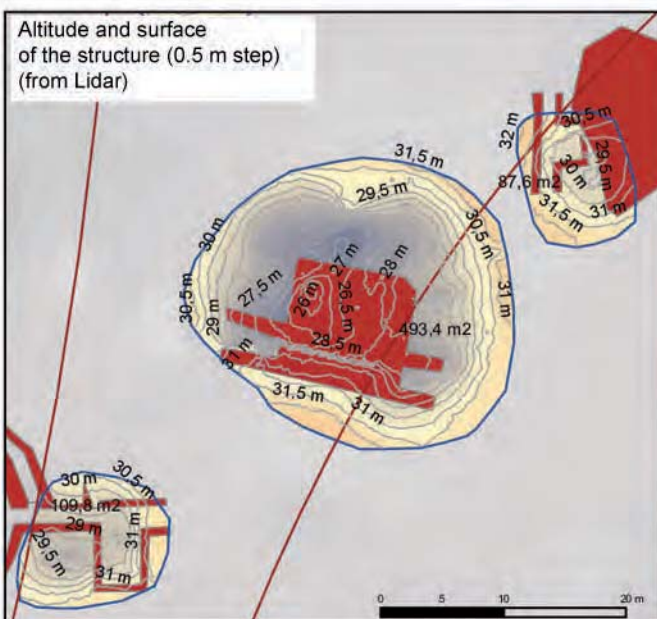
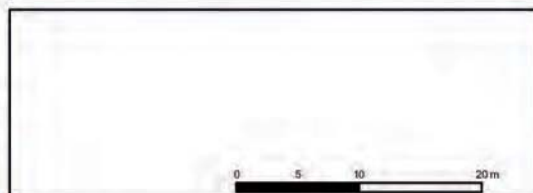
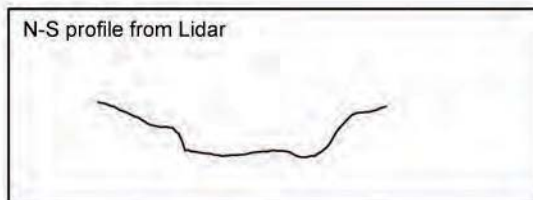
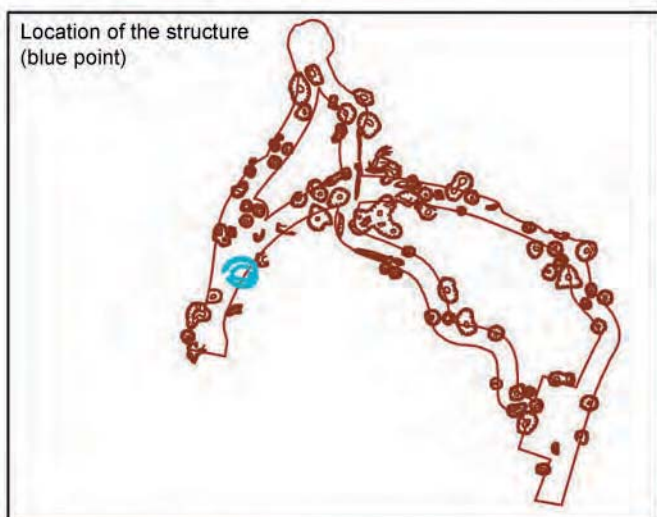


Fait associé n° 77

Le creusement n° 77 est l'un des rares cratères ne résultant pas des bombardements alliés précédents le débarquement des Rangers. En effet, cette vaste dépression circulaire a été causée par une explosion survenue quelques jours après la capture complète du site de la Pointe du Hoc par les troupes américaines. En lieu et place de l'actuel cratère se trouvait auparavant une soute à munitions modèle Regelbau 134, construite en 1942 afin d'approvisionner en munitions les deux canons installés dans les encuvements circulaires présents de part et d'autre. Les combats terminés, les troupes américaines ont procédé à des tests de démolition sur certains ouvrages du mur de l'Atlantique. L'explosion interne a pulvérisé la soute et éparpillé des blocs de béton dans un rayon de 25 mètres alentour. Aujourd'hui, cet immense cratère mesure toujours un diamètre de près de 25 mètres pour une profondeur de 5,50 mètres.

Localisation: section 0C / parcel 94

Fait associé n° 77. © Inrap 2019

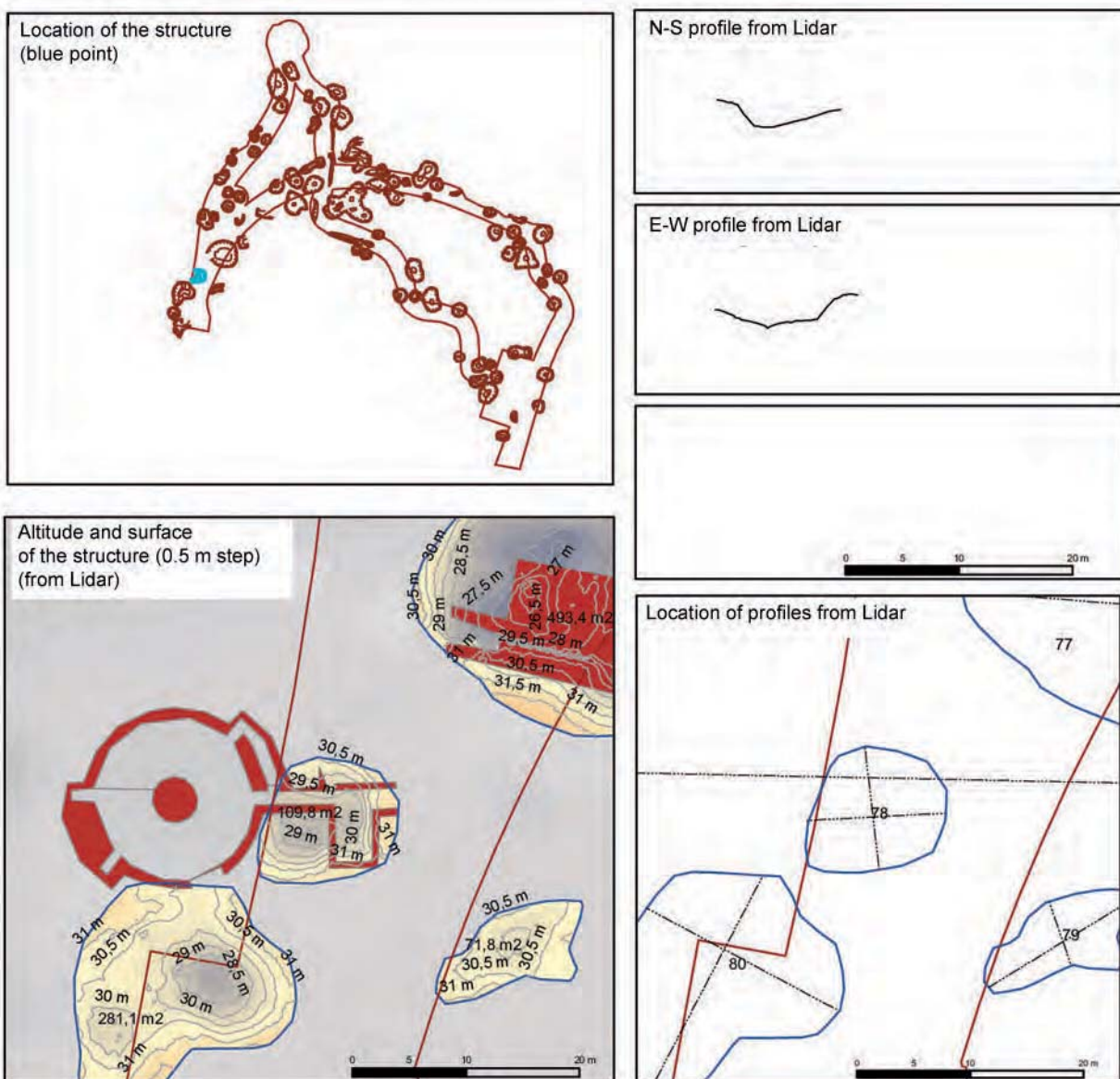


Cratère n° 78

Le fait n° 78 est un cratère de forme circulaire et de taille moyenne. Localisé dans la partie ouest du site de la Pointe du Hoc, il résulte probablement de l'explosion d'une bombe de 500lb (226kg) ou bien de 1000lb (454kg). En effet, des bombardements aériens ont été effectués le 13 mai, le 4 et le 6 juin 1944 avec ce type de bombes. L'explosion à l'origine de ce cratère a totalement détruit la petite salle attenante à l'encuvement n° 19. Malgré plus de 75 ans d'érosion, le cratère 78 mesure toujours un diamètre de près de 11,50 mètres pour une profondeur d'environ 2,60 mètres.

Localisation: section 0C / parcel 94

Cratère n° 78. © Inrap 2019

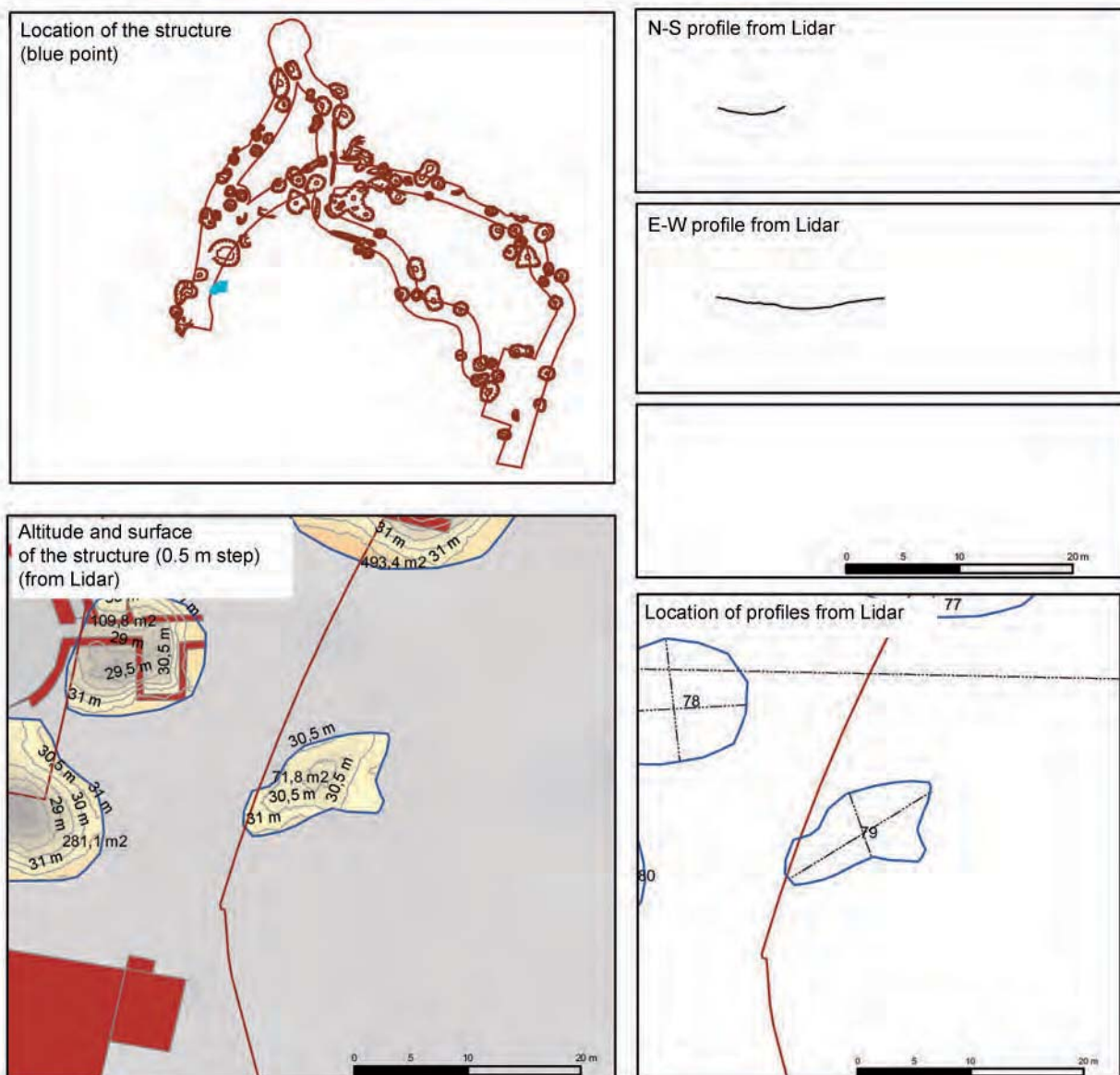


Cratère n° 79

Le fait n° 79 est un cratère dont la forme très irrégulière conduit à supposer qu'il a été en grande partie remblayé lors de la mise en valeur touristique du site de la Pointe du Hoc. Localisé dans la partie ouest du site, il résulte probablement de l'explosion d'une bombe de 500lb (226 kg) ou bien de 1000lb (454 kg). En effet, des bombardements aériens ont été effectués le 13 mai, le 4 et le 6 juin 1944 avec ce type de bombes. L'explosion à l'origine de ce cratère n'a pas impacté d'ouvrage bétonné. Malgré plus de 75 ans d'érosion, il mesure toujours près de 15 mètres de longueur pour 5,50 mètres de large et une profondeur d'environ 1 mètre.

Localisation: section 0C / parcel 94

Cratère n° 79. © Inrap 2019

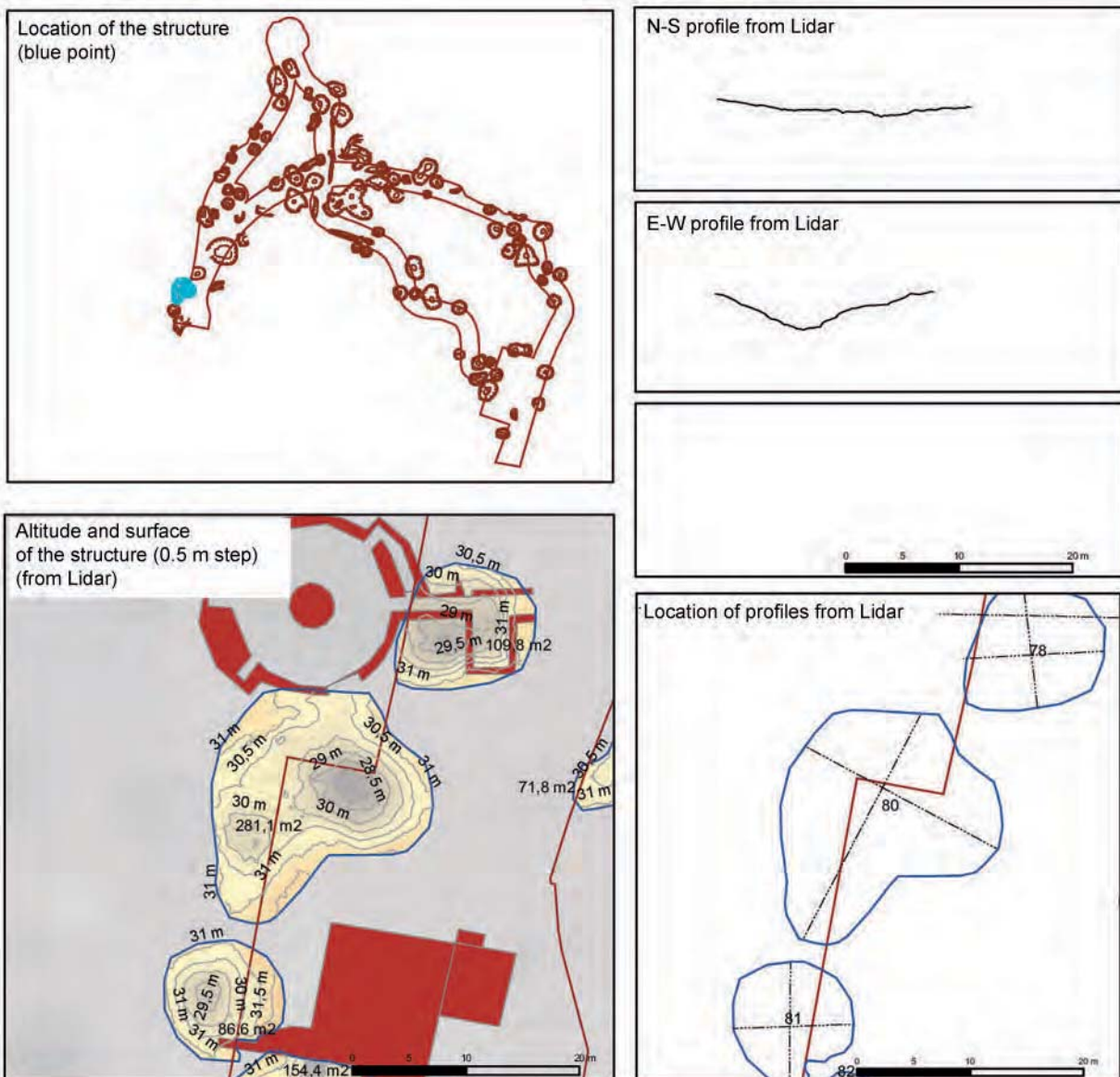


Cratère n° 80

Le fait n° 80 résulte vraisemblablement de l'explosion simultanée de deux ou trois bombes, créant ainsi un cratère de forme irrégulière. Celui-ci figure parmi les plus importants répertoriés sur le site de la Pointe du Hoc. Il s'agit en effet de l'un des plus profonds et des plus larges parmi les 82 impacts recensés sur le tracé du cheminement. Il se situe dans la partie ouest du site. L'origine de cet ensemble est très probablement liée à l'un des bombardements du mois de mai 1944. Il n'apparaît en effet sur les photographies aériennes qu'à partir du tout début du mois de juin 1944. Lors de ces raids menés par la 9^e US Air Force, des bombes de 2000 lb (908 kg) ont été larguées. Il s'agit des munitions les plus puissantes employées contre les défenses allemandes de la Pointe du Hoc. Le fait 80 résulte donc certainement de l'explosion de plusieurs de ces bombes larguées par un B-26 Marauder. Les explosions ont détruit une partie du muret entourant l'encuvement circulaire n° 19. Malgré plus de 75 ans d'érosion, cet ensemble mesure toujours près de 22 mètres de long pour 17 mètres de large et une profondeur de 3,20 mètres.

Localisation: section 0C / parcel 94

Cratère n° 80. © Inrap 2019



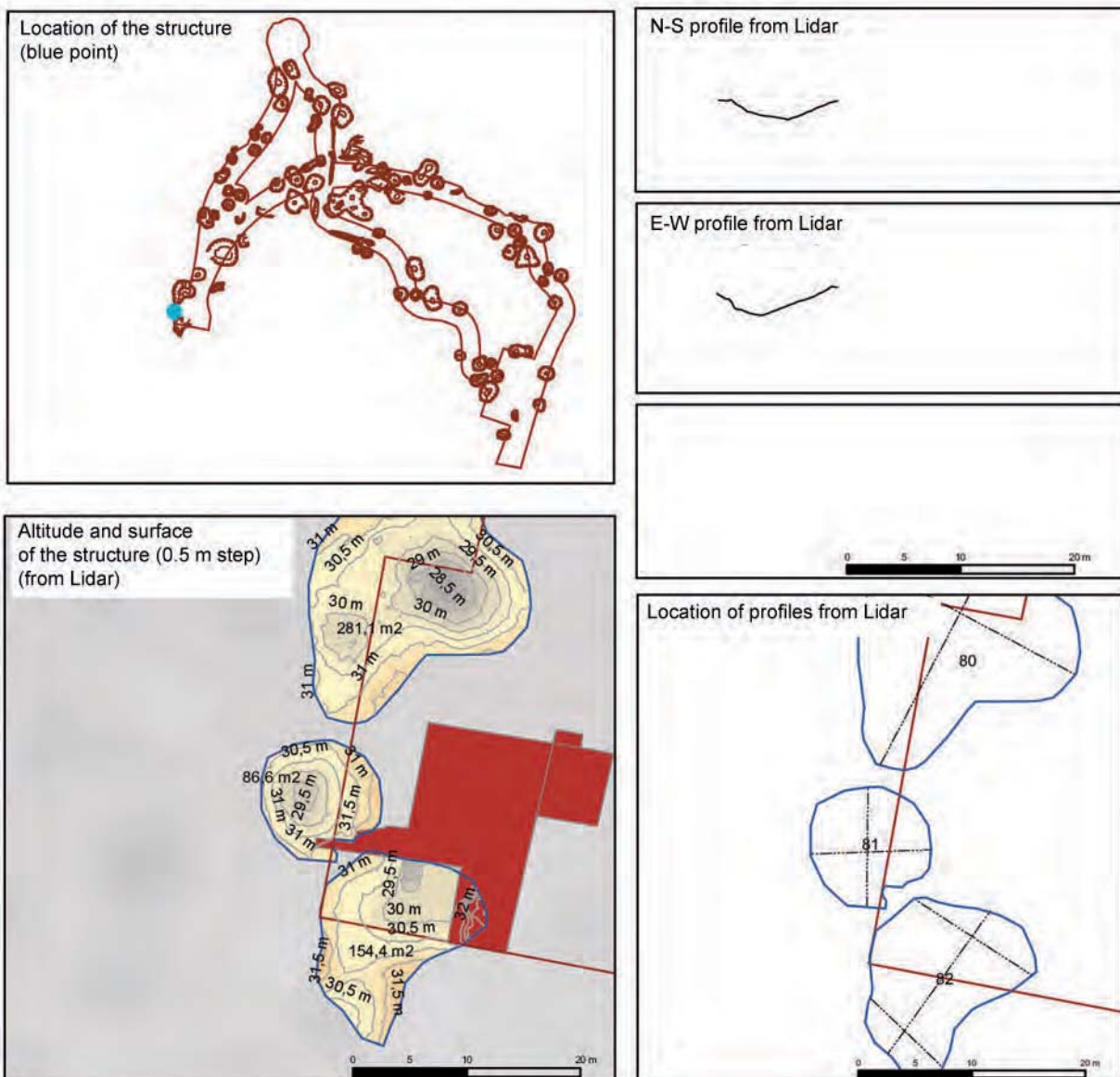
Cratère n° 81

Le fait n° 81 est un cratère de forme circulaire et de taille moyenne. Localisé dans la partie ouest du site de la Pointe du Hoc, il résulte probablement de l'explosion d'une bombe de 500lb (226kg) ou bien de 1000lb (454kg).

En effet, des bombardements aériens ont été effectués le 13 mai, le 4 et le 6 juin 1944 avec ce type de bombes. L'explosion à l'origine de ce cratère ne semble pas avoir impacté l'ouvrage bétonné n° 20 qui se trouve pourtant juste à côté. Malgré plus de 75 ans d'érosion, le cratère 81 mesure toujours un diamètre de près de 10 mètres pour une profondeur d'environ 2,50 mètres.

Localisation: section 0C / parcel 94

Cratère n° 81. © Inrap 2019



Cratère n° 82

Le fait n° 82 correspond à un cratère de bombe doublé d'un décaissement réalisé après-guerre lors de la mise en valeur touristique du site de la Pointe du Hoc. Cet ensemble se trouve tout au sud-ouest du site, le long de l'ouvrage bétonné n° 20. Bien que le cratère 82 soit très proche de cet ouvrage, l'explosion qui l'a causé ne semble pas l'avoir endommagé. D'après ses dimensions, il pourrait s'agir ici du résultat de l'explosion d'une bombe de 500 lb (226 kg) ou bien de 1000 lb (454 kg). Malgré plus de 75 ans d'érosion, ce cratère mesure toujours un diamètre de près de 7 mètres pour une profondeur d'environ 2,80 mètres. Le décaissement postérieur a permis de débayer l'entrée de l'abri bétonné et a permis par la suite la création d'un escalier permettant aux visiteurs d'y accéder.

Localisation: section 0C / parcel 94

Cratère n° 82. © Inrap 2019

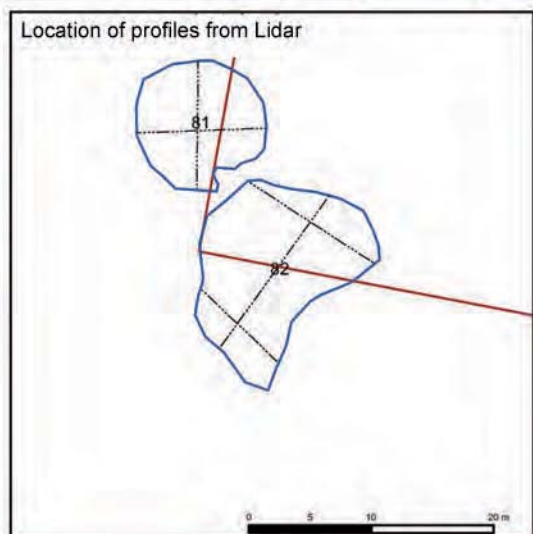
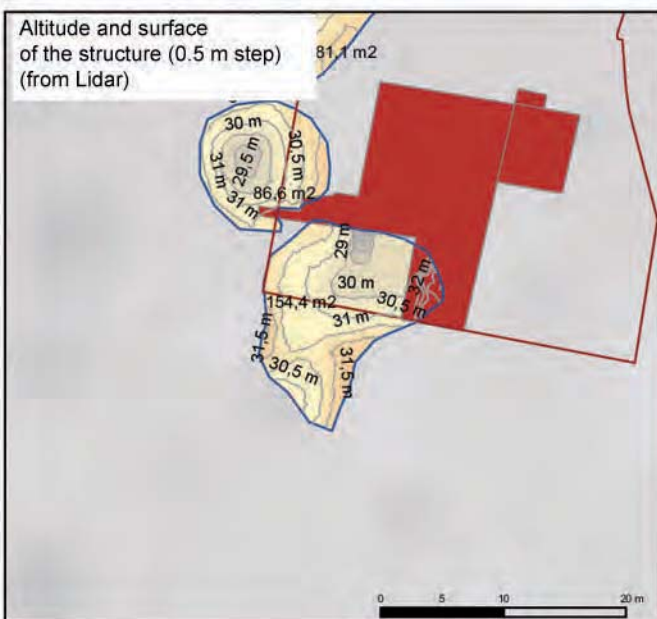
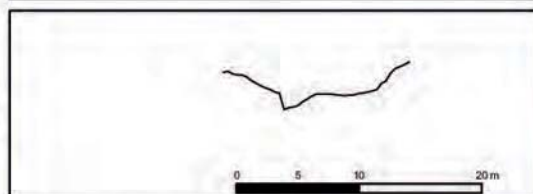
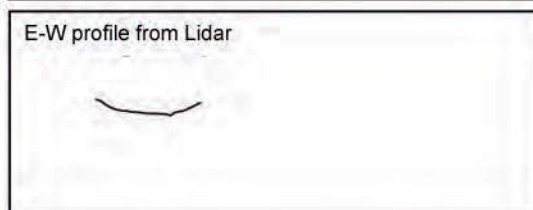
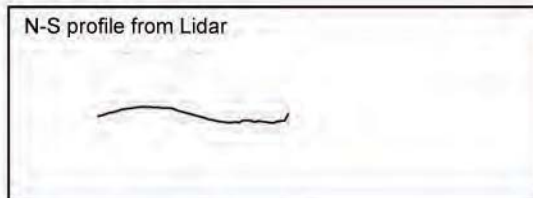
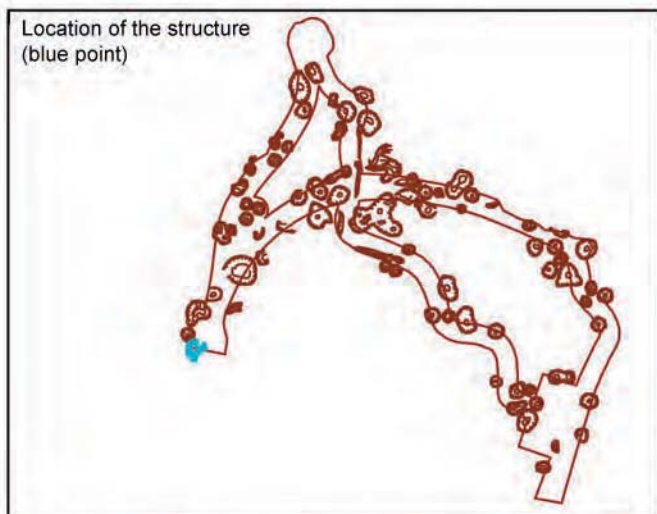
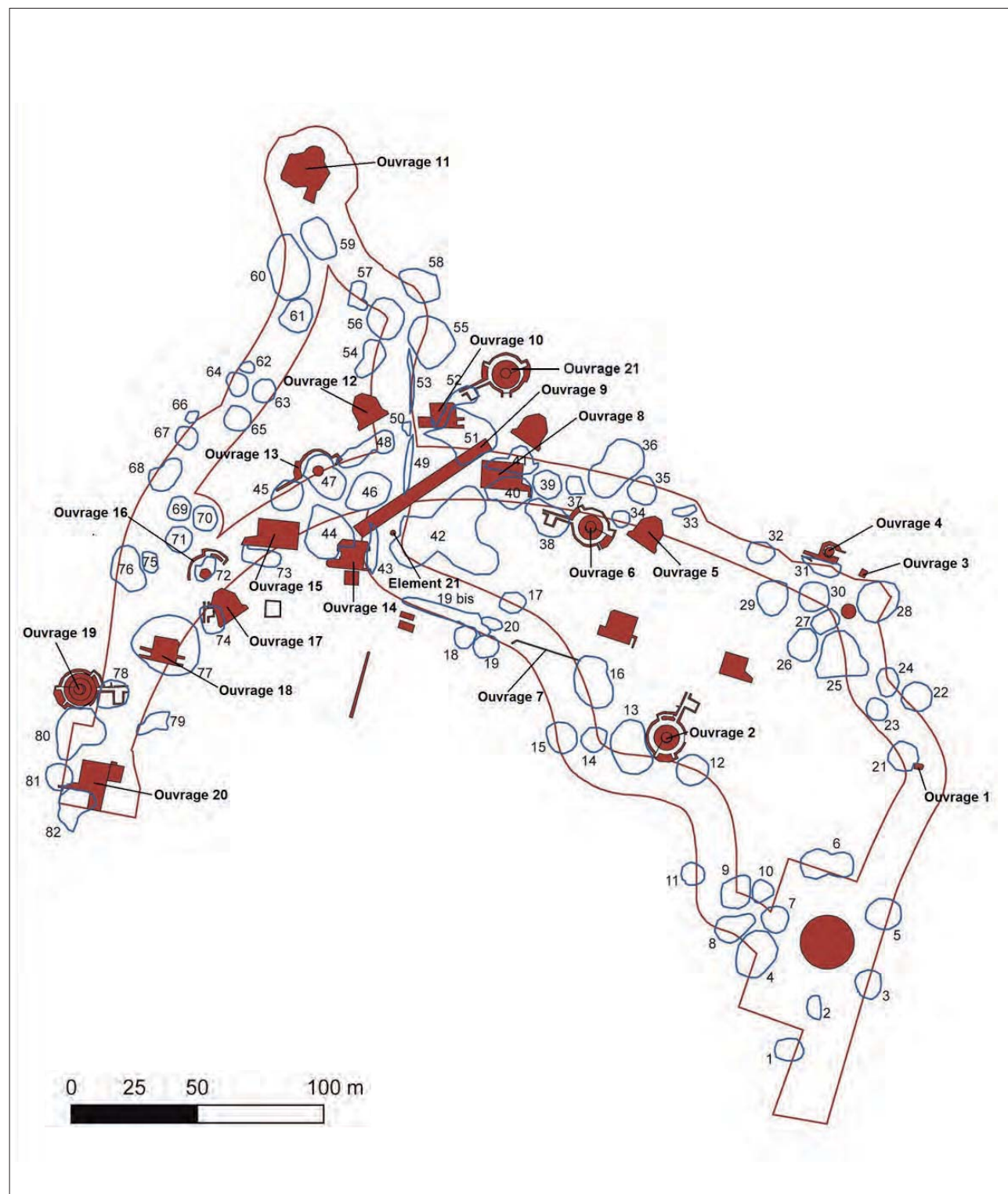


Fig. 27 Carte des faits archéologiques recensés dans l'emprise du projet de l'ABMC.

En rouge : ouvrages bétonnés et faits associés ;

en trait bleu : cratères et faits associés. © Inrap, 2019



3.2 Inventaire descriptif des ouvrages bétonnés présents sur l'emprise du futur cheminement, et des faits associés

(V. Carpentier, B. Labbey)

3.2.1 Introduction

Les 22 ouvrages bétonnés et faits associés répertoriés sur le tracé du cheminement projeté par l'ABMC (fig. 27) ou à proximité (hot spot 2/ouvrage n° 22), sont décrits individuellement dans l'inventaire ci-après. Ces ouvrages en béton ont été identifiés à partir de la même méthode que les cratères, par reconnaissance directe sur le terrain, couplée à la photo-interprétation des couvertures photographiques aériennes. Les renvois aux descriptifs les plus importants produits par le rapport de l'Université du Texas (TAMU; Warden *et al.*, 2007b) ainsi que par les ouvrages dirigés par Alain Chazette en 2011 et 2014, sont indiqués en complément de chaque notice.

Les bunkers les plus intéressants, en termes de conservation et dans une perspective patrimoniale et pédagogique, sont les postes de direction de tir et de commandement de la batterie (ouvrages n° 11 et 14); le poste d'infirmerie allemand (ouvrage n° 20); le poste de commandement du colonel Rudder (ouvrage n° 4); les six grandes cuves circulaires en béton armé réalisées dès le mois de juillet 1942 afin d'accueillir les canons de 155 mm de la batterie initiale (dont cinq sont concernées par le projet: ouvrages n° 2, 6, 13, 16 et 19), la dernière – hotspot 2 alias ouvrage n° 22, située en dehors du faisceau de prospection, offrant cependant des caractéristiques en tout point similaires aux autres); et les casemates de type Regelbau 694, dont une moitié reste inachevée à la date du débarquement (concernées par le projet: ouvrages n° 5 et 12). Un certain nombre de faits dits « associés » ont été versés à ce même inventaire, en raison des relations de proximité et/ou de chronologie et de fonctionnalité qui les unissent à un ou plusieurs ouvrages adjacents. Il s'agit notamment des vestiges de construction associés aux bunkers, armatures en fers à béton visibles en surface, à proximité des ouvrages détruits par les bombardements (fig. 28, 29 et 30), ou bien amas de sacs de ciment solidifiés et abandonnés en place sur les ouvrages inachevés au matin du 6 juin 1944 (ouvrage n° 5) (fig. 31 et 32).

Fig. 28 Matériaux de construction de la casemate n° 8, au premier plan. Poutrelles de béton et treillage de fers à béton émergent d'un cratère. © Vincent Carpentier/Inrap 2019



Fig. 29 Matériaux de construction de l'une des casemates inachevées de la pointe du Hoc, après les combats du débarquement (1944). Ce cliché est à rapprocher du précédent. © NARA

Fig. 30 Poutrelles métalliques et fers à béton émergeant du sol et des genêts, aux abords de la casemate inachevée n°8 (1944). © Inrap 2019



Fig. 31 Matériaux de construction de la casemate n°8 attestant de son inachèvement au 6 juin 1944 : amas de sacs de ciment fossilisés en place et partiellement recouverts de déblais et de fragments détachés des ouvrages adjacents par les explosions.

© Vincent Carpentier/Inrap 2019

Fig. 32 Détail d'un sac de ciment fossilisé, près de la casemate n°8. © Vincent Carpentier/Inrap 2019







Fig. 33 Ouvrage bétonné n°11, poste de tir, plafond en lattes de bois carbonisées.

© Vincent Carpentier/Inrap 2019

Fig. 34 Ouvrage bétonné n°11, poste de tir, porte métallique intacte

© Vincent Carpentier/Inrap 2019

Fig. 35 Crochets servant à l'arrimage des filets de camouflage au sommet de l'ouvrage bétonné n°14.

© Vincent Carpentier/Inrap 2019

Une piste bétonnée (ouvrage n°9), large d'environ cinq mètres, traversait une partie de la batterie et permettait d'acheminer plus facilement les matériaux de construction sur les emplacements prévus pour accueillir les casemates R. 694. La piste aboutit en effet à hauteur de l'une des deux casemates inachevées, ce qui conduit à penser qu'elle fut probablement construite au début de l'année 1944. À noter également la présence d'un mur en moellons calcaires observé au ras du sol dans la partie sud-est de la batterie (ouvrage n°7), et qui semble antérieur à celle-ci sans toutefois apparaître sur les cadastres anciens ; il est dès lors possible que ce mur soit antérieur au plus ancien lever cadastral de 1823. Il pourrait s'agir d'un aménagement de type domestique ou agricole, hypothèse que seul un sondage archéologique permettrait de vérifier.

Le poste de direction de tir de la batterie (ouvrage n°11) est le bunker le plus massif de tout le site de la Pointe du Hoc. Il s'agit d'un ouvrage bétonné de type Regelbau 636 qui, en 1944, coordonnait les tirs des canons de 155 mm. Achievé à l'automne 1943, le poste fut installé en remplacement d'un premier ouvrage en bois, tout au nord du site, à une dizaine de mètres du bord de la falaise et à proximité de la pointe rocheuse qui a donné son nom au site. En 1944, ce bunker était recouvert d'un revêtement de camouflage fait de pierres et de ciment, lui conférant un aspect proche de la roche naturelle, dispositif que l'on retrouve sous une forme similaire sur le site de la batterie de Merville, dans le Calvados (Carpentier, 2018). Le camouflage en trompe-l'œil a toutefois disparu depuis. Ce poste de direction de tir est d'un grand intérêt historique et patrimonial puisqu'il est unique dans le département du Calvados. Il faut également noter qu'il se trouve aujourd'hui en parfait état de conservation, y compris ses parties intérieures dont les éléments en bois ont été carbonisés par suite d'un incendie (fig. 33 et 34), et qu'il a été aménagé pour la visite.

Le poste de commandement de la batterie (ouvrage n°14), implanté au centre du dispositif, consiste quant à lui en un abri de type Regelbau 501 détourné de sa fonction première d'abri pour groupe de combat de dix hommes, au profit du commandant de la batterie. Il comprend à l'origine une unique pièce dotée d'une seule entrée, partagée en deux par la construction d'une cloison en parpaings, de sorte à créer une chambre d'officier. Cet aménagement purement local, est totalement absent des plans normalisés. La porte blindée modèle 434P01 défendant l'entrée, est aujourd'hui présente et en bon état ; il s'agit de l'un des rares témoignages d'huissierie encore en place sur le mur de l'Atlantique en Normandie. Sur le toit du bunker ont été conservés les crochets métalliques servant à l'installation des filets de camouflage, dispositif que l'on rencontre également sur la batterie de Merville (Carpentier, 2018) (fig. 35).

Le poste d'infirmerie de la batterie (ouvrage n°20), localisé le plus au sud, est un grand abri de troupes modèle Regelbau 661 réalisé dans le courant de l'année 1943. La particularité de cet ouvrage est de disposer d'un couloir d'accès, à l'est, plus large que l'autre afin de faciliter le passage des brancards. Cet ouvrage demeure aujourd'hui en très bon état de conservation même si les ouvrages légers attenants sont moins bien préservés. Ce type d'abri est relativement rare sur le mur de l'Atlantique ; on le trouve uniquement sur les sites stratégiques importants, comme la station radar de Douvres-la-Délivrande, dans un état de conservation plus médiocre.

Le poste de commandement du colonel Rudder (ouvrage n°4) a été établi, aux premières heures de l'assaut des Rangers, à l'emplacement d'un abri bétonné de type L. 409A, construit dans le courant de l'année 1943, supportant un canon antiaérien de 37 mm Flak 36. La position a également

servi de premier poste de secours pour accueillir les nombreux blessés lors des combats des 6-8 juin. Bien que particulièrement exposé aux tirs de marine, ce bunker est relativement bien préservé ; seule une partie de la paroi entourant l'encuvement a été endommagée par un obus.

Les encuvements bétonnés pour canons de 155 mm de la première époque s'écartent des standards normalisés établis par l'Organisation Todt et sont des créations locales. Ces encuvements semi-enterrés, d'un diamètre légèrement supérieur à 16 mètres, sont équipés d'un pivot central surélevé accueillant une plaque rotative en acier. Deux de ces plaques (*Schwere Drehbettung*) ont été préservées, l'une *in situ* au centre de l'encuvement n°22, l'autre sur le sol de la batterie (fait n°21) : cette dernière fut probablement projetée hors de l'encuvement n°13 lors d'une explosion. Il s'agit aujourd'hui des deux seules plaques de ce type subsistant sur le site de la Pointe du Hoc tandis qu'il n'en existe aucun parallèle sur les autres sites répertoriés du mur de l'Atlantique. Leur intérêt historique et typologique mériterait donc largement des mesures de protection et de restauration adaptées. Une fois installé sur ladite plaque, le canon pouvait pivoter sur 360° et ainsi ouvrir le feu dans toutes les directions. Chaque ouvrage inclut également plusieurs niches à munitions latérales et autres pièces dédiées au stockage d'appoint ou servant d'abri pour les artilleurs. L'encuvement n°16 a été en partie démoli par les troupes allemandes afin de permettre la mise en place des fondations de la nouvelle casemate attenante (n°17) ; or il est intéressant de souligner que ce type de chronologie relative entre deux générations d'ouvrages bétonnés s'avère relativement exceptionnel sur le mur de l'Atlantique.

Fig. 36 Ouvrage bétonné n°14, mur avec traces de coffrage en planches et impacts de balles.
© Vincent Carpentier/Inrap 2019



À ces encuvements sont associés des abris bétonnés de type R. 502 (ouvrages n° 8 et 15), réalisés dès le courant de l'année 1942. Il s'agit de fait des ouvrages fortifiés de première génération construits sur le mur de l'Atlantique. À partir de 1943, ce modèle a été remplacé par les abris Regelbau 622. Aujourd'hui, l'abri n° 8 est toujours remblayé et recouvert par la végétation tandis que l'ouvrage n° 15 a été nettoyé et aménagé pour la visite. Ce dernier présente une porte métallique intacte et divers témoins de construction (murs bétonnés avec traces de coffrage... [fig. 36]) et d'aménagement participant d'un excellent état de conservation.

La batterie comprenait en outre trois soutes à munitions de type R. 134 (dont les ouvrages n° 10 et 18 concernés par le projet), construites elles aussi en 1942 pour le stockage des obus de 155 mm, à mi-chemin entre deux encuvements. Des vestiges de rails présents dans le couloir laissent supposer que des wagonnets ont été installés afin de faciliter le transfert des obus dont le poids avoisine les 40 kilos. La soute n° 10 était toujours intacte le 8 juin 1944, comme l'atteste une photographie prise par un correspondant américain. Il est donc probable qu'elle fut détruite par les troupes américaines lors de tests de démolition réalisés après la fin des combats.

Six casemates modèle Regelbau 694 devaient remplacer les encuvements de première époque bâtis en 1942. Il convient de souligner que la batterie de la Pointe du Hoc est le seul site du département Calvados à présenter des casemates de ce type. Deux d'entre elles étaient encore inachevées au 6 juin 1944 (ouvrages n° 5 et 12). Une photographie de la casemate n° 5, prise peu après le débarquement des Rangers, montre que ses parois extérieures en parpaings avaient été montées et son ferrailage constitué en vue du coulage du béton. Il semble cependant que des ferrailleurs aient récupéré les tiges en acier après-guerre puisque ces dernières ne sont plus présentes aujourd'hui. Par ailleurs, un amas de sacs de ciment fossilisés est visible à proximité immédiate des vestiges de la casemate, prouvant que le chantier était bien en cours le 6 juin 1944. La dalle de couverture et les parois en béton armé de ces casemates, d'une épaisseur de près de deux mètres, conféraient une protection efficace aux pièces d'artillerie face aux bombardements alliés. Cette protection diminuait en revanche très largement les possibilités de tir pour les artilleurs, le champ de tir se trouvant ainsi réduit à 120°. Toutefois, ce rétrécissement était contrebalancé par l'agencement des casemates dont l'implantation au sol dessinait un large «V» pointé vers le nord, les embrasures étant orientées dans la direction nord-ouest pour les trois premières et nord-est pour les trois autres. Cette organisation permettait ainsi de pallier l'abandon des encuvements tout en conservant un très large champ de tir.

3.2.2 Inventaire

Ouvrage n°1 - Tobruk Bf.58c (Warden *et al.* 2007 = Tobrouk)

Ce bunker (**fig.37**) faisait partie intégrante de la défense périphérique de la batterie de la Pointe du Hoc. Ce petit ouvrage bétonné implanté à l'extrémité est de la position avait en charge la surveillance et la protection des abords du site. Dépendant de la famille des «Tobrouks», celui-ci correspond au modèle Bf. 58c et a été construit à la fin de l'année 1943. Il comporte un poste de combat doté d'une ouverture circulaire de 80 centimètres de diamètre. Une mitrailleuse de type MG 34 pouvait être installée dans cette ouverture à l'aide d'un rail métallique circulaire, mais il est très probable que cet exemplaire n'en fut pas doté. Le poste de combat est précédé d'une petite chambre aux dimensions étroites, dévolue au stockage des munitions. Deux soldats pouvaient prendre place à l'intérieur de cet ouvrage défensif construit en périphérie de la batterie afin de s'opposer à une éventuelle attaque venue des terres. À l'heure actuelle, cet élément demeure en très bon état de conservation, n'ayant pas été endommagé par l'explosion qui a provoqué l'imposant cratère attenant.

Localisation: section 0C / parcelle 101

Références:

- CHAZETTE *et al.*, 2014, p. 85.
- WARDEN *et al.*, 2007, p. 146-147.

Fig. 37 Ouvrage bétonné n°1, Tobrouk
modèle Bf. 58c, construit à la fin de l'année
1943. © Vincent Carpentier/Inrap 2019



Ouvrage n°2 - Encuvement (Warden *et al.* 2007 : GE1)

Cet ouvrage bétonné (**fig. 38**) est l'une des six cuves circulaires en béton armé réalisées dès le mois de juillet 1942 afin d'accueillir les canons de 155 mm. Celle-ci se trouve à l'extrémité est du site. Il s'agit des premiers éléments construits sur le site de la Pointe du Hoc. Contrairement aux autres ouvrages défensifs bétonnés de la batterie, ces cuves s'écartent des standards normalisés établis par l'Organisation Todt et sont des créations locales. Cet encuvement semi-enterré, d'un diamètre légèrement supérieur à 16 mètres, est équipé d'un pivot central surélevé accueillant une plaque rotative en acier. Une fois installé sur ladite plaque, le canon pouvait pivoter sur 360° et ainsi ouvrir le feu dans toutes les directions. Cinq niches à munitions latérales ainsi qu'une petite pièce desservie par un couloir offraient un stockage d'appoint en munitions et un abri pour les servants du canon. Un accès d'une largeur de trois mètres, aménagé dans la paroi circulaire, permettait aux artilleurs d'amener le canon dans l'encuvement ou bien de l'en extraire en cas de besoin. Cette cuve, particulièrement vulnérable en cas de bombardement, a été relativement peu endommagée. Seule la petite pièce dévolue au stockage a été littéralement pulvérisée. Les parois de la cuve ont, quant à elles, été légèrement impactées. L'encuvement a été partiellement remblayé par des projections de terre résultant des explosions environnantes.

Localisation: section 0C / parcelle 101

Références:

- CHAZETTE *et al.*, 2014, p. 84-85 et 88.
- WARDEN *et al.*, 2007, p. 55-79.

Fig. 38 Ouvrage bétonné n°2, encuvement circulaire semi-enterré pour canon de 155mm, construit à partir de juillet 1942. © Inrap 2019



Ouvrage n°3 - Petite soute à munitions

Cet ouvrage (**fig. 39**) est une petite soute construite en béton armé qui assurait le stockage de munitions. Cet élément semi-enterré se trouve dans la partie est de la batterie de la Pointe du Hoc. Ses dimensions réduites et sa proximité avec le canon antiaérien de 37 mm conduisent à supposer qu'il s'agissait d'un stockage d'appoint en obus de Flak. Lors des nombreux bombardements, ce petit ouvrage a été déstabilisé et a basculé vers l'arrière. Il a également été en grande partie remblayé par les projections de terre dues aux explosions. Il demeure néanmoins apparemment intact.

Localisation: section 0C / parcelle 101

Fig. 39 Ouvrage bétonné n°3, soute à munitions en grande partie enterrée.

© Vincent Carpentier/Inrap 2019

**Ouvrage n°4 - Abri modèle L. 409 (Warden et al. 2007 = Bunker RL 409A)**

Ce bunker (**fig. 40**) est probablement l'ouvrage le plus célèbre de la Pointe du Hoc puisqu'il a servi de poste de commandement au colonel Rudder dès le matin du 6 juin 1944. Il a également fait office de poste de secours pour les Rangers blessés. Cet ouvrage correspondant au modèle L 409A a été construit dans le courant de l'année 1943. Il s'agit d'un abri supportant un canon antiaérien de 37 mm Flak 36. La Pointe du Hoc étant particulièrement exposée aux attaques aériennes alliées, le site a été doté de deux canons de ce modèle installés respectivement aux extrémités est et ouest de la batterie. L'abri fonctionne sur deux niveaux. Le niveau inférieur compte deux pièces principales desservies par deux escaliers d'accès. Un sas anti-gaz se trouvait entre les deux afin d'assurer une parfaite étanchéité en cas d'attaque chimique. Deux créneaux de tir équipés de plaques blindées permettaient de défendre l'accès à l'abri. L'une des deux pièces servait au logement des soldats en charge du canon tandis que l'autre assurait le stockage des obus de 37 mm et du matériel. Au niveau supérieur, sur la dalle de couverture de l'abri, on trouve un encuvement octogonal doté de niches à munitions. Au centre, le canon était installé sur un plot en béton surélevé (**fig. 41**). Un escalier aménagé contre l'abri permettait de circuler entre les deux niveaux (**fig. 42**). Bien que particulièrement exposé aux tirs de marine, ce bunker est relativement bien préservé; seule une partie de la paroi entourant l'encuvement a été endommagée par un obus.

Localisation: section 0C / parcelle 101

Références:

- CHAZETTE *et al.*, 2014, p. 85 and 89.
- WARDEN *et al.*, 2007, p. 111-119.



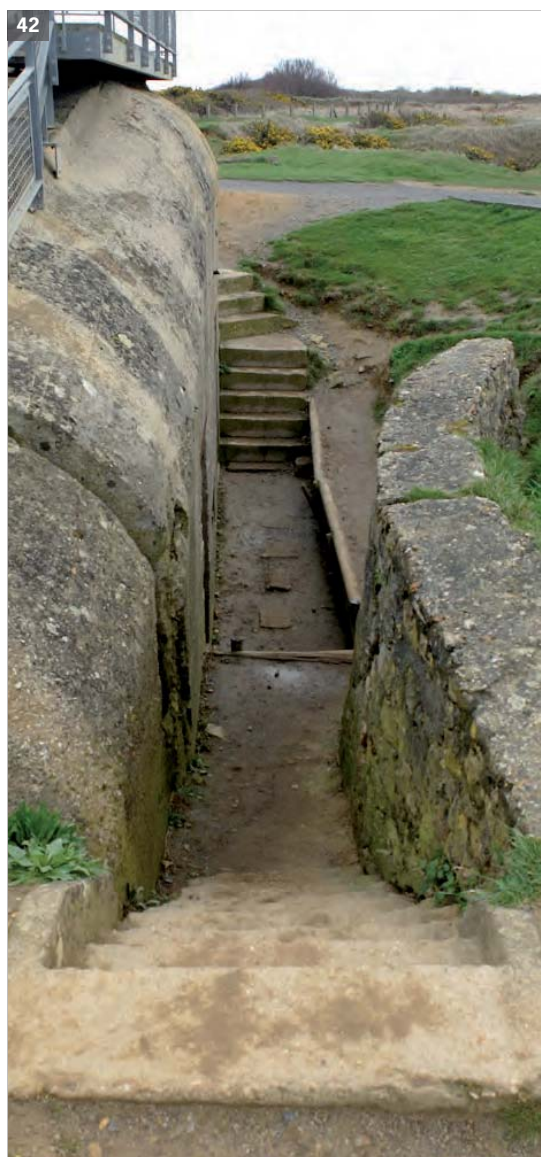
Fig. 40 Ouvrage bétonné n°4, support modèle L 409A pour canon antiaérien de 37 mm Flak 36, construit en 1943 et réutilisé le 6 juin 1944 par le colonel Rudder, du 2e US Rangers, pour y installer son PC. © Inrap 2019

Fig. 41 Ouvrage bétonné n°4, plot en béton circulaire destiné à recevoir la base du canon antiaérien L 409A de 37 mm Flak 36.

© Vincent Carpentier/Inrap 2019

Fig. 42 Ouvrage bétonné n°4, escalier d'époque donnant accès à la base enterrée du bunker. Le mur en moellons, à droite, non réglementaire, est également un aménagement d'époque.

© Vincent Carpentier/Inrap 2019



Ouvrage n°5 - Casemate R. 694 (Warden *et al.* 2007 = R694-1)

Cet ouvrage (**fig. 43**) est l'une des deux casemates inachevées avant le débarquement des Rangers. Cette dernière devait correspondre au modèle Regelbau 694. Une photographie prise peu après le débarquement des Rangers montre que les parois extérieures en parpaings avaient déjà été montées et que le ferrailage était en place. Tout était donc prêt pour que le béton soit coulé. Lors des intenses bombardements préparatoires, les parois se sont en partie effondrées sur elles-mêmes et la fosse de fondation a été très largement remblayée par les projections de terre. En observant les vestiges qui subsistent aujourd'hui, on peut supposer que des ferrailleurs ont récupéré les tiges en acier après-guerre puisqu'elles sont absentes. Il est en revanche très intéressant de noter que des sacs de ciment fossilisés sont toujours présents à proximité immédiate des vestiges de la casemate, prouvant que le chantier était en cours le 6 juin 1944.

Localisation: section 0C / parcelle 101

Références:

- CHAZETTE *et al.*, 2014, p. 86, 88.
- WARDEN *et al.*, 2007, p. 131-143.

Fig. 43 Ouvrage bétonné n°5, vestiges d'une casemate pour canon de 155 mm modèle Regelbau 694, inachevée le 6 juin 1944.

© Vincent Carpentier/Inrap 2019

**Ouvrage n°6 - Encuvement** (Warden *et al.* 2007 = GE2)

Cet ouvrage bétonné (**fig. 44**) est l'une des six cuves circulaires en béton armé réalisées dès le mois de juillet 1942 afin d'accueillir les canons de 155 mm. Celui-ci se trouve dans la partie est de la Pointe du Hoc. Il s'agit des premiers ouvrages construits sur le site de la batterie. Contrairement aux autres ouvrages défensifs bétonnés du site, ces cuves s'écartent des standards normalisés établis par l'Organisation Todt et sont des créations locales. Cet encuvement semi-enterré, d'un diamètre légèrement supérieur à 16 mètres, est équipé d'un pivot central surélevé accueillant une plaque rotative en acier (**fig. 45**). Une fois installé sur ladite plaque, le canon pouvait pivoter sur 360° et ainsi ouvrir le feu dans toutes les directions. Cinq niches à munitions latérales ainsi qu'une petite pièce desservie par un couloir offraient un stockage d'appoint en munitions et un abri pour les servants du canon. Un accès d'une largeur de trois mètres, aménagé dans la paroi circulaire, permettait aux artilleurs d'amener le canon dans l'encuvement ou bien de l'en extraire en cas de besoin. Cette cuve, particulièrement

Fig. 44 Ouvrage bétonné n°6, encuvement circulaire semi-enterré pour canon de 155 mm, construit à partir de juillet 1942. © Inrap 2019

Fig. 45 Ouvrage bétonné n°6, base bétonnée et pivot central métallique destiné à accueillir une plaque rotative en acier pour canon de 155 mm. © Vincent Carpentier/Inrap 2019

vulnérable en cas de bombardement, a été durement touchée par les explosions. La petite pièce dévolue au stockage a été totalement pulvérisée tandis que les dalles en béton recouvrant les niches à munitions latérales ont été arrachées. Enfin, les parois de la cuve ont été détruites et leurs fragments projetés au centre, à l'emplacement du canon. L'ouvrage a également été partiellement remblayé par les projections de terre résultant des explosions environnantes.

Localisation: section 0C / parcelle 101

Références:

- CHAZETTE *et al.*, 2014, p. 84-85 et 88.
- WARDEN *et al.*, 2007, p. 55-79.



Ouvrage n°7 - Fondations de mur

Les fondations d'un mur en moellons de calcaire (**fig. 46**) sont observables dans la partie sud-est de la batterie de la Pointe du Hoc. Ce vestige n'est pas clairement identifié et reste difficile à dater. Il est très peu probable qu'il soit lié à la présence allemande à laquelle il semble antérieur. Cependant, l'étude des cadastres anciens n'a pas révélé la présence de mur ou de bâtiment dans ce secteur du site ; il est donc possible que cet aménagement soit antérieur au plus ancien lever cadastral de 1823. Il pourrait s'agir d'un aménagement de type domestique ou agricole. Seul un sondage archéologique permettrait d'identifier clairement cette maçonnerie.

Localisation : section 0C / parcelle 101

Ouvrage n°8 - Abri R. 502 (Warden et al. = R 502-1)

Ce bunker (**fig. 47**) est un abri pour deux groupes de combat correspondant au modèle Regelbau 502. Cette construction, réalisée dans le courant de l'année 1942, fait partie des ouvrages fortifiés de première génération construits sur le mur de l'Atlantique. À partir de 1943, ce modèle a été remplacé par les abris Regelbau 622. Il assurait le cantonnement de la garnison de la batterie en pouvant accueillir vingt soldats. L'accès se faisait par deux escaliers parallèles qui donnaient sur un sas anti-gaz. En face de chaque escalier, on trouve un créneau de tir équipé d'une plaque blindée qui permettait de défendre l'accès à l'ouvrage. Un petit couloir permettait ensuite de passer du sas de décontamination aux pièces dédiées au cantonnement. L'espace de vie était divisé en deux grandes pièces séparées par une cloison interrompue pour laisser un passage. Des lits superposés étaient fixés aux murs et un poêle assurait le chauffage collectif. Un système de ventilation était également présent dans les deux pièces. Depuis la salle de vie est, une porte donne accès à un petit local destiné à l'observation. Au niveau du plafond, un périscope escamotable permettait de surveiller les abords de l'abri. Un tobrouk, auquel on accède par l'extérieur, est intégré à l'ouvrage. Il permettait de surveiller les environs et de se défendre le cas échéant. Lors des bombardements préalables au débarquement, les accès ont été en partie remblayés par les projections de terre résultant des explosions. Aujourd'hui, l'abri est toujours remblayé et recouvert par la végétation.

Localisation : section 0C / parcelle 101

Références :

- CHAZETTE *et al.*, 2014, p. 84.
- WARDEN *et al.*, 2007, p. 86-93.



Fig. 46 Fait associé aux ouvrages bétonnés n°7, vestiges d'un mur en moellons de calcaire, antérieur à 1823 ? © Vincent Carpentier/Inrap 2019

Fig. 47 Ouvrage bétonné n°8, abri pour deux groupes de combat modèle Regelbau 502, construit en 1942. © Vincent Carpentier/Inrap 2019



Ouvrage n°9 - Piste en béton armé

(Warden *et al.* 2007 = structure non identifiée)

Cet ouvrage (**fig. 48**) se distingue des autres constructions bétonnées puisqu'il s'agit d'un aménagement logistique qui n'a pas vocation à protéger du matériel ni des soldats. Il s'agit d'une piste en béton d'une largeur d'environ cinq mètres. Elle traversait une partie de la batterie et permettait d'acheminer plus facilement les matériaux de construction. Cette chaussée aboutit d'ailleurs au niveau de l'une des deux casemates inachevées, ce qui invite à penser qu'elle fut probablement construite au début de l'année 1944. Aujourd'hui, seule une petite portion est toujours visible mais l'ensemble devait être plus conséquent en 1944. Le talus qui borde cet aménagement résulte certainement du creusement et du nivellement préalables à sa mise en place.

Localisation: section 0C / parcelles 99, 101

Références:

– WARDEN *et al.*, 2007, p. 152-153.

Fig. 48 Fait associé aux ouvrages bétonnés n°9, piste bétonnée pour l'acheminement des matériaux de construction, début 1944 ?

© Vincent Carpentier/Inrap 2019



Ouvrage n° 10 - Soute à munitions R. 134 (Warden et al. = R 134-2)

Ce bunker (fig. 49) est une soute à munitions qui fait partie d'une série de trois ouvrages identiques construits dès 1942 pour assurer le stockage des obus de 155 mm. Cette soute appartenant au modèle Regelbau 134 a été implantée à égale distance entre deux encuvements pour canon. Elle permettait un approvisionnement rapide et efficace de chaque binôme de canons. La soute dispose de deux grandes salles desservies par un couloir latéral à deux entrées. Les obus et les charges propulsives étaient rigoureusement dissociés pendant le stockage pour prévenir tout risque d'explosion accidentelle. Les deux entrées étaient protégées par un massif bétonné accolé destiné à limiter la propagation d'éclats en cas d'explosion proche. Des rails présents dans le couloir laissent supposer que des wagonnets avaient pu être installés afin de faciliter le transfert des obus dont le poids avoisine les 40 kilos.

Cette soute, aujourd'hui sérieusement endommagée, était toujours intacte le 8 juin 1944 comme l'atteste une photographie prise par un correspondant américain. Il est donc probable qu'elle ait été volontairement détruite par les troupes américaines lors de tests de démolition réalisés après la fin des combats. Une explosion interne a fissuré la dalle de couverture de deux mètres d'épaisseur sur toute sa longueur et les parois des deux pièces ont été presque entièrement détruites.

Localisation: section 0C / parcelle 101

Références:

- CHAZETTE *et al.*, 2014, p. 84.
- WARDEN *et al.*, 2007, p. 121-129.

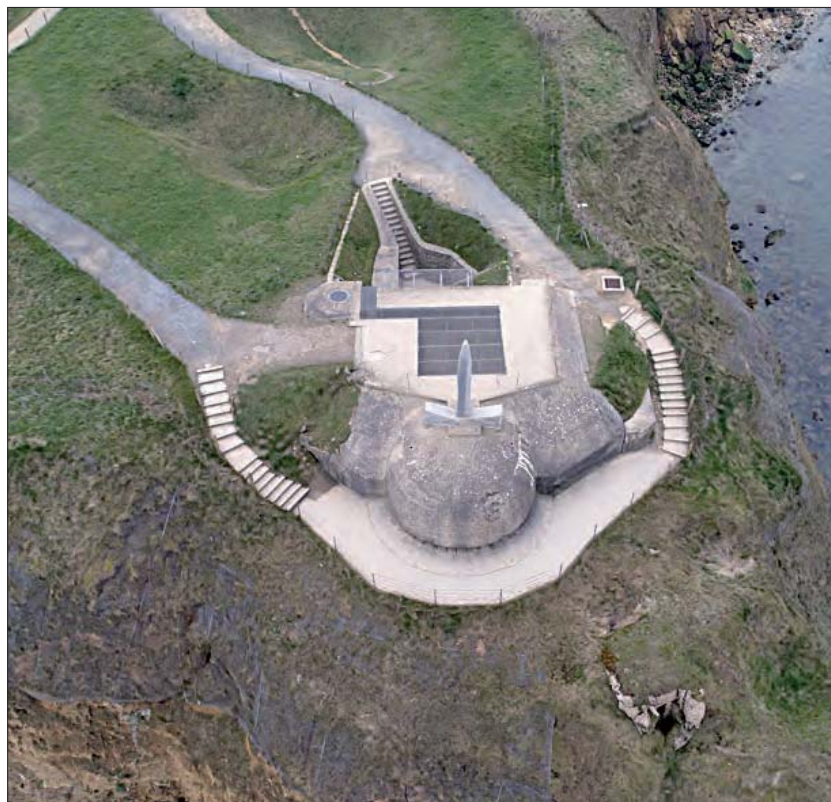
Fig. 49 Ouvrage bétonné n°10, soute à munitions modée Regelbau 134, construite en 1942. © Vincent Carpentier/Inrap 2019



Ouvrage n° 11 - Poste de direction de tir R. 636 (Warden et al. = R 636A)

Ce bunker (fig. 50) est l'ouvrage le plus massif de la batterie de la Pointe du Hoc. Il s'agit du poste de direction de tir modèle Regelbau 636 qui coordonnait en 1944 les tirs des canons de 155 mm. Ce centre névralgique, achevé à l'automne 1943, est installé tout au nord du site, à une dizaine de mètres du bord de la falaise et à proximité de la pointe rocheuse ayant conféré son nom au site. Il a remplacé un premier poste d'observation rudimentaire en bois. Il comporte trois grandes pièces dont la principale était dédiée aux calculs et à l'étude des cartes. Les deux salles latérales, plus modestes, assuraient le logement des officiers, des hommes affectés à la surveillance de la côte et faisaient aussi fonction de central radio. En avant de ces trois salles se trouve une petite pièce munie d'une large fente d'observation horizontale offrant une vue parfaitement dégagée sur la côte orientale de la Manche. L'entrée de l'ouvrage dispose d'un sas anti-gaz et est défendue par une caponnière ainsi que par un second créneau de tir. Une pièce dotée d'une fenêtre a été adossée à l'ouvrage au niveau de l'entrée. Cette réalisation légère, construite en parpaings et en briques, faisait office de réfectoire. Sur le toit de l'ouvrage, on trouve un tobrouk assurant la surveillance et la défense rapprochée, une citerne à eau et surtout une cuve carrée destinée à recevoir le télémètre. Cet appareil stéréoscopique permettait de calculer précisément la distance entre la Pointe du Hoc et les navires croisant au large. Un groupe électrogène assurait au poste d'observation une totale autonomie en énergie en cas de destruction du réseau électrique français. C'est depuis cet ouvrage majeur qu'étaient fournies les coordonnées de tir aux artilleurs. Un mur en béton de 1,50 mètre d'épaisseur a été adossé au mur latéral ouest de manière à le renforcer face aux tirs venants de la mer. En 1944, le poste de direction de tir était recouvert d'un revêtement de camouflage fait de pierres et de ciment, lui donnant un aspect proche de la roche naturelle. Ce camouflage a disparu depuis. Ce poste de direction de tir est d'un grand intérêt historique et patrimonial puisqu'il est unique dans le département du Calvados. Il faut également noter qu'il se trouve aujourd'hui en parfait état de conservation

Fig. 50 Ouvrage bétonné n°11, poste de direction de tir de la batterie de la pointe du Hoc, modèle Regelbau 636, achevé à l'automne 1943. © Inrap 2019



et qu'il a été aménagé pour la visite. It should also be noted that it is today in a perfect state of preservation and that it has been prepared for visitors.

Localisation: section 0C / parcelle 97, 98

Références:

- CHAZETTE *et al.*, 2014, p. 85 et 87.
- WARDEN *et al.*, 2007, p. 99-105.

Ouvrage n°12 - Casemate R. 694 (Warden *et al.* 2007 = R 694-3)

Cet ouvrage (fig. 51) est l'une des deux casemates achevées avant le débarquement des Rangers. Elle correspond au modèle Regelbau 694. Celle-ci se compose d'une chambre de tir pourvue d'une fosse circulaire destinée à recevoir un canon de 155 mm. Un couloir dessert cette pièce et aboutit sur une porte d'accès aménagée sur la façade arrière de l'ouvrage. De part et d'autre du couloir, deux soutes à munitions sont disposées afin de stocker les obus et les charges propulsives. La dalle de couverture et les parois en béton armé, d'une épaisseur de près de deux mètres, conféraient une protection efficace aux pièces d'artillerie face aux bombardements alliés. Cette protection diminuait en revanche très largement les possibilités de tir pour les artilleurs, le champ de tir se trouvant ainsi réduit à 120°. Ce rétrécissement est contrebalancé par l'agencement des casemates dont l'implantation au sol dessine un large «V» pointé vers le nord, les embrasures étant orientées dans la direction nord-ouest pour les trois premières et nord-est pour les trois autres. Cette organisation permettait ainsi de pallier l'abandon des encuvements tout en conservant un très large champ de tir. Aujourd'hui, cette casemate est toujours visible mais présente de nombreuses séquelles dues aux bombardements. Cependant, il faut noter que la batterie de la Pointe du Hoc est le seul site du Calvados à présenter des casemates de type Regelbau 694.

Localisation: section 0C / parcelle 99

Références:

- CHAZETTE *et al.*, 2014, p. 86, 88.
- WARDEN *et al.*, 2007, p. 131-143.

Fig. 51 Ouvrage bétonné n°12, casemate de tir pour canon de 155 mm modèle Regelbau 694, achevée le 6 juin 1944.

© Vincent Carpentier/Inrap 2019



Ouvrage n°13 - Encuvement (Warden *et al.* 2007 = GE4)

Cet ouvrage bétonné (fig. 52) est l'une des six cuves circulaires en béton armé réalisées dès le mois de juillet 1942 afin d'accueillir les canons de 155 mm. Celle-ci se trouve à l'extrémité est du site. Il s'agit des premiers éléments construits sur le site de la Pointe du Hoc. Contrairement aux autres ouvrages défensifs bétonnés de la batterie, ces cuves s'écartent des standards normalisés établis par l'Organisation Todt et sont des créations locales. Cet encuvement semi-enterré, d'un diamètre légèrement supérieur à 16 mètres, est équipé d'un pivot central surélevé accueillant une plaque rotative en acier. Une fois installé sur ladite plaque, le canon pouvait pivoter sur 360° et ainsi ouvrir le feu dans toutes les directions. Cinq niches à munitions latérales ainsi qu'une petite pièce desservie par un couloir offraient un stockage d'appoint en munitions et un abri pour les servants du canon. Un accès d'une largeur de trois mètres, aménagé dans la paroi circulaire, permettait aux artilleurs d'amener le canon dans l'encuvement ou bien de l'en extraire en cas de besoin. Cette cuve, particulièrement vulnérable en cas de bombardement, a été sévèrement endommagée. Toute la moitié sud-est de l'ouvrage a disparu et la petite salle située au bout du couloir a été entièrement pulvérisée. Des blocs détachés de la paroi ont été projetés à l'emplacement du canon et l'ensemble a été partiellement remblayé par les projections de terre résultant des explosions environnantes.

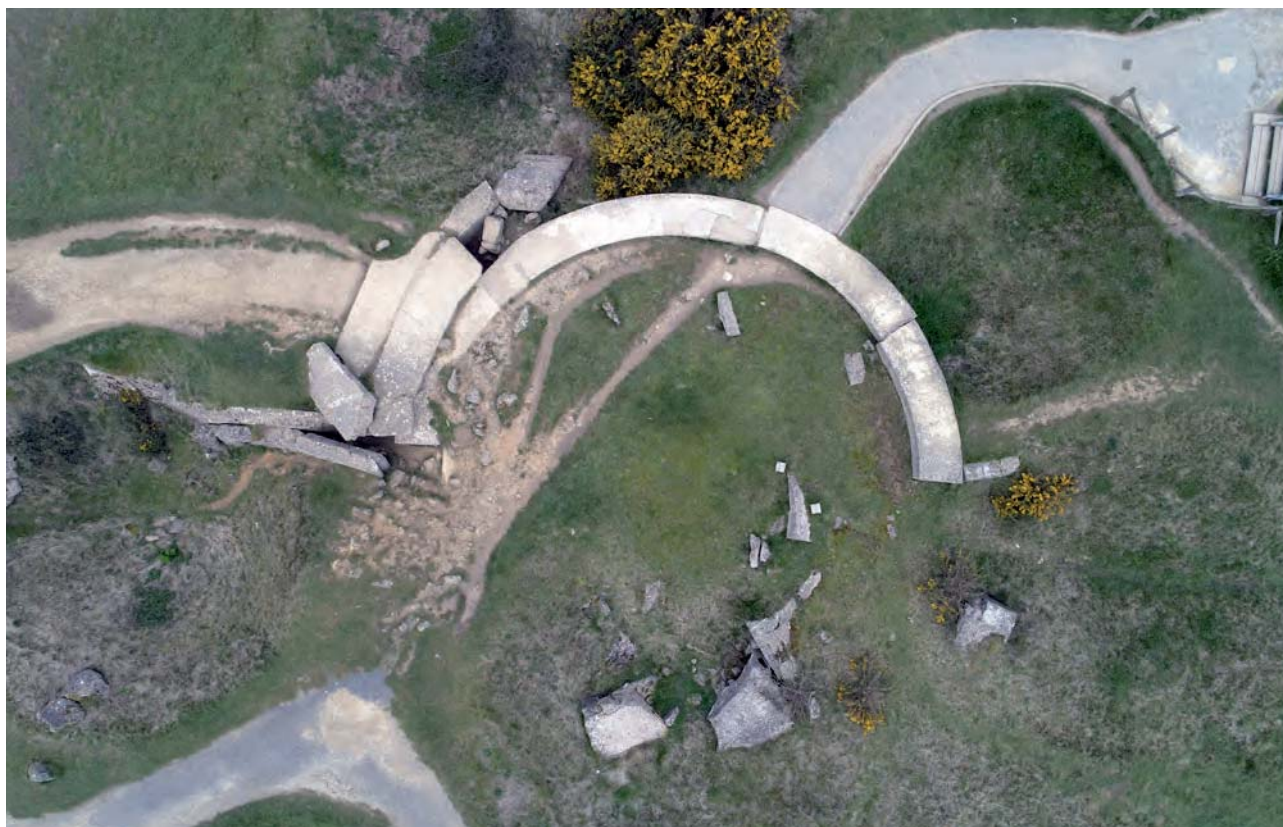
Localisation: section 0C / parcelles 96, 99

Références:

- CHAZETTE *et al.*, 2014, p. 84-85 et 88.
- WARDEN *et al.*, 2007, p. 55-79.

Fig. 52 Ouvrage bétonné n°13, vestiges d'un encuvement circulaire semi-enterré pour canon de 155 mm, construit à partir de juillet 1942.

© Vincent Carpentier/Inrap 2019



Ouvrage n° 14 - Abri R. 501 (Warden *et al.* 2007 = Bunker 501)

Ce bunker (**fig. 53**) offre la particularité d'avoir été détourné de sa fonction première. Initialement conçu pour abriter un groupe de combat de dix hommes, cet abri modèle Regelbau 501 a en effet été affecté comme poste de commandement au chef de batterie. Implanté au centre du dispositif, il se limite à une unique pièce à laquelle on accède par une seule entrée dotée d'un sas anti-gaz. Un créneau de tir muni d'une plaque blindée défend l'accès à l'ouvrage. La pièce principale a été séparée en deux par la construction d'une cloison en parpaings, formant ainsi un petit local séparé dans le coin nord-ouest. Ce réduit servait de chambre à l'officier en charge de la batterie de la Pointe du Hoc. Il s'agit d'un aménagement purement local, totalement absent des plans normalisés. Une issue de secours aménagée dans l'une des parois permettait d'évacuer l'abri autrement que par l'accès principal. Un tobrouk a été accolé à cet ouvrage qui s'en trouve normalement dépourvu, tandis que le mur nord de l'ensemble a été renforcé par l'ajout d'un épais parement en béton armé. Une pièce bétonnée enterrée a également été attribuée à ce poste de commandement. Faisant face à l'entrée du PC, elle pouvait faire office de réfectoire ou bien de pièce de stockage. Aujourd'hui, cet ouvrage demeure en bon état de conservation. On constate néanmoins que le tobrouk qui lui était accolé, a été déstabilisé par les intenses bombardements. La porte blindée modèle 434P01 est toujours présente et reste en bon état; il s'agit d'un rare témoignage d'huissierie encore en place.

Localisation: section 0C / parcelle 99

Références:

- CHAZETTE *et al.*, 2014, p. 84.
- WARDEN *et al.*, 2007, p. 82-85.

Fig. 53 Ouvrage bétonné n°14, abri pour troupes modèle Regelbau 501, aménagé en poste de commandement pour le chef de la batterie de la pointe du Hoc.

© Vincent Carpentier/Inrap 2019



Ouvrage n°15 - Abri R. 502 (Warden et al. = R 502-2)

Ce bunker (**fig. 54**) est un abri pour deux groupes de combat correspondant au modèle Regelbau 502. Cette construction, réalisée dans le courant de l'année 1942, fait partie des ouvrages fortifiés de première génération construits sur le mur de l'Atlantique. À partir de 1943, ce modèle a été remplacé par les abris Regelbau 622. Il assurait le cantonnement de la garnison de la batterie en pouvant accueillir vingt soldats. L'accès se faisait par deux escaliers parallèles qui donnaient sur un sas anti-gaz. En face de chaque escalier, on trouve un créneau de tir équipé d'une plaque blindée qui permettait de défendre l'accès à l'ouvrage. Un petit couloir permettait ensuite de passer du sas de décontamination aux pièces dédiées au cantonnement. L'espace de vie était divisé en deux grandes pièces séparées par une cloison interrompue pour laisser un passage. Des lits superposés étaient fixés aux murs et un poêle assurait le chauffage collectif. Un système de ventilation était également présent dans les deux pièces. Depuis la salle de vie est, une porte donne accès à un petit local destiné à l'observation. Au niveau du plafond, un périscopes escamotable permettait de surveiller les abords de l'abri. Un tobrouk, auquel on accède par l'extérieur, est intégré à l'ouvrage. Il permettait de surveiller les environs et de se défendre le cas échéant. Lors des bombardements préalables au débarquement, les accès ont été en partie remblayés par les projections de terre résultant des explosions. Aujourd'hui, cet ouvrage a été nettoyé et mis en valeur pour le public. Le mobilier intérieur ainsi que les portes métalliques ont disparu sauf celle donnant accès au local d'observation. L'ouvrage demeure en très bon état de conservation.

Localisation: section 0C / parcelle 96

Références:

- CHAZETTE *et al.*, 2014, p. 84.
- WARDEN *et al.*, 2007, p. 86-93.

Fig. 54 Ouvrage bétonné n°15, abri pour deux groupes de combat modèle Regelbau 502, construit en 1942. © Vincent Carpentier/Inrap 2019



Ouvrage n° 16 - Encuvement (Warden *et al.* 2007 = GE5)

Cet ouvrage bétonné (**fig. 55**) est l'une des six cuves circulaires en béton armé réalisées dès le mois de juillet 1942 afin d'accueillir les canons de 155 mm. Il s'agit des premiers éléments construits sur le site de la Pointe du Hoc. Contrairement aux autres ouvrages défensifs bétonnés de la batterie, ces cuves s'écartent des standards normalisés établis par l'Organisation Todt et sont des créations locales. Cet encuvement semi-enterré, d'un diamètre légèrement supérieur à 16 mètres, est équipé d'un pivot central surélevé accueillant une plaque rotative en acier. Une fois installé sur ladite plaque, le canon pouvait pivoter sur 360° et ainsi ouvrir le feu dans toutes les directions. Cinq niches à munitions latérales ainsi qu'une petite pièce desservie par un couloir offraient un stockage d'appoint en munitions et un abri pour les servants du canon. Un accès d'une largeur de trois mètres, aménagé dans la paroi circulaire, permettait aux artilleurs d'amener le canon dans l'encuvement ou bien de l'en extraire en cas de besoin. Il convient ici de noter que la démolition partielle de la cuve par les troupes allemandes a été nécessaire afin de permettre la mise en place des fondations de la casemate attenante; or ce type de chronologie relative s'avère relativement rare sur le mur de l'Atlantique. Bien que particulièrement vulnérable en cas de bombardement, la cuve a été peu endommagée; elle a surtout été partiellement remblayée par les projections de terre résultant des explosions environnantes.

Localisation: section 0C / parcelle 94

Références:

- CHAZETTE *et al.*, 2014, p. 84-85 et 88.
- WARDEN *et al.*, 2007, p. 55-79.

Fig. 55 Ouvrage bétonné n°16 (à gauche), encuvement circulaire semi-enterré pour canon de 155 mm, construit à partir de juillet 1942 et en partie démoli en vue d'être remplacé par la casemate de tir située à droite du cliché.

© Inrap 2019



Ouvrage n° 17 - Casemate R. 694 (Warden *et al.* 2007 = R694-4)

Cet ouvrage (**fig. 56**) est l'une des deux casemates achevées avant le débarquement des Rangers. Elle correspond au modèle Regelbau 694. Celle-ci se compose d'une chambre de tir pourvue d'une fosse circulaire destinée à recevoir un canon de 155 mm. Un couloir dessert cette pièce et aboutit sur une porte d'accès aménagée sur la façade arrière de l'ouvrage. De part et d'autre du couloir, deux soutes à munitions sont disposées afin de stocker les obus et les charges propulsives. La dalle de couverture et les parois en béton armé, d'une épaisseur de près de deux mètres, conféraient une protection efficace aux pièces d'artillerie face aux bombardements alliés. Cette protection diminuait en revanche très largement les possibilités de tir pour les artilleurs, le champ de tir se trouvant ainsi réduit à 120°. Ce rétrécissement est contrebalancé par l'agencement des casemates dont l'implantation au sol dessine un large «V» pointé vers le nord, les embrasures étant orientées dans la direction nord-ouest pour les trois premières et nord-est pour les trois autres. Cette organisation permettait ainsi de pallier l'abandon des encuvements tout en conservant un très large champ de tir. Aujourd'hui, cette casemate est toujours visible mais présente de nombreuses séquelles dues aux bombardements. Elle présente en outre la particularité d'avoir été en partie construite sur l'emplacement de l'une des cuves circulaires antérieures. La démolition partielle de la cuve par les troupes allemandes a d'ailleurs été nécessaire afin de permettre la mise en place des fondations de la casemate inachevée, un cas de chronologie relative relativement rare sur le mur de l'Atlantique. Par ailleurs, il faut noter que la batterie de la Pointe du Hoc est le seul site du Calvados à présenter des casemates de type Regelbau 694.

Localisation: section 0C / parcelle 94

Références:

- CHAZETTE *et al.*, 2014, p. 86, 88.
- WARDEN *et al.*, 2007, p. 131-143.

Fig. 56 Ouvrage bétonné n°17, casemate de tir pour canon de 155 mm modèle Regelbau 694, achevée le 6 juin 1944. © Inrap 2019



Ouvrage n° 18 - Soute à munitions R. 134 (Warden *et al.* 2007 = R134-3)

Ce bunker (**fig. 57**) est une soute à munitions qui fait partie d'une série de trois ouvrages identiques construits dès 1942 pour assurer le stockage des obus de 155 mm. Cette soute appartenant au modèle Regelbau 134 a été implantée à égale distance entre deux encuvements pour canon. Son intérêt était de permettre un approvisionnement rapide et efficace de chaque binôme de canons. La soute disposait de deux grandes salles desservies par un couloir latéral à deux entrées. Les obus et les charges propulsives étaient rigoureusement dissociés pendant le stockage pour prévenir tout risque d'explosion accidentel. Les deux entrées étaient protégées par un massif bétonné accolé destiné à limiter la propagation d'éclats en cas d'explosion proche. Cette soute aujourd'hui pulvérisée, était toujours intacte le 8 juin 1944 comme l'atteste une photographie prise par un correspondant américain. Il est donc probable qu'elle ait été volontairement détruite par les troupes américaines lors de tests de démolition postérieurs aux combats des 6-8 juin. L'explosion interne a soufflé la totalité de l'ouvrage et dispersé des blocs de béton de plusieurs tonnes tout autour du gigantesque cratère.

Localisation: section 0C / parcelle 94

Références:

- CHAZETTE *et al.*, 2014, p. 84.
- WARDEN *et al.*, 2007, p. 121-129.

Fig. 57 Ouvrage bétonné n°18, vestiges d'une soute pour munitions modèle Regelbau 134, construite en 1942 et démolie après le 8 juin 1944 par les troupes américaines. © Inrap 2019



Ouvrage n°19 - Encuvement (Warden *et al.* 2007 = GE6)

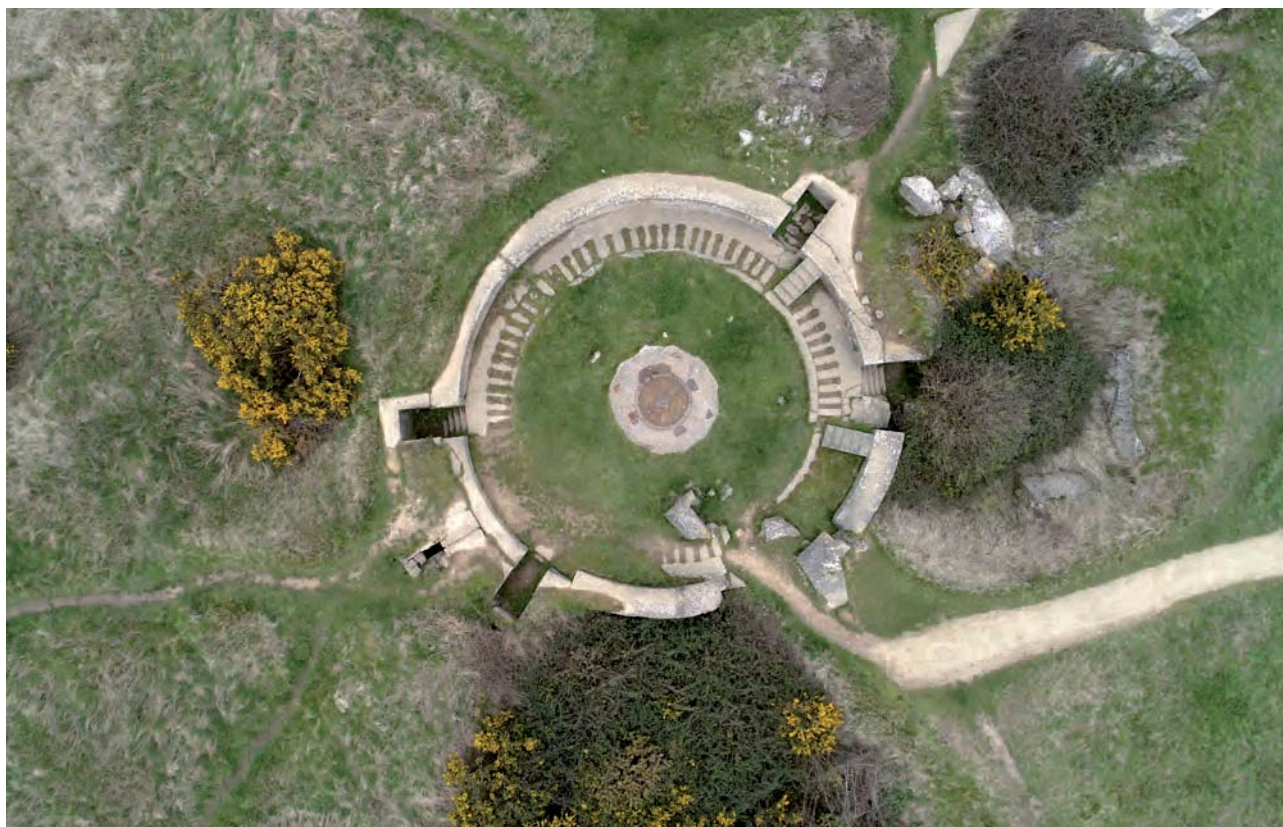
Cet ouvrage bétonné (**fig. 58**) est l'une des six cuves circulaires en béton armé réalisées dès le mois de juillet 1942 afin d'accueillir les canons de 155 mm. Il s'agit des premiers éléments construits sur le site de la Pointe du Hoc. Contrairement aux autres ouvrages défensifs bétonnés de la batterie, ces cuves s'écartent des standards normalisés établis par l'Organisation Todt et sont des créations locales. Cet encuvement semi-enterré, d'un diamètre légèrement supérieur à 16 mètres, est équipé d'un pivot central surélevé accueillant une plaque rotative en acier. Une fois installé sur ladite plaque, le canon pouvait pivoter sur 360° et ainsi ouvrir le feu dans toutes les directions. Cinq niches à munitions latérales ainsi qu'une petite pièce desservie par un couloir offraient un stockage d'appoint en munitions et un abri pour les servants du canon. Un accès d'une largeur de trois mètres, aménagé dans la paroi circulaire, permettait aux artilleurs d'amener le canon dans l'encuvement ou bien de l'en extraire en cas de besoin. Cette cuve, quoique particulièrement vulnérable en cas de bombardement, a été peu endommagée et figure parmi les mieux conservées du site. Seule la petite pièce de stockage a été détruite et les parois n'ont été que légèrement impactées. L'ensemble a été très partiellement remblayé par les projections de terre résultant des explosions environnantes.

Localisation: section 0C / parcelle 94

Références:

- CHAZETTE *et al.*, 2014, p. 84-85 et 88.
- WARDEN *et al.*, 2007, p. 55-79.

Fig. 58 Ouvrage bétonné n°19, encuvement circulaire semi-enterré pour canon de 155mm, construit à partir de juillet 1942. © Inrap 2019



Ouvrage n°20 - Ensemble infirmerie R. 661(Warden *et al.* = Bunker hospital R661)

Cet ouvrage (**fig. 59**), localisé le plus au sud de la batterie de la Pointe du Hoc, est un grand abri modèle Regelbau 661 à usage d'infirmerie. Cet élément logistique essentiel, réalisé dans le courant de l'année 1943, permettait de prodiguer les premiers soins aux soldats blessés. L'abri comporte deux grandes pièces identiques pouvant accueillir vingt personnes. Un couloir à deux entrées muni d'un sas anti-gaz dessert ces deux pièces. En face de chaque entrée, un créneau de défense rapprochée a été aménagé afin de protéger l'accès. La particularité de cet ouvrage est de disposer d'un couloir d'accès, à l'est, plus large que l'autre afin de faciliter le passage des brancards. Un tobrouk assurant la défense des abords de l'infirmerie est également intégré à l'ensemble. Trois aménagements ont aussi été adossés à cet ouvrage sanitaire. On trouve ainsi une petite citerne à eau, probablement liée à la consommation, et deux abris légers dont l'un dispose d'une fenêtre. Cet ouvrage demeure aujourd'hui en très bon état de conservation même si les ouvrages légers attenants sont moins bien préservés. L'un des abris a été touché par une bombe et la dalle de couverture s'est effondrée sous l'effet de l'explosion. L'autre abri est en grande partie remblayé par la terre projetée lors des bombardements. Il est intéressant de signaler que l'abri type Regelbau 661 est relativement rare sur le mur de l'Atlantique; on le trouve uniquement sur les sites stratégiques importants. Un exemplaire identique, mais en moins bon état de conservation, se trouve ainsi sur le site de la station radar de Douvres-la-Délivrande.

Localisation: section 0C / parcelle 94Références:

- CHAZETTE *et al.*, 2014, p. 85.
- WARDEN *et al.*, 2007, p. 106-109.

Fig. 59 Ouvrage bétonné n°19, abri modèle Regelbau 661 à usage d'infirmerie, construit en 1943. © Inrap 2019



Fait n° 21 - Rotating steel plate

(Warden *et al.* 2007 = «Autres éléments caractéristiques»)

Cet élément rare (fig. 60) consiste en une plaque rotative en acier munie de 12 roulettes. Celle-ci se trouvait placée sur un pivot métallique au centre de l'un des encuvements circulaires de la batterie. Dénommée «*Schwere Drehbettung*» en allemand, cette plaque était destinée à accueillir un canon de 155 mm. Une fois fixé dessus, le canon pouvait pivoter sur 360° grâce aux roulettes et ainsi ouvrir le feu dans toutes les directions. Cet artefact a probablement été projeté hors de l'encuvement n° 13 lors d'une explosion. Il s'agit aujourd'hui de la seule plaque de ce type subsistant sur le site de la Pointe du Hoc. Il n'en existe aucun parallèle sur les autres sites répertoriés du mur de l'Atlantique et son intérêt historique et typologique mériterait donc largement des mesures de protection et de restauration.

Localisation: section 0C / parcelle 101

Références:

- CHAZETTE *et al.*, 2014, p. 85.
- WARDEN *et al.*, 2007, p. 153-154.

Fig. 60 Fait associé aux ouvrages bétonnés n° 21. Rare plaque rotative en acier munie de 12 roulettes ou «*Schwere Drehbettung*», destinée à accueillir un canon de 155 mm, vraisemblablement éjectée de son support dans l'encuvement n° 13 des suites d'une explosion.

© Vincent Carpentier/Inrap 2019



Ouvrage n°22 – Encuvement (Warden *et al.* 2007 = GE3)

Cet ouvrage bétonné, situé au nord du site (**fig. 61**), en dehors du cheminement, vers le bord de la falaise, et désigné dans le projet de l'ABMC comme « hot spot 2 », est l'une des six cuves circulaires en béton armé (*Ringstellung*) réalisées dès le mois de juillet 1942 afin d'accueillir les canons de 155 mm. Il s'agit donc de l'un des premiers éléments construits par les Allemands sur la Pointe du Hoc. Contrairement aux autres ouvrages bétonnés de la batterie, ces cuves s'écartent des standards normalisés établis par l'Organisation Todt. L'encuvement semi-enterré, dont le diamètre est légèrement supérieur à 16 mètres, comprend un pivot central surélevé qui accueillait une plaque rotative en acier destinée à supporter la base du canon de 155 mm. Une fois installée sur ladite plaque, la pièce d'artillerie pouvait ainsi pivoter à 360° et ouvrir le feu dans toutes les directions. Cinq niches à munitions latérales ainsi qu'une petite pièce desservie par un couloir, toutes bétonnées, offraient un stockage d'appoint en munitions ainsi qu'un abri pour les servants du canon. Un accès d'une largeur de trois mètres, aménagé dans la paroi circulaire, permettait aux artilleurs d'amener le canon dans l'encuvement ou bien de l'en extraire en cas de besoin. Bien qu'étant la plus proche du rebord de la falaise, et de ce fait particulièrement vulnérable en cas d'attaque navale ou même aérienne, à cause du risque d'effondrement, cette position d'artillerie a été relativement épargnée en 1944 et offre un état de conservation remarquable. Seule la petite pièce a réellement souffert des bombardements ; les parois de la cuve en revanche, n'ont été que légèrement impactées. Bien que l'encuvement ait été partiellement remblayé par des projections de terre et de gravats résultant des explosions environnantes, le pivot central de la plaque rotative est en excellent état de conservation.

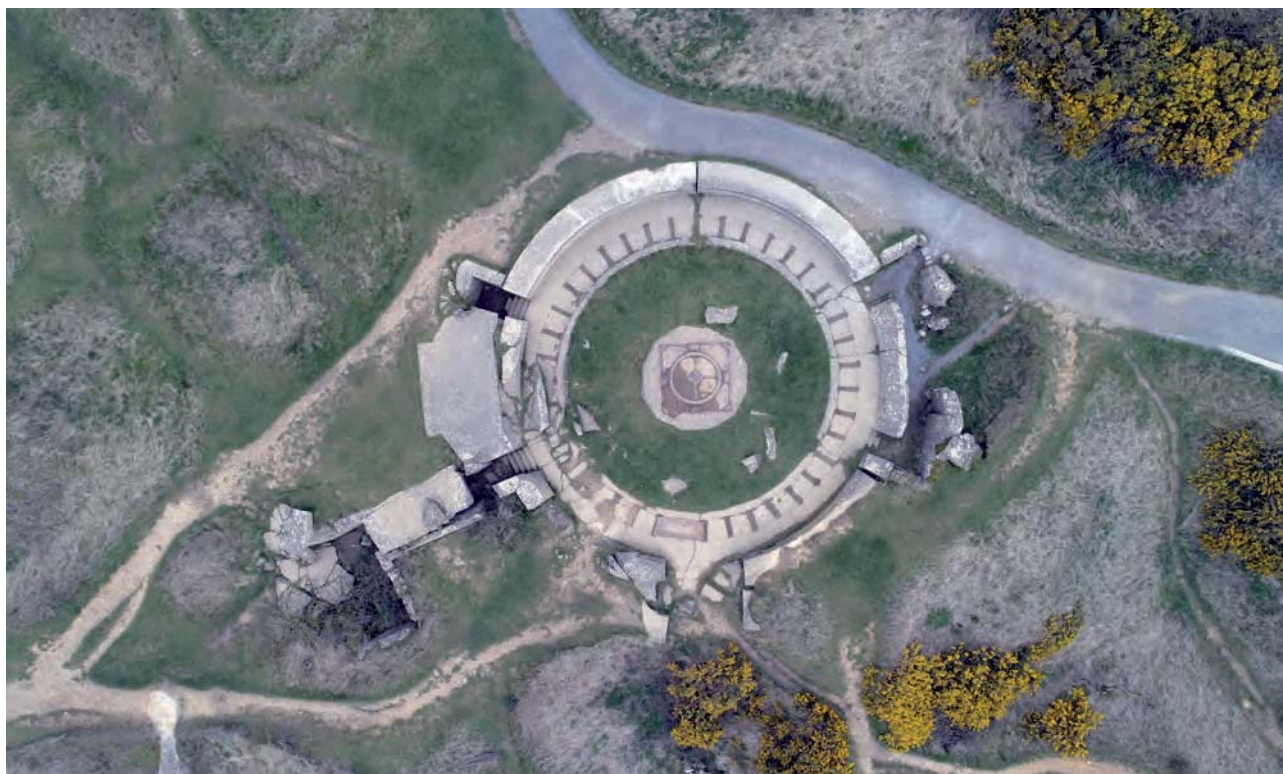
Localisation : section 0C / parcelle 101

Fig. 61 Ouvrage bétonné n°22, encuvement circulaire semi-enterré pour canon de 155 mm, construit après juillet 1942 et très bien préservé avec la plaque rotative en acier ou «Schwere Drehbettung», encore intacte au centre de la structure. © Inrap 2019

Localisation : section 0C / parcelle 101

Références :

- CHAZETTE *et al.*, 2014, p. 84-85 et 88.
- WARDEN *et al.*, 2007, p. 65-68.



4. Conclusion et bibliographie (V. Carpentier, B. Labbey)

Cette prospection archéologique conduite par l'Inrap sur le site de la Pointe du Hoc, à la demande de l'American Battle Monuments Commission, revêt un caractère largement inédit à plusieurs titres. Il s'agit tout d'abord de l'une des toutes premières opérations de ce type menées sur un site mémoriel lié aux grands conflits de masse de l'ère contemporaine, et a fortiori de la Seconde Guerre mondiale. En effet, si le patrimoine bâti du mur de l'Atlantique donne lieu actuellement, depuis 2015, à une vaste campagne d'inventaire et d'étude sous l'égide la Direction Régionale des Affaires Culturelles de Normandie, la plupart des sites qui le composent, y compris les grandes batteries côtières qui pourtant attirent un nombre croissant de visiteurs chaque année, n'ont donné lieu qu'à des investigations limitées et non officielles. Rares sont les opérations de diagnostic menées par des professionnels sur prescription de l'État français, à l'exemple, qui en l'occurrence fait figure d'exception, de la batterie de Merville, dans le Calvados (Carpentier, 2018), où les plus importants travaux de restauration du site ont cependant été menés plusieurs années auparavant, sans véritable suivi de la part des instances officielles en charge du patrimoine national. De fait, la littérature scientifique dédiée à ces sites du mur de l'Atlantique s'avère à ce jour notoirement pauvre, un constat qui confère une valeur particulière aux travaux pionniers de relevé et de compilation de la vaste documentation historique, en particulier photographique, dirigés et publiés depuis un quart de siècle par Alain Chazelle et ses collaborateurs (Chazette, Destouches, Paich, 1995, avec bien peu de chose cependant au sujet de la Pointe du Hoc, p. 276-et 279, et ouvrages plus récents cités en bibliographie). Sous cet angle, le travail d'inventaire mené sur le site de la batterie de la Pointe du Hoc, en parallèle des études géotechniques, par une équipe de l'Université du Texas, en 2006 (Warden *et al.*, 2007), constitue un précédent remarquable dont la présente opération a été conçue comme le prolongement.

Les données réunies à l'occasion de cette nouvelle opération mettent à la disposition des autorités en charge du site, un fonds topographique à jour, intégrant les relevés LiDAR. Elles renseignent en premier lieu les plus anciennes phases de fréquentation du site qui se manifestent toutefois très discrètement. Outre quelques indices toponymiques d'une mise en valeur agricole médiévale, le plus ancien cadastre de la commune de Cricqueville-en-Bessin, levé en 1823, mentionne à hauteur de la Pointe du Hoc la présence de deux corps de garde signalés sur les plans par de simples carrés à l'ouest de la Delle du Hoc, au bord de la falaise et à l'extrémité nord du chemin dit « de la Logue » – ce dernier terme correspondant vraisemblablement à une déformation du mot « loge » qui désigne une cabane, un abri rudimentaire, sans doute ici le corps de garde. En outre, le chemin côtier qui lui est perpendiculaire, reliant Grandcamp à Port-en-Bessin, est surnommé « chemin de ronde », ce qui suggère un lien vraisemblable avec l'activité des garde-côtes. En effet, ces deux corps de garde appartiennent à un vaste réseau de petits abris et de redoutes mis en place depuis la fin de l'Ancien Régime et renforcé sous Napoléon I^{er}, afin d'assurer la défense des côtes contre les descentes anglaises et la lutte contre la contrebande maritime au temps du blocus continental (Chardon, 2006). De petites unités de miliciens puis canonniers garde-côtes y étaient affectées, avec une efficacité variable selon les lieux et les époques. Il s'agissait manifestement ici de modestes bâtiments au plan carré, implantés

au bord de la falaise, servant à abriter un petit contingent chargé de la surveillance du littoral. Il est toutefois impossible de connaître les matériaux de construction employés, sachant par ailleurs que ces petits édifices égrenés au fil de la côte présentaient des dimensions et architectures variées ; certains, à l'image de la redoute nord de l'île Tatihou, à Saint-Vaast-La-Hougue, fondée à la fin du XVII^e siècle, consistaient en de simples abris enterrés formés de terre et de bois, avec très peu voire aucune maçonnerie (Veyrat, 2000). Ces deux corps de garde ont aujourd'hui disparu sans laisser de trace visible. L'un d'eux reposait sur un pan de falaise qui s'est effondré depuis. Il se peut que les fondations de l'autre aient été en partie préservées dans le sol, malgré le réaménagement considérable de la pointe au cours de la Seconde guerre mondiale. On note que les fondations d'un mur en moellons calcaires ont été observées au ras du sol dans la partie sud-est de la batterie (ouvrage bétonné n° 7). Le mur semble antérieur à cette dernière sans toutefois apparaître sur les cadastres anciens, ce qui conduit à penser qu'il serait antérieur à 1823. Il pourrait s'agir d'un aménagement de type domestique ou agricole, ou bien en lien avec les corps de garde, hypothèses que seul un sondage archéologique pourrait permettre de vérifier. En outre, un petit ensemble de faits archéologiques observés sur le tracé du cheminement projeté par l'ABMC, semble également pouvoir être rapporté à cette phase d'occupation antérieure au XX^e siècle. On relève ainsi, au nombre des faits dits « associés » à la catégorie des cratères, versés à cet inventaire en raison de leur localisation et/ou des relations de proximité qui les unissent à un ou plusieurs cratères, plusieurs tronçons appartenant à d'anciens fossés parcellaires rectilignes, conformes au réseau figuré sur cadastraux de 1823 (faits n°s 19bis, 49 et 53). L'origine précise de ces structures ne peut être établie en l'absence de fouille ; il est possible qu'elle remonte au Moyen âge, en lien avec un paysage de « delles », agronyme formé autour du XII^e siècle pour désigner dans cette partie de la Normandie un paysage d'openfield découpé en ensembles juxtaposés de parcelles laniérées, séparés par des haies ou des chemins. À l'origine labourées, ces parcelles ne le sont plus au début du XIX^e siècle : si la géométrie parcellaire médiévale subsiste, la Pointe du Hoc est désormais entièrement exploitée en herbages, entrecoupés de haies bocagères sur talus bordés de fossés. Ce paysage hérité de l'époque moderne est encore en place, quasi inchangé, dans les années 1940, et a peu évolué jusqu'à nos jours.

Au cours de l'Occupation, la Pointe du Hoc est entièrement réaménagée par les forces allemandes en vue d'y établir une puissante batterie d'artillerie côtière désignée par le nom de code Wn 75, au sein du vaste complexe défensif du mur de l'Atlantique. L'histoire de ce site et des violents combats qui aboutissent à sa capture, le 8 juin 1944, par les forces américaines, sont universellement connus. En particulier l'assaut du 2^e bataillon de Rangers aux ordres du colonel Rudder qui, au prix de lourdes pertes, parvient à escalader la falaise, investir la position et la conserver malgré de puissantes contre-attaques, ainsi qu'à neutraliser les pièces de 155 mm qui avaient été retirées de la batterie pour être dissimulées à quelques centaines de mètres en retrait de la côte. Le site tout entier arbore les profondes cicatrices laissées par la guerre, en particulier les nombreux et profonds cratères envahis de genêts qui parsèment l'ensemble de la pointe et entament une majorité d'ouvrages bétonnés. Tous les cratères situés dans l'emprise du cheminement projeté par l'ABMC ont été considérés comme des faits archéologiques au même titre que les ouvrages bétonnés et tout autre fait dit « associé » à l'une ou l'autre de ces catégories, par un ou des liens de proximité, de chronologie ou de fonctionnalité. Les deux catégories principales, cratères et ouvrages bétonnés, ont donné lieu à un inventaire séparé, couplé à une campagne de relevés photographiques.

Les cratères répertoriés sur le tracé du cheminement projeté par l'ABMC ont été classés selon trois tailles : petit, moyen, important. Ces standards dimensionnels font référence aux différentes munitions employées par les Alliés lors des bombardements aériens et navals dont les dates sont consignées dans les archives militaires. Ainsi, les obus de marine d'un calibre inférieur à 250 mm sont considérés à l'origine des plus petits cratères ; les bombes aériennes de 500 et 1000 livres à l'origine des cratères de taille moyenne ; enfin, les bombes aériennes de 2000 livres à l'origine de ceux dits « importants ». Cette tentative de classement s'inspire en particulier des travaux de David Capps Tunwell, David Passmore et Stephan Harrison sur les cratères de la Seconde Guerre mondiale relevés dans les massifs forestiers du parc Normandie-Maine (Capps Tunwell, Passmore, Harrison 2016). Soulignons cependant qu'il ne s'agit que d'une méthode d'estimation large, qui ne saurait par conséquent être regardée comme totalement fiable au cas par cas. Le sol de la Pointe du Hoc ayant été particulièrement ravagé par les bombardements, il serait en effet illusoire de vouloir rattacher de manière précise chaque cratère à une munition spécifique. De plus, les effets des explosions ne sont pas identiques dans un sol vierge ou déjà perturbé. Nous ne proposons donc ici qu'une aide destinée à faciliter la catégorisation et la différenciation des cratères. La plupart des cratères enregistrés sont nés des bombardements aériens et navals des mois de mai-juin 1944. Quelques-uns en revanche (faits associés aux cratères n°s 33, 77, 82...) paraissent devoir être imputés à des explosions postérieures pratiquées dans le cadre des tests de démolition mis en œuvre par les troupes américaines après le débarquement ou lors des premiers travaux de réaménagement du site en vue de son ouverture au public. Le fait n° 73 par exemple, est un décaissement réalisé après-guerre lors de la mise en valeur touristique du site de la Pointe du Hoc, à hauteur de l'ouvrage bétonné n° 15, en partie condamné par la terre projetée par les bombardements. Un certain nombre de cratères résultent en réalité de plusieurs explosions consécutives. D'autres sont des cratères doublés d'un « talus » et il existe plusieurs faits associés correspondant à des amas de terre seuls, dans les deux cas issus de remblais d'explosion (faits associés aux cratères n°s 41, 43, 52, 72...).

Les ouvrages bétonnés répertoriés sur le tracé du cheminement projeté par l'ABMC sont décrits individuellement avec des renvois systématiques aux descriptifs produits antérieurement par le rapport de l'Université du Texas (TAMU ; Warden *et al.*, 2007b) ainsi que par les ouvrages dirigés par Alain Chazette en 2011 et 2014, indiqués en complément de chaque notice. Les bunkers les plus intéressants, d'un point de vue patrimonial et pédagogique, sont les postes de direction de tir et de commandement de la batterie (ouvrages bétonnés n°s 11 et 14) ; le poste d'infirmerie allemand (ouvrage bétonné n° 20) ; le poste de commandement du colonel Rudder (ouvrage bétonné n° 4) ; les six grandes cuves circulaires en béton armé réalisées dès le mois de juillet 1942 afin d'accueillir les canons de 155 mm de la batterie initiale (ouvrages bétonnés n°s 2, 6, 13, 16, 19, 22) ; et les casemates de type Regelbau 694, dont une moitié reste inachevée à la date du débarquement (concernées par le projet : ouvrages bétonnés n°s 5 et 12). On relève en outre, parmi les faits dits « associés » à ces ouvrages, des vestiges de construction dont des armatures en fers à béton visibles en surface, ou encore des amas de sacs de ciment solidifiés et abandonnés en place sur les ouvrages inachevés au matin du 6 juin 1944 (ouvrage n° 5). Une piste bétonnée (ouvrage n° 9), large d'environ cinq mètres, traversait une partie de la batterie et permettait d'acheminer plus facilement les matériaux de construction sur les emplacements prévus pour accueillir les casemates R. 694. La piste aboutit en effet à hauteur de l'une des deux casemates inachevées, ce qui conduit à penser qu'elle fut probablement construite au début de l'année 1944.

Les ouvrages bétonnés présentent une haute valeur mémorielle, historique et patrimoniale. Le poste de direction de tir de la batterie (ouvrage bétonné n° 11), bunker type Regelbau 636, le plus massif de tout le site de la Pointe du Hoc, achevé à l'automne 1943, est unique dans le département du Calvados. En parfait état de conservation, il a été aménagé pour la visite. Le poste de commandement de la batterie (ouvrage bétonné n° 14), de type Regelbau 501, comporte un aménagement intérieur totalement absent des plans normalisés. La porte blindée modèle 434P01 qui en défend l'entrée constitue l'un des rares témoignages d'huissierie encore en place sur le mur de l'Atlantique en Normandie. Le poste d'infirmerie de la batterie (ouvrage bétonné n° 20), grand abri modèle Regelbau 661 réalisé dans le courant de l'année 1943, est en très bon état de conservation et relativement rare sur le mur de l'Atlantique ; on le trouve uniquement sur les sites stratégiques importants, comme la station radar de Douvres-la-Délivrande, mais dans un état de conservation plus médiocre. Le poste de commandement du colonel Rudder (ouvrage bétonné n° 4), établi aux premières heures de l'assaut des Rangers à l'emplacement d'un abri bétonné de type L. 409A, construit dans le courant de l'année 1943, est lui aussi relativement bien préservé ; seule une partie de la paroi entourant l'encuvement a été endommagée par un obus.

Les ouvrages destinés à accueillir les canons, encuvements de la première époque du mur de l'Atlantique, bâtis en 1942, et casemates modèle Regelbau 694, construites en remplacement des précédents et en partie achevées le 6 juin 1944, offrent un très grand intérêt. Les encuvements semi-enterrés s'écartent en effet des standards normalisés établis par l'Organisation Todt et sont des créations locales. Ils étaient équipés d'un pivot central surélevé accueillant une plaque rotative en acier (*Schwere Drehbettung*) dont un rare exemplaire a été préservé sur le site (élément n° 21). Il n'existe aucun autre parallèle à cette plaque rotative sur les autres sites répertoriés du mur de l'Atlantique. Son intérêt historique et typologique mériterait donc largement des mesures de protection et de restauration adaptées. On note par ailleurs que l'encuvement n° 16 a été en partie démoli par les troupes allemandes afin de permettre la mise en place des fondations de la nouvelle casemate attenante (n° 17) ; or, il importe de souligner que ce type de chronologie relative entre deux générations d'ouvrages bétonnés s'avère lui aussi exceptionnel sur le mur de l'Atlantique. Les autres ouvrages, abris de troupes R. 502 (ouvrages bétonnés n° 8 et 15) et soutes à munitions R. 134 (ouvrages bétonnés n° 10 et 18), construits en 1942 avec les encuvements, sont pour certains dans un excellent état de conservation.

Deux des six casemates modèle Regelbau 694 construites en remplacement des encuvements de première époque, sont incluses dans l'emprise du projet de cheminement de l'ABMC. Il convient d'emblée de souligner que la batterie de la Pointe du Hoc est le seul site du département Calvados à présenter des casemates de ce type. Ces deux ouvrages étaient inachevés au 6 juin 1944 (ouvrages bétonnés n° 5 et 12). Une photographie de la casemate n° 5, prise peu après le débarquement des Rangers, montre que ses parois extérieures en parpaings avaient été montées et son ferrailage constitué en vue du coulage du béton ; il semble que des ferrailleurs aient récupéré les tiges en acier après-guerre puisque ces dernières ne sont plus présentes aujourd'hui. Par ailleurs, un amas de sacs de ciment fossilisés est visible à proximité immédiate des vestiges de la casemate, prouvant que le chantier était bien en cours le 6 juin 1944.

Cette opération pionnière menée sur le site de la batterie de la Pointe du Hoc met clairement en évidence le potentiel élevé qu'offre ce site en termes de mise en valeur et de préservation, mais aussi de données en dormance, à travers un panel de faits peu ou non répertoriés. La documentation réunie à ce jour, depuis les investigations conduites par l'Université du Texas en 2006, constitue un réservoir de données inédites utile à la gestion du site comme à son interprétation historique, susceptible d'être couplée à des interventions archéologiques ciblées sur telle ou telle phase chronologique (on pense notamment aux vestiges antérieurs à la batterie), ou fait consigné dans les inventaires dont beaucoup sont encore enfouis, tout ou partie, parmi les cratères et les strates de remblais formées au printemps 1944.

Bibliographie

Publications

ARNOUX M., MANEUVRIER C., 2003 : « Le pays normand. Paysages et peuplement (IX^e-XIII^e siècles) », *Tabularia*, « Études », n° 3, p. 1-27.

BALKOSKI J., 2014 : *Omaha Beach - 6 juin 1944*, Paris, Éditions Histoire et Collections (p. 213 à 275).

BLACK R., 2013 : *The Battalion : The Dramatic Story of the 2nd Ranger Battalion in WWII*, Mechanicsburg, Stackpole Books, Stackpole Military History Series (p. 58 à 70).

BRINKLEY D., 2006 : *The Boys of Pointe du Hoc, Ronald Reagan, D-DAY and the U.S. Army 2nd Ranger Battalion*, New York, Harper Perennial.

CAPPS-TUNWELL D., PASSMORE D.G., HARRISON S., 2016 : "Second World War bomb craters and the archaeology of Allied air attacks in the forests of the Normandie-Maine National Park, NW France", *Journal of Field Archaeology*, 41 (3), p. 312-330.

CHARDON T., 2006 : « Du guet de mer aux milices garde-côtes : la défense du littoral en Normandie à l'époque de la guerre de Sept Ans (1756-1763) », *Annales de Normandie*, n° 56-3, p. 355-380.

CHAZETTE A., DESTOUCHES A., PAICH B., 1995 : *Atlantikwall, Album mémorial, Le mur de l'Atlantique en France 1940-1944*, Bayeux, Éditions Heimdal.

CHAZETTE A., LEMONNIER C., PAICH B., 2014 : *Atlantikwall, Omaha Beach*, Vertou, Éditions Histoire & Fortifications (p. 84 à 91).

CHAZETTE A., 2011 : *Les batteries de côte en Normandie : du Havre à Cherbourg et Granville*, Vertou, Éditions Histoire & Fortifications (p. 135 à 141).

DARBY W., 2003 : *Darby's Ranger : We Led the Way*, New York, Random House Publishing Group.

FLORENTIN E., 2004 : *Guide des plages du débarquement et de la Bataille de Normandie*, Paris, Librairie Académique Perrin (p.179 à 183).

GAWNE J., 2012 : *Jour J à l'aube, Les troupes d'assaut américaines en Normandie*, Paris, Histoire & Collections (p. 196 à 225).

LANE R., 1992 : *Les Rangers – L'assaut de la Pointe du Hoc D-DAY 6 juin 1944*, Bayeux, Éditions Heimdal.

LANE R., 2005 : *Rudder's Rangers, The True Story of the 2nd United States Ranger Battalion's D-Day Combat Action*, Manassas, Ranger Associates.

LOIZEAU M.-L., LELEU J.-L., 2019 : « Quand tombe la frontière... Appropriation mémorielle et processus de patrimonialisation du « mur de l'Atlantique » en Basse-Normandie », *In Situ* [En ligne], 38 | 2019, mis en ligne le 15 février 2019, consulté le 04 mars 2020. URL : <http://journals.openedition.org/insitu/20019> ; DOI : <https://doi.org/10.4000/insitu.20019>.

MAYORAL A., TOUMAZET J.-P., SIMON F.-X., VAUTIER F., PEIRY J.-L., MAYORAL A., TOUMAZET J.-P., SIMON F.-X., VAUTIER F., PEIRY J.-L., 2017 : « The Highest Gradient Model: A New Method for Analytical Assessment of the Efficiency of LiDAR-Derived Visualization Techniques for Landform Detection and Mapping », *Remote Sensing*, 9, 2, p. 120.

MUSSET L., 1996 : « Quelques réflexions sur la clôture, la forme et les divisions des champs en Normandie au Moyen Âge », *Annales de Normandie*, 46^e an., fasc. 3, sept. 1996, p. 311-315.

O'DONNELL P., 2013 : *Dog Company : The Boys of Pointe du Hoc*, Boston, Da Capo Press.

PRIME C., 2018 : *Omaha Beach - 6 juin 1944*, Paris, Éditions Tallandier (p. 115 à 128 ; 170 à 172).

SAUNDERS T., 2018, : *Pointe du Hoc 1944*, Barnsley, Pen & Sword Military.

STERNE G., 2018 : *Cover Up at Pointe du Hoc : The History of the 2nd & 5th US Army Rangers 1st May – 10th June 1944*, Barnsley, Pen & Sword Military.

UDPHUAY *et al.*, 2011 : “Three-dimensional resistivity tomography in extreme coastal terrain amidst dense cultural signals : Application to cliff stability assessment at the historic D-Day site”, *Geophysics. J. Int.*, 2011, n° 185, p. 201-220.

VEYRAT E., 2000 : « Sondage sur la redoute du nord de l'île de Tatihou à Saint-Vaast-La-Hougue », in Cliquet D. (dir.), *L'Archéologie dans la Manche : fouilles et recherches récentes (1990-1999)*, Actes de la Journée archéologique du 15 déc. 1997, Saint-Lô, Société d'Archéologie et d'Histoire de la Manche, *Études et documents*, n° 13, p. 207-212.

VON KEUSGEN H.K., 2006 : *Pointe du Hoc : Énigme autour d'un point d'appui allemand*, Bayeux, Éditions Heimdal.

WARDEN *et al.*, 2007a : *Laser scanning for historical and geotechnical studies at Pointe du Hoc*, [on line] <http://www.isprs.org/proceedings/XXXVI/5-C53/papers/FPL010.pdf>

WESTWELL I., 2003 : *US Rangers : Leading the Way*, Shepperton, Ian Allan Publishing.

ZALOGA S., 2009 : *Rangers lead the way, Pointe du Hoc D-DAY 1944*, Oxford, Osprey Publishing.

Rapports, études

ABMC, February 17 2010, press kit (dossier de presse), <http://www.travaux-pointeduhoc.fr/presse.asp> ; https://www.abmc.gov/sites/default/files/publications/Pointe_du_Hoc_Project_Presentation_light.pdf.

ABMC, https://www.abmc.gov/sites/default/files/publications/Pointe_du_Hoc_Project_Presentation_light.pdf

CARPENTIER V. (dir.), 2018 : *Merville-Franceville-Plage (Calvados), « Les Batteries » ; un haut-lieu de la bataille de Normandie*, Rapport d'opération de diagnostic archéologique, Inrap Grand-Ouest, juin 2018, 85 p. dactyl.

DREAL Normandie, <http://www.donnees.normandie.developpement-durable.gouv.fr/pdf/SITES/14083f.pdf>.

WARDEN B., BURT R., ARINTO F., MIXON A., DAULTON J., 2007b : *Étude de stabilisation de la Pointe du Hoc – Étude historique - Rapport final*, Center For Heritage Conservation, Texas A&M University, May 2007, 156 p. dactyl.

Textes officiels

Decree n ° 79-383 of May 3, 1979, signed and entered into force on January 11, 1979, constituting the Annex VI to the agreement of March 19, 1956 of which it is an integral part: Journal Officiel de la République française 15-05-1979, p. 1135-1136, https://www.legifrance.gouv.fr/jo_pdf.do?cidTexte=JPDF150519790001135&categorieLien=id.

III. Rapport LiDAR

(François-Xavier Simon)

La technique LiDAR

La technique LiDAR a été mise en œuvre sur le site de la Pointe du Hoc en amont d'une opération de reconnaissance de terrain pour cartographier l'ensemble des vestiges présents sur le site de la bataille ainsi que les trous de bombe visibles ou cachés par la végétation actuelle. Le relevé couvre une surface de 26,8 ha (**fig. 62**). Le LiDAR avait également pour objectif de réaliser un état des lieux de la falaise afin de suivre et vérifier les processus d'érosion à venir dans le futur. Nous présentons ici brièvement les principes de la méthode, l'appareil mis en œuvre et les traitements appliqués sur ce jeu de données.

La méthode LiDAR

La méthode LiDAR permet, par l'émission d'un rayon de lumière, de cartographier la topographie du sol, des aménagements et de la végétation (**fig. 63**). C'est une technique optique de mesure à distance basée sur l'émission d'une impulsion laser et la réception d'une fraction de ce faisceau réfléchi sur un obstacle (sol, végétation, etc.). L'intérêt de cette technique en archéologie et en géomorphologie est la possibilité de cartographier la microtopographie de façon très précise, sous couvert forestier.

Les données ont été acquises par la société Aird'éco Drone qui a délivré les données brutes classifiées sous format LAS et un Modèle Numérique de Terrain (MNT) avec une résolution de 25 cm. Les données ont été acquises en mars 2019 avec un capteur Velodyne VLP 16 laser scanner de la société Surveyor YellowScan porté par un drone DPS6 6 Big Lift. Le système a une portée de 80 m et permet un balayage scanner de 360°. Le positionnement est couplé à une antenne GNSS base fixe Spectra SP60. Le positionnement absolu des points de mesure a été corrigé grâce à l'acquisition de position GNSS sur base fixe.

Dans le cadre de cette étude les techniques utilisées pour le filtrage des points sols sont assez performantes et aucune zone ne présente une trop faible densité de points. La classification du nuage de point a été réalisée à l'aide des logiciels TerraScan et les représentations ont été réalisées avec les logiciels Fugro Viewer et Cloud Compare. Le MNT a été réalisé sous Qgis.

Les données ont ensuite été retraitées par la cellule géophysique et télédétection de l'Inrap afin de fournir des documents graphiques exploitables. Un nouveau MNT a été généré à partir de SAGA avec une résolution de 0,25 cm sur la base d'une classification effectuée par l'équipe de Sintegra. Ce nouveau MNT a ensuite servi de base pour l'application de plusieurs filtres (Simple Local Relief Model (SLRM), Sky View Factor, Hillshade, PCA et Open negative) réalisés à partir de la Relief Visualization Toolbox du ZRC SAZU de Ljubljana. Ces derniers ont pour objectifs de faire ressortir les microreliefs locaux (Mayoral *et al.* 2017).

Résultats

Les résultats sont de bonne qualité (fig. 64 à 74). Comme sur toute acquisition LiDAR par drone on observe une très forte densité de points au sol sur les parties ouvertes (sans végétation) mais un bruit ambiant de positionnement assez fort notamment sur les données d'altitude. Ce bruit est néanmoins compensé par le sur-échantillonnage des points. Il est intéressant de noter que ce sur-échantillonnage n'a par contre pas beaucoup d'impact sur les secteurs avec des buissons denses comme on peut le voir sur la figure 65. Dans ces secteurs en effet, on observe assez peu de points sols après classification du nuage de points bruts. Les points enregistrés permettent néanmoins ici de cartographier les trous de bombe sous couvert végétal comme on peut le voir sur la figure 66.

Pour ce qui est de la falaise on observe une densité de points de mesure assez forte. Seul le bas de la falaise présente certains vides qui sont dus à l'altitude du vol et à l'angle de scan du capteur installé sur le drone. Ce problème aurait également été rencontré si l'acquisition LiDAR avait été réalisée par avion. Une acquisition par hélicoptère avec un capteur dirigeable aurait permis d'acquérir l'ensemble de la falaise.

Les traitements du MNT ainsi que des éléments de comparaison avec des images anciennes sont présentés dans les figures 75 à 82.

Fig. 62 Emprise du relevé LIDAR sur le fond aérien . orthophotographie IGN



Fig. 63 Vue du système d'acquisition drone-LiDAR. *Aird'eco Drone*

Fig. 64 Semis de point sol LiDAR. © Inrap, 2019

Fig. 65 Semis de point sol LiDAR. © Inrap, 2019



Fig. 66 Vue sommitale du relevé LiDAR avec drapage des points sols mettant en évidence les cratères d'impacts des bombes. © Inrap, 2019

Fig. 67 Vue oblique du relevé LiDAR avec drapage des points sols mettant en évidence les cratères d'impacts des bombes. © Inrap, 2019

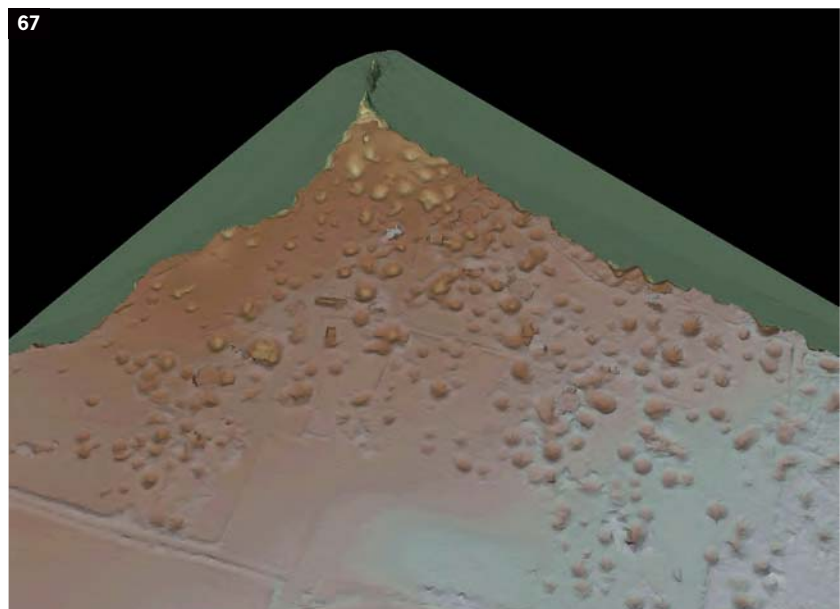
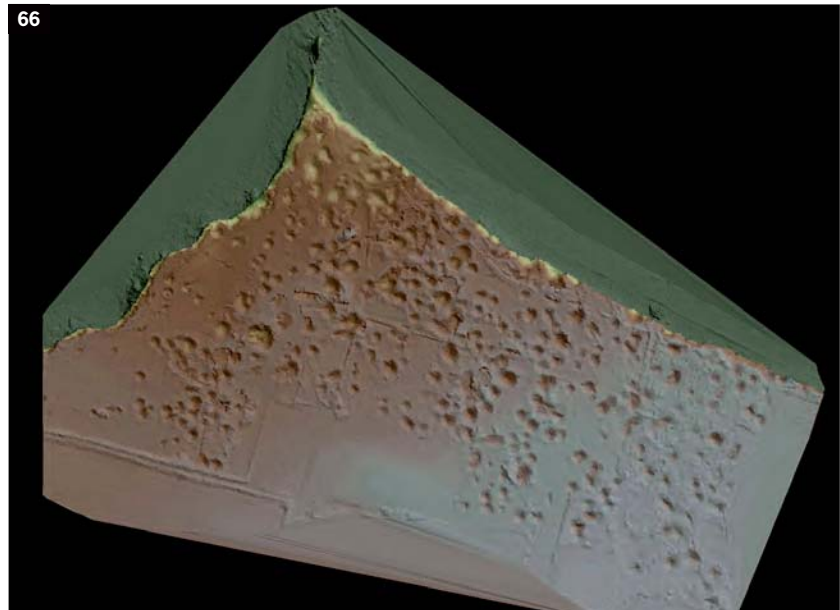


Fig. 68 Relevé LiDAR de la falaise. © Inrap, 2019



Fig. 69 Relevé LiDAR de la falaise. © Inrap, 2019



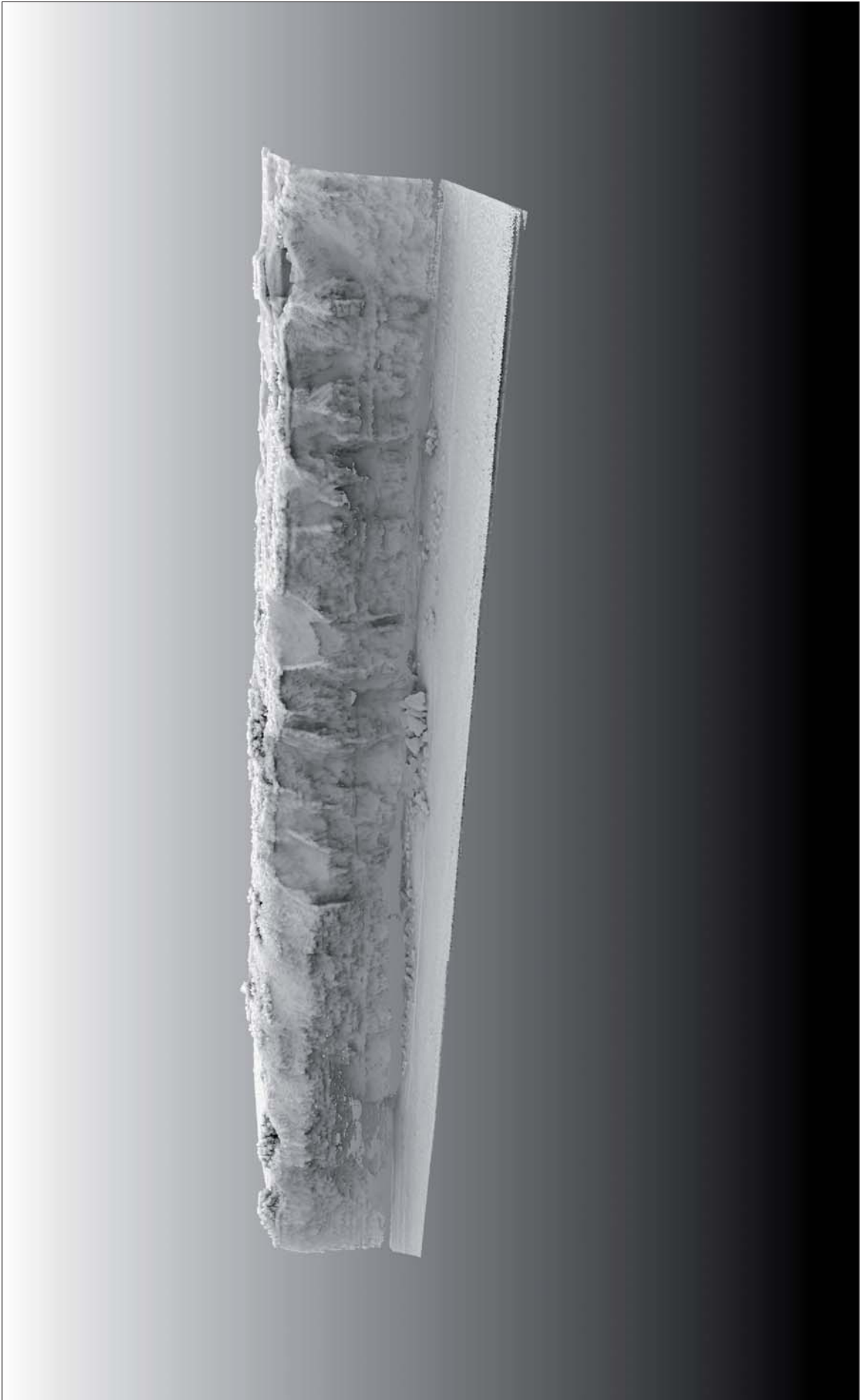


Fig. 70 Détail de relevé de la falaise. © Inrap, 2019

Fig. 71 Détail de relevé de la falaise. © Inrap, 2019

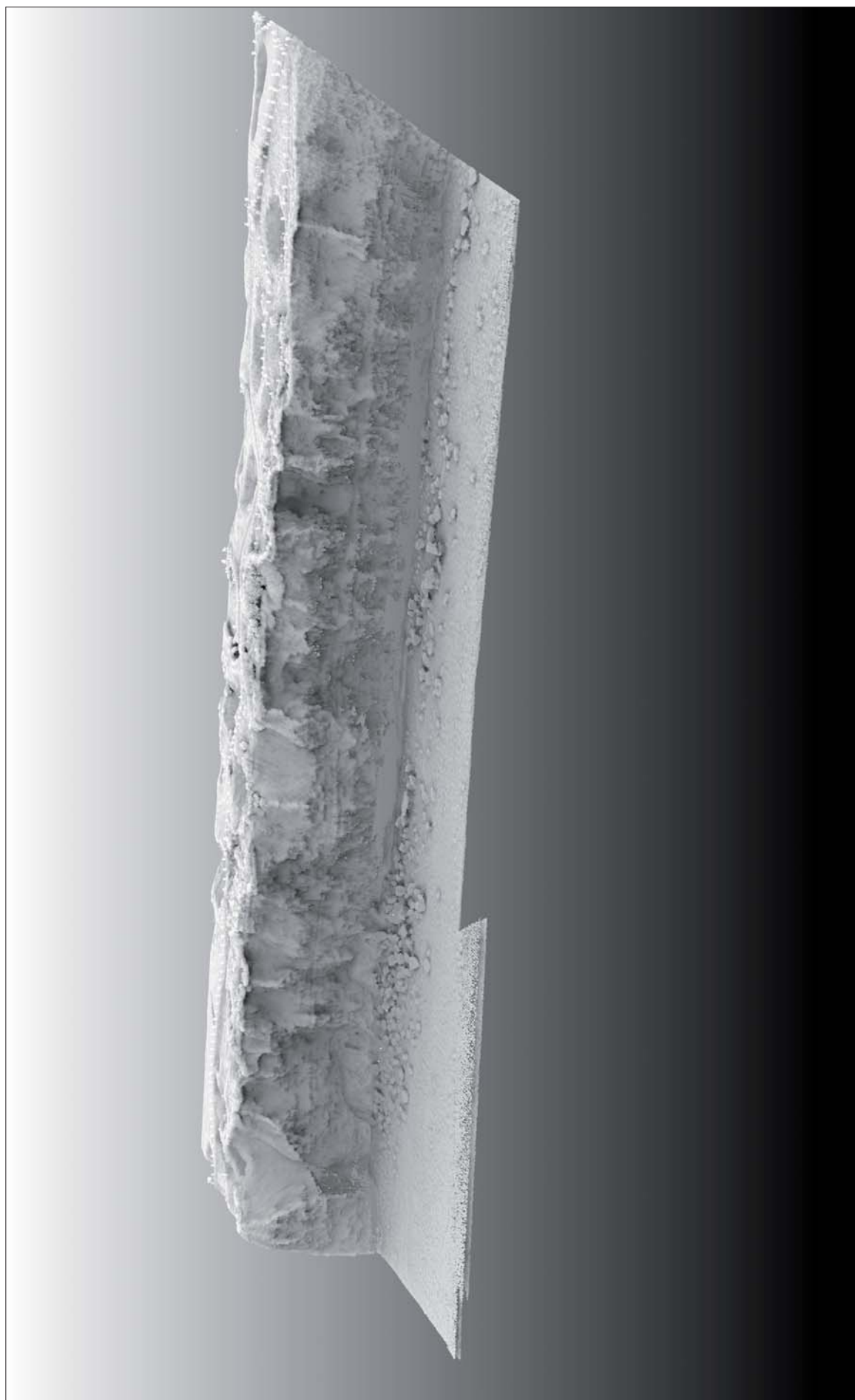




Fig. 72 Détail de relevé de la falaise. © Inrap, 2019

Fig. 73 Détail de relevé de la falaise. © Inrap, 2019

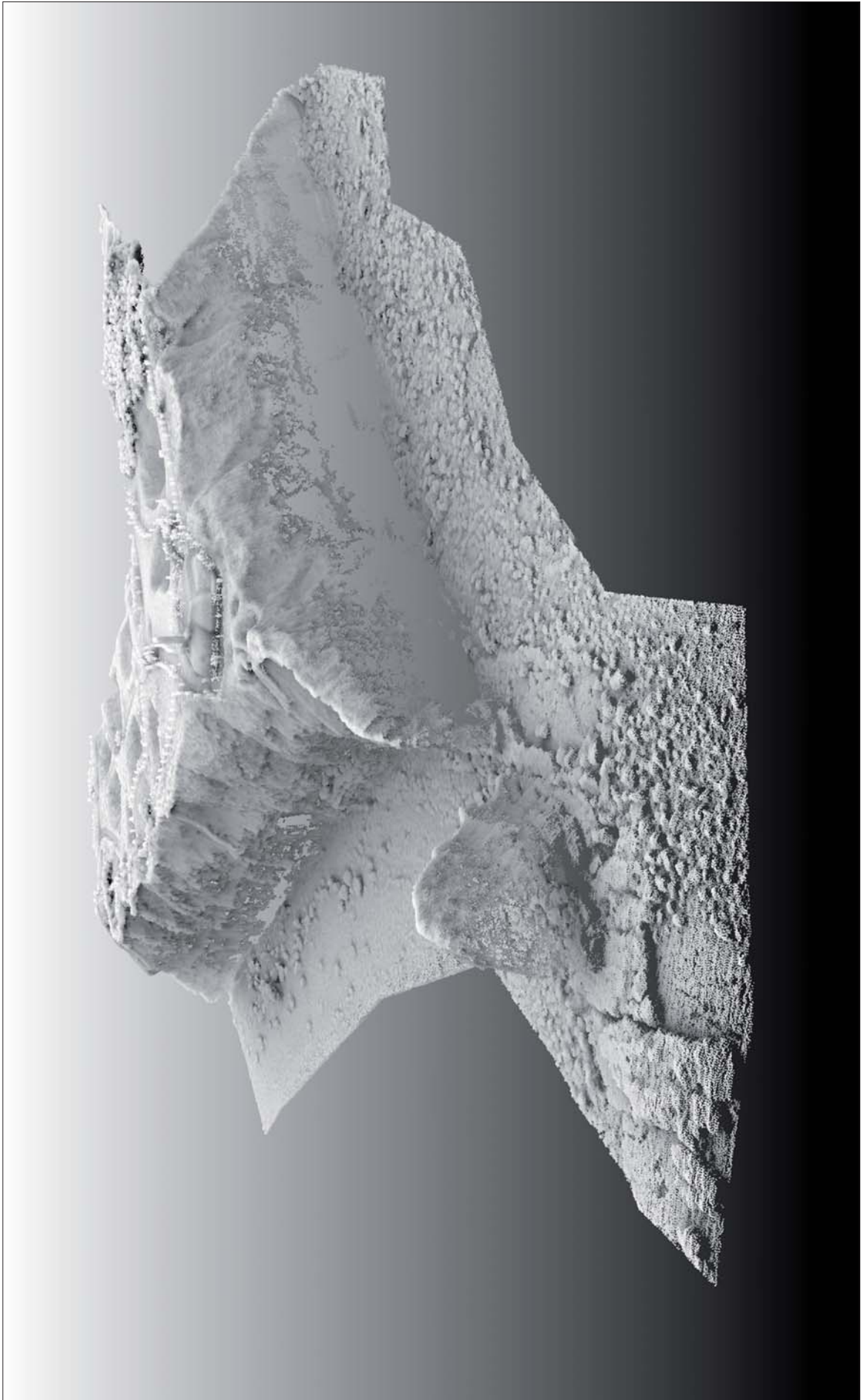


Fig. 74 Détail de relevé de la falaise. © Inrap, 2019



Fig. 75 Modèle Numérique de Terrain (MNT) issu des points classifiés. © Inrap, 2019

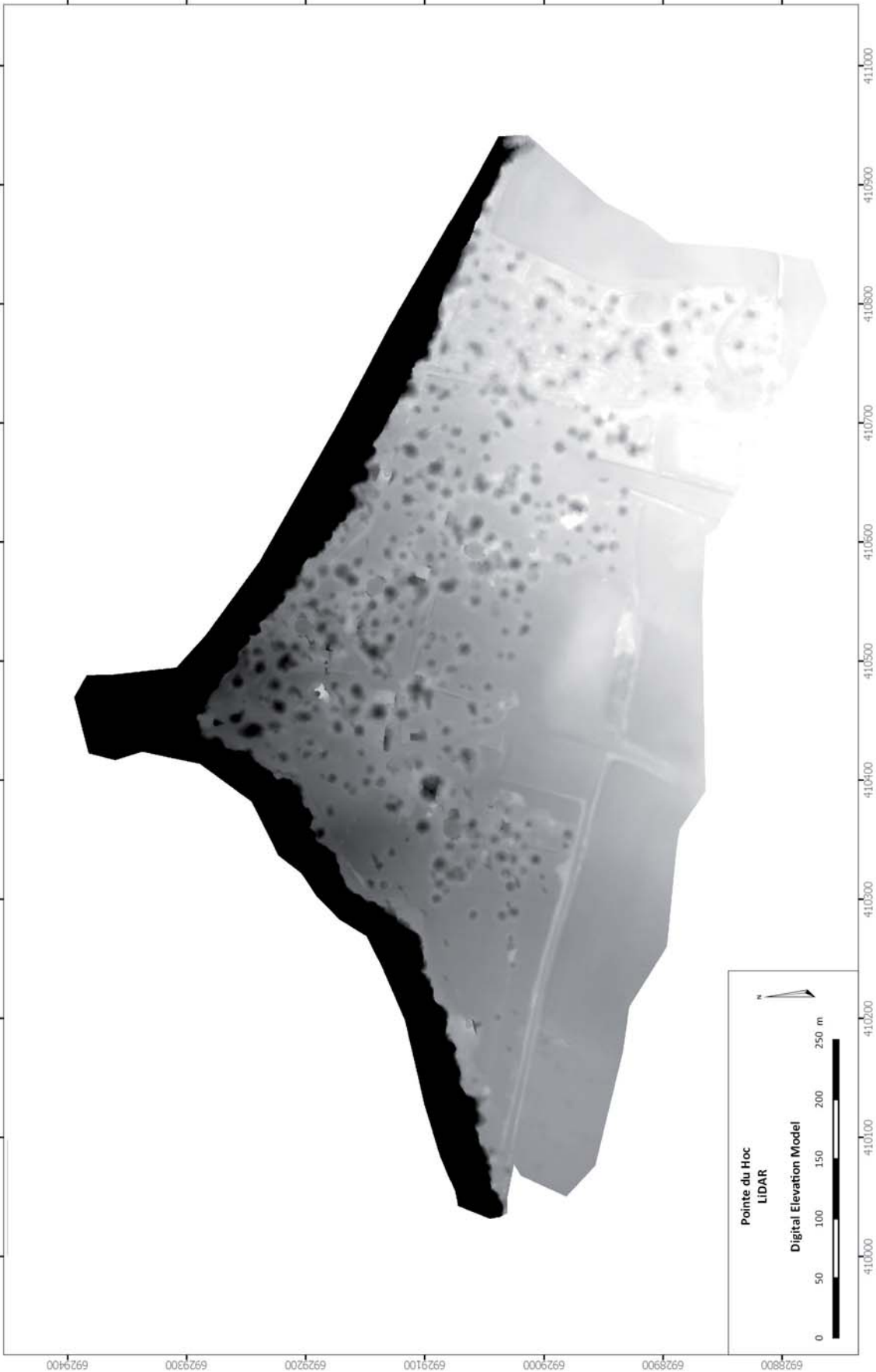


Fig. 76 Traitement du MNT – Ombrage. © Inrap, 2019

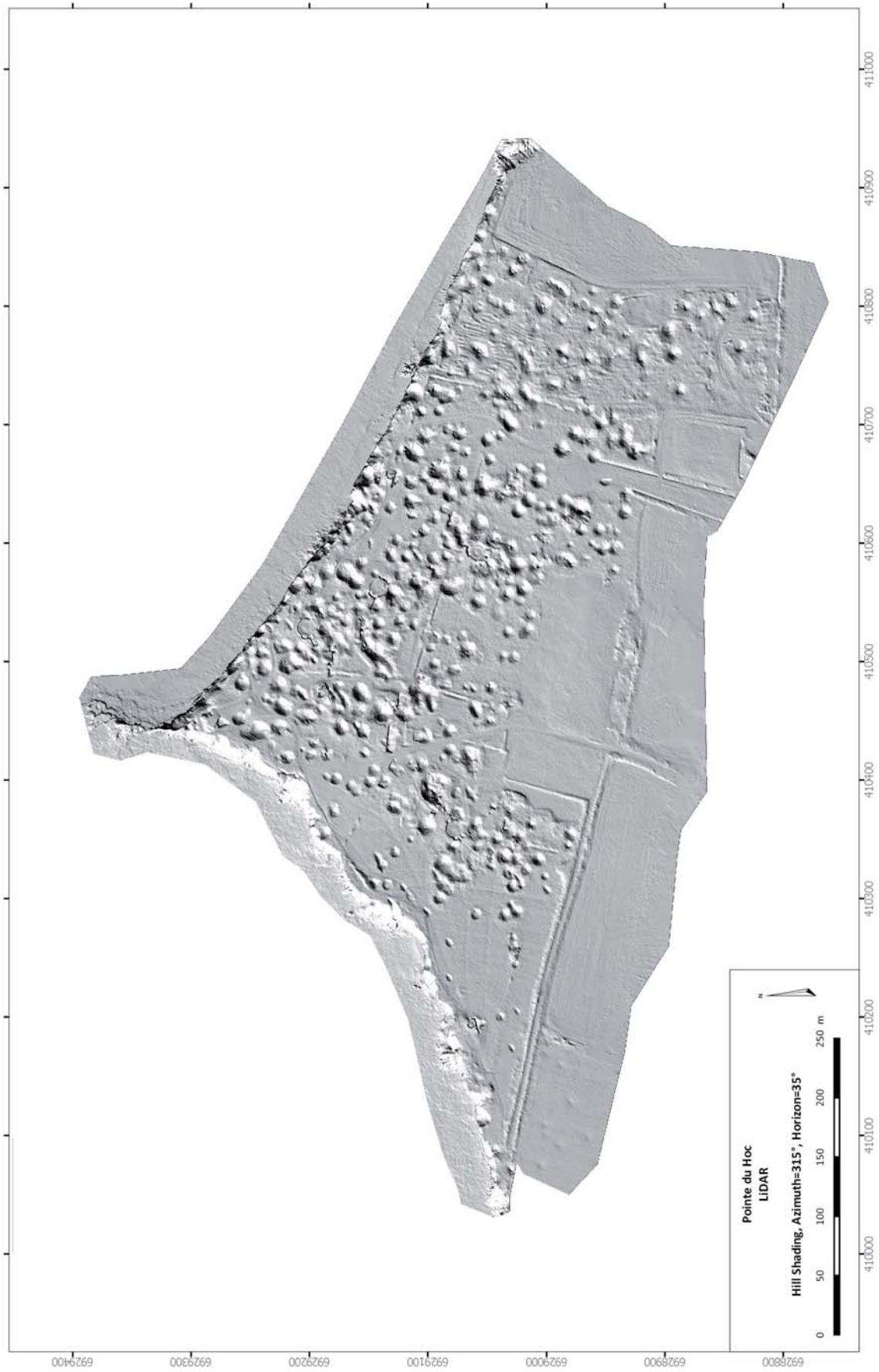


Fig. 77 Traitement du MNT – Ouverture négative. © Inrap, 2019

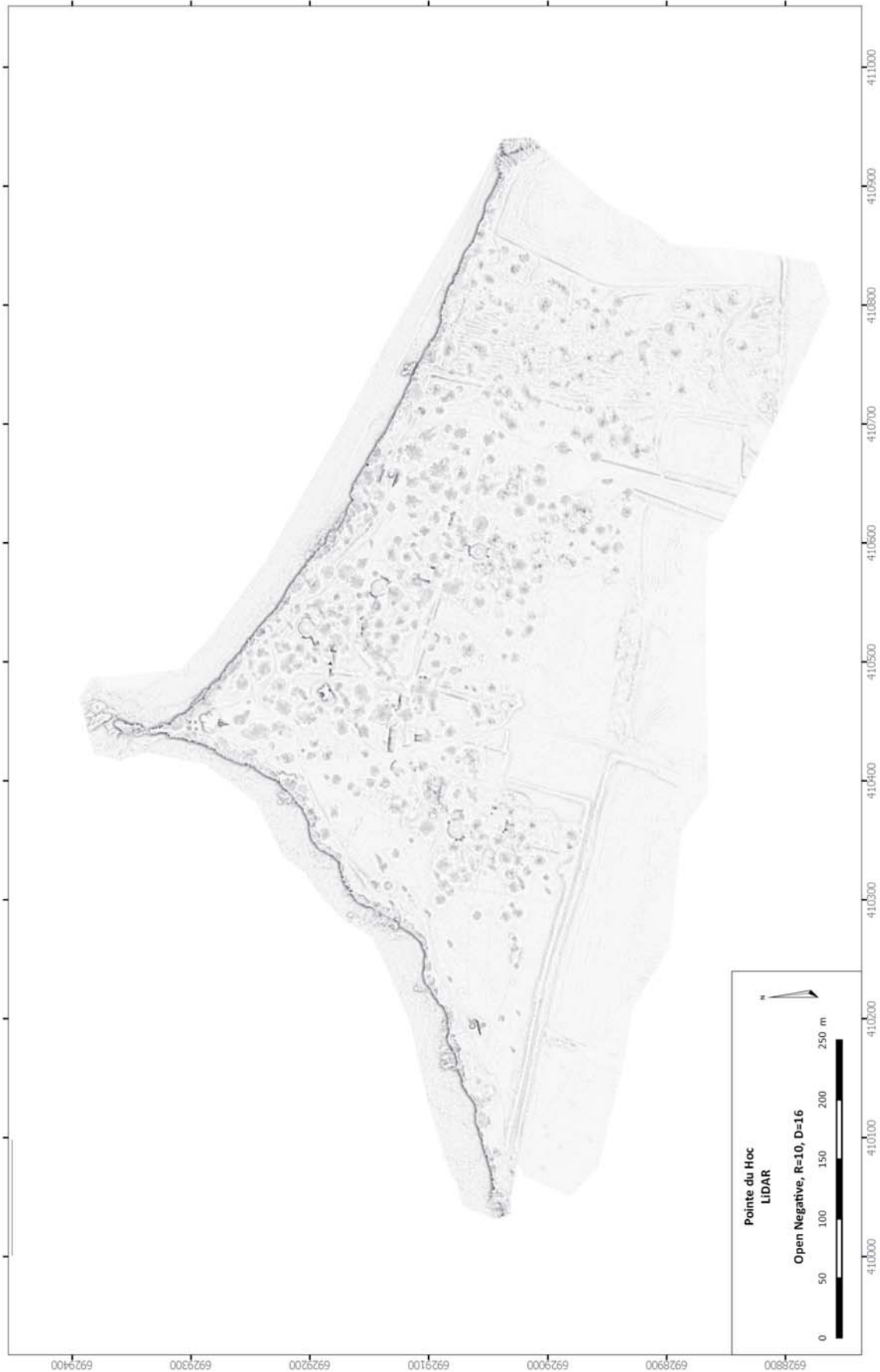


Fig. 78 Traitement du MNT – Analyse des composantes principales. © Inrap, 2019

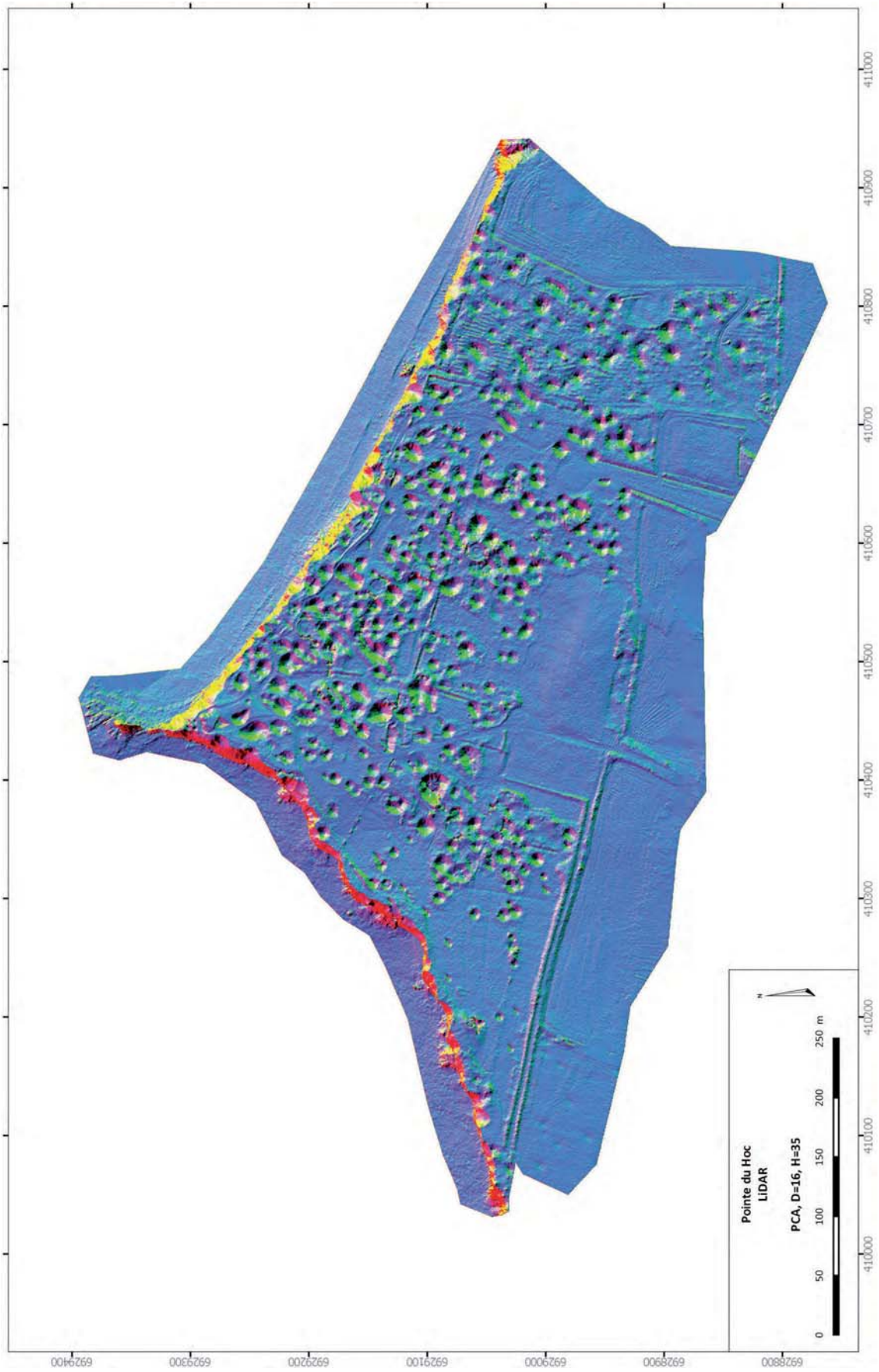


Fig. 79 Traitement du MNT – LRM Simple. © Inrap, 2019

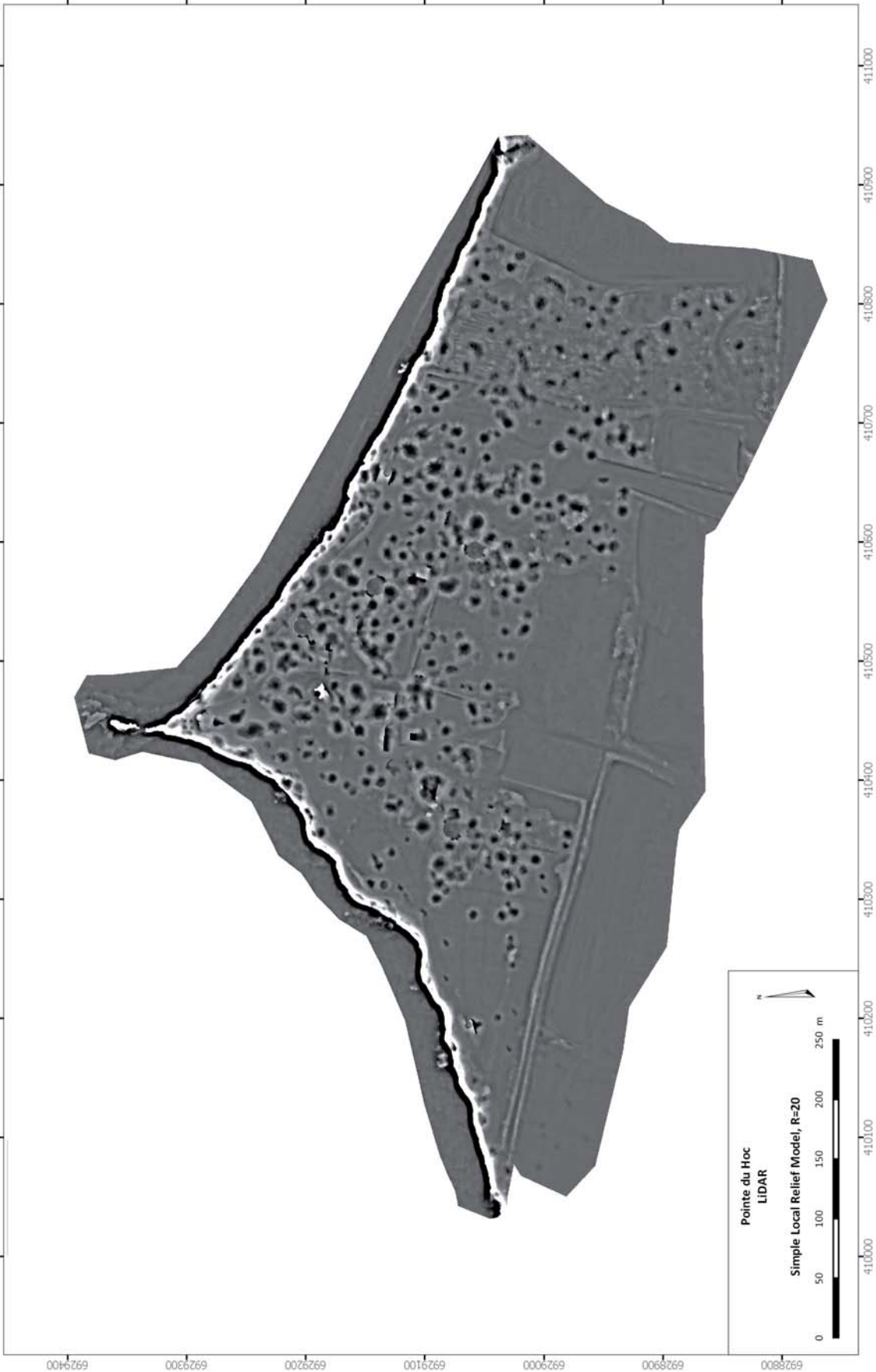


Fig. 80 Traitement du MNT – Sky View Factor. © Inrap, 2019

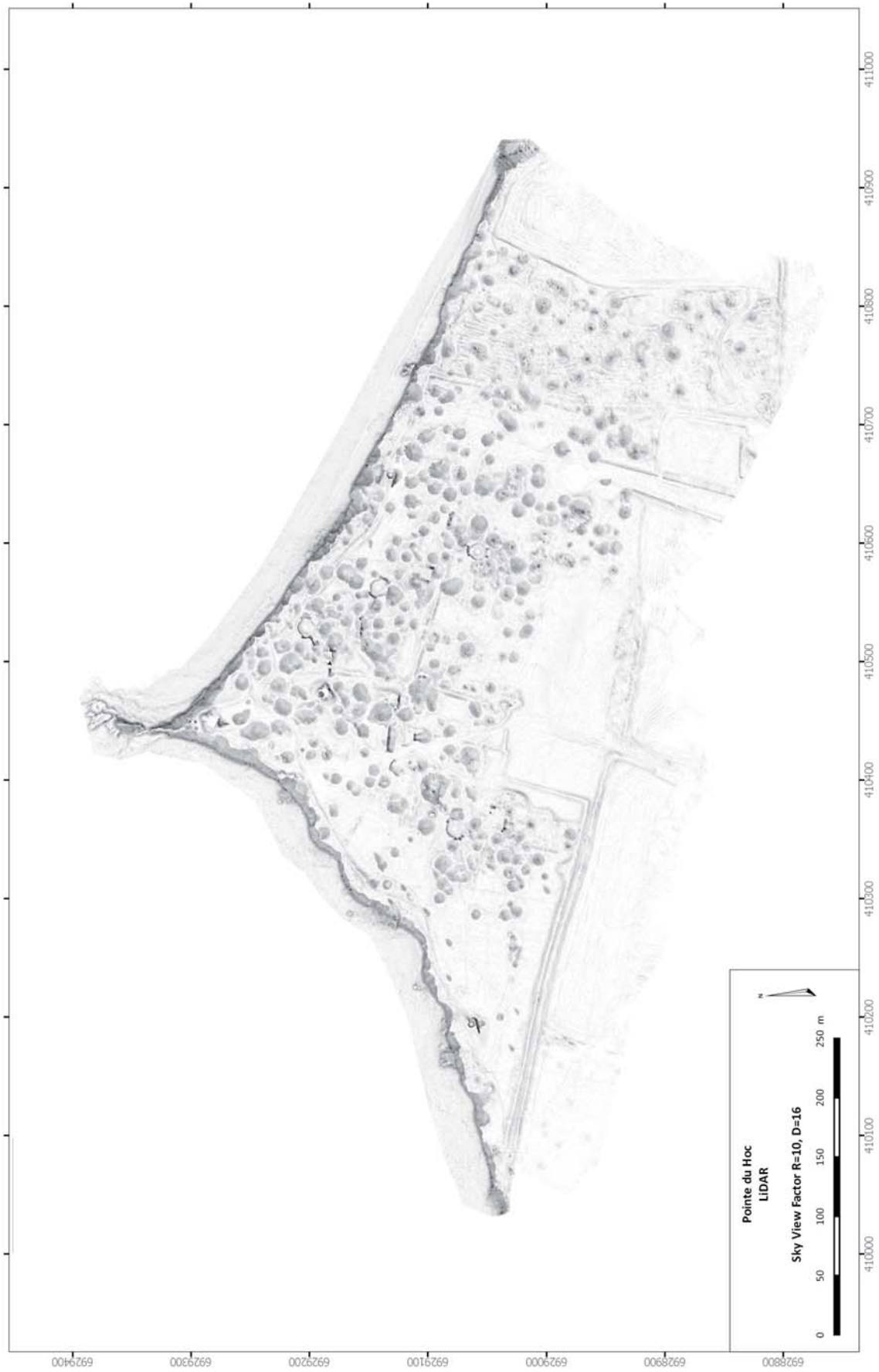


Fig. 81 Superposition des données du MNT et de l'orthophotographie (fond IGN)



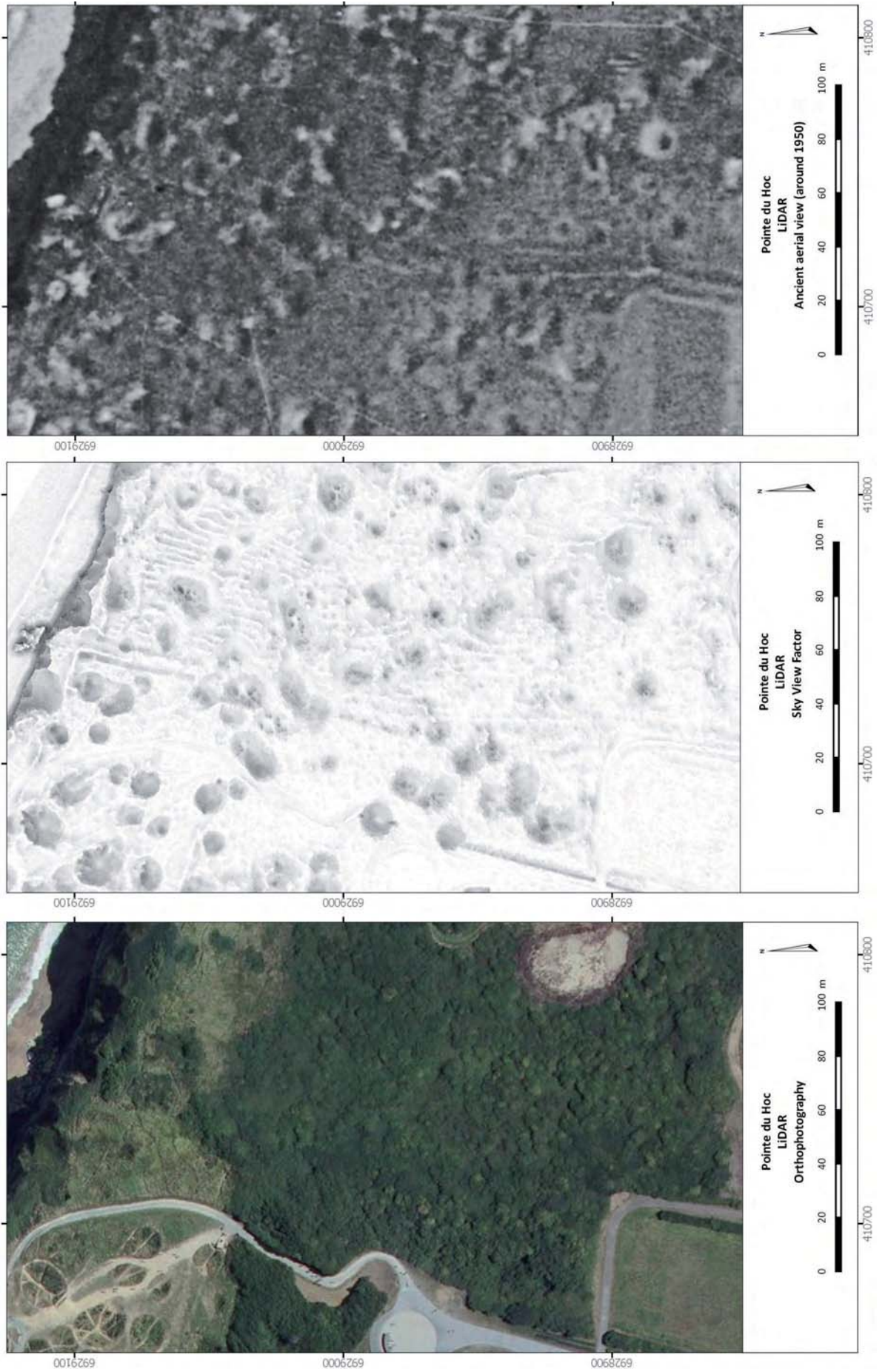


Fig. 82 Comparatif des données – à droite orthophotographie actuelle, au centre le résultat de l'image LiDAR avec traitement du Sky View Factor et à droite l'image aérienne acquise dans les années 50 avant la pousse du couvert végétal. © Inrap, 2019

IV. Rapport de prospection géophysique

(Guillaume Hulin et Alexandre Mahé)

En complément du levé LiDAR qui s'intéresse aux anomalies de surface, une prospection géophysique a été réalisée sur le site de la Pointe du Hoc sur les zones accessibles dans l'emprise du projet de travaux. Ces techniques permettent d'ausculter le sol de manière non-destructive. L'étude a eu lieu du 19 au 22 mars 2019 et a été réalisée par la cellule géophysique et télédétection de l'Inrap. La méthode radar a été utilisée sur une superficie totale de 5350 m² (fig. 83). La présence des impacts de bombe ainsi que de broussailles a réduit considérablement la surface pouvant être étudiée.

Méthode : méthode radar

La méthode géoradar (aussi appelée radar-sol ou *Ground Penetrating Radar* - GPR) repose sur la propagation d'ondes électromagnétiques hautes-fréquences dans le sol. Les interfaces sont mises en évidence lorsque l'onde est réfléchiée par une interface. Ce phénomène est induit par le coefficient de réflexion, qui dépend principalement du contraste de permittivité diélectrique entre les deux couches.

Les fréquences centrales d'émission des antennes radar sont généralement comprises entre 10 MHz et 2 GHz. Le choix de cette fréquence constitue un élément clé dans la mise en œuvre d'une prospection géoradar. Celle-ci définit à la fois la profondeur d'investigation et le pouvoir de résolution. Plus la fréquence sera élevée, meilleure sera la résolution mais plus faible sera la profondeur d'investigation. Son choix relève donc d'un compromis entre la profondeur que l'on souhaite atteindre et le degré de résolution attendu (autrement dit la taille minimale des objets recherchés).

A noter que cette méthode est principalement limitée par la teneur en argile des sols. Un sol, même peu argileux, aura pour conséquence d'atténuer considérablement la propagation des ondes électromagnétiques pouvant rendre totalement inopérante ce type d'intervention.

Pour cette étude, un radar GSSI Utiliscan DualFrequency (300/800 MHz) a été utilisé (fig. 84 et 85). Le système est composé d'une console d'acquisition, de l'antenne radar double fréquence, le tout étant monté sur un chariot. Le positionnement des points a été effectué avec GPS différentiel (Trimble AgGPS 542 avec correction Teria) avec une précision centimétrique. L'espacement inter-profil choisi a été défini à 50 cm.

La multiplication des profils permet d'obtenir un bloc 3D du sol après traitement des données. Il est alors possible de visualiser des tranches de sol et d'obtenir des cartographies aux profondeurs souhaitées.

Le traitement des données a été réalisé à l'aide du logiciel GPRSlice et suit le protocole suivant :

1. Filtrage des basses fréquences (sur les traces)
2. Application d'un gain automatique (sur les traces)
3. Filtrage passe-bande (sur les radargrammes) -
largeur de fenêtre: 200-1600 MHz
4. Filtrage du bruit de fond (sur les radargrammes)
5. Migration (vitesse = 8 cm/ns)

Résultats

Les données obtenues sont de bonne qualité mais montrent un niveau d'atténuation des ondes électromagnétiques très élevé dans la plupart des zones étudiées. Ceci est dû à la présence d'argile qui a pour conséquence d'atténuer les ondes radar limitant la profondeur d'investigation. Celle-ci est, de manière générale, située autour de 40 à 50 cm et, en certains endroits, peut atteindre jusqu'à 1 m de profondeur. Pour des raisons de lisibilité, la zone d'étude a été divisée en deux parties. Les figures 86 à 95 présentent la partie ouest du site et les figures 96 à 105 la partie est. Aucune anomalie pouvant être interprétée comme archéologique n'a été retrouvée. Somme toute, la pertinence des données radar ne permet pas de conclure sur l'absence réelle de vestiges archéologiques. La présence d'argile, les cratères d'obus et le morcellement des zones prospectées rend très difficile l'interprétation géophysique. Les coupes radar ne montrent que des anomalies liées aux structurations actuelles du terrain telles que les cheminements, les bordures, les zones piétinées ainsi que des variations locales d'origine géologique.

Fig. 83 Carte de localisation de la prospection radar. © Inrap, 2019

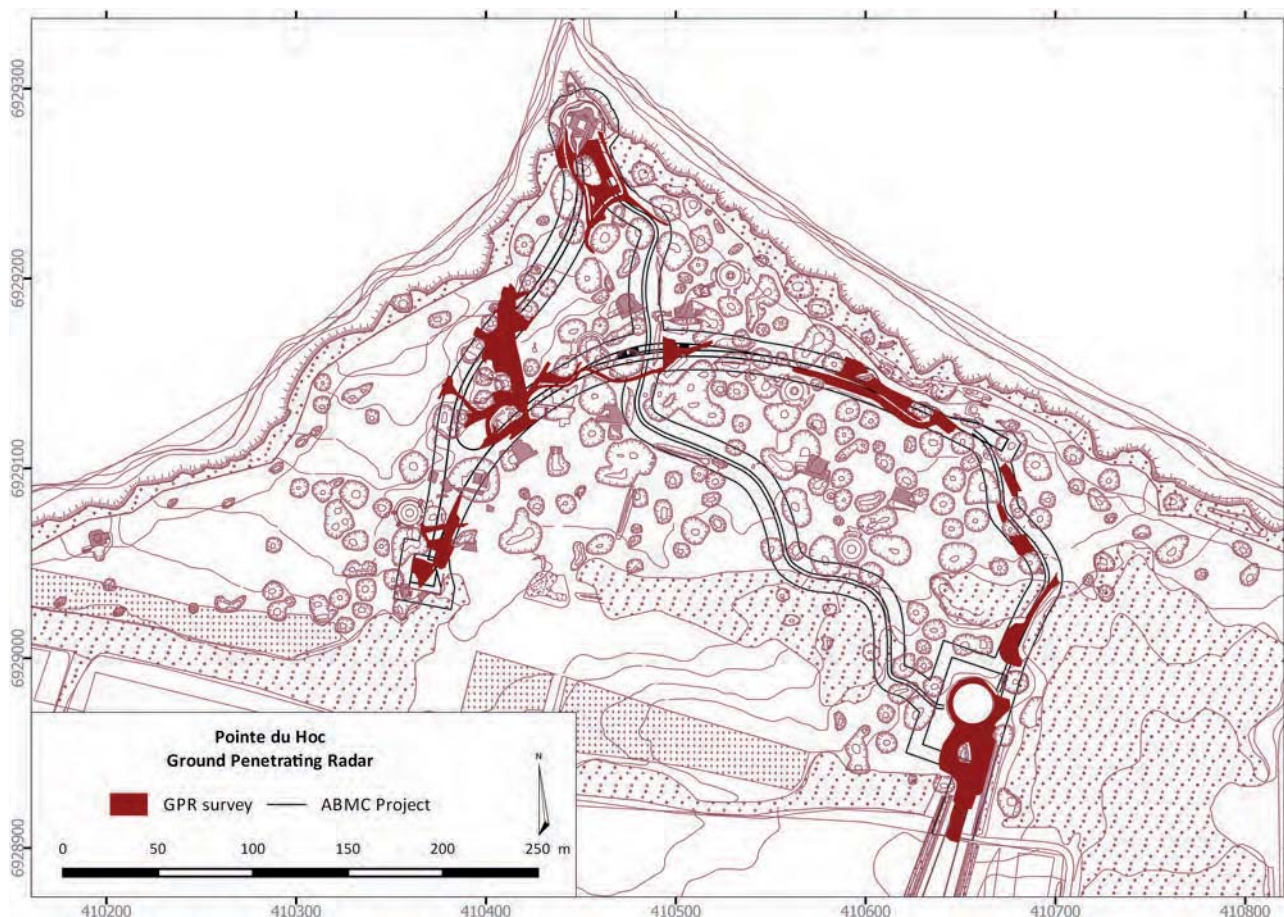


Fig. 84 Carte de localisation de la prospection radar. © Inrap, 2019



Fig. 85 Dispositif de prospection radar. © Inrap, 2019



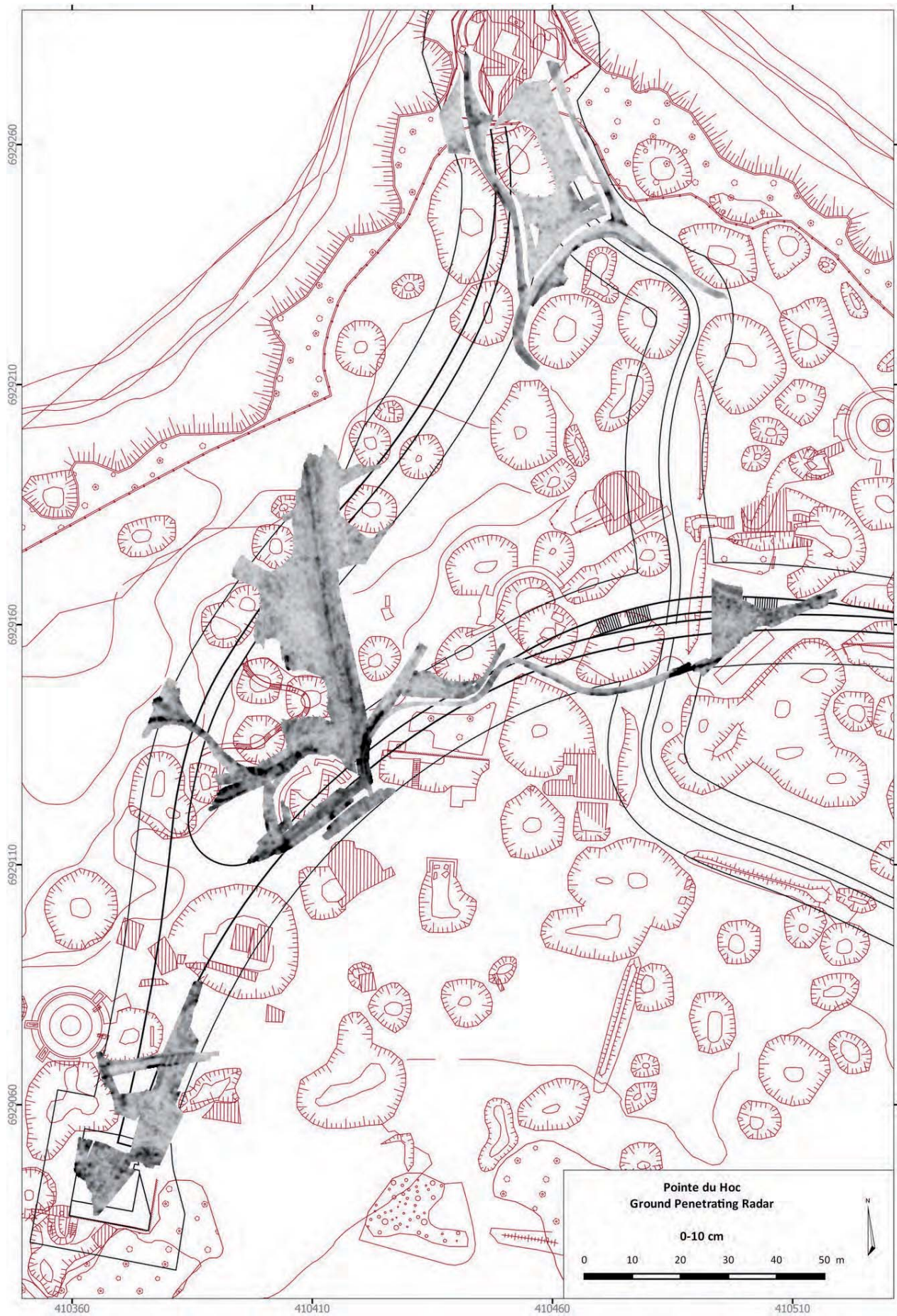
Fig. 86 Carte radar ouest. Tranche de profondeur 0,0-0,1 m. © Inrap, 2019

Fig. 87 Carte radar ouest. Tranche de profondeur 0,1-0,2 m. © Inrap, 2019

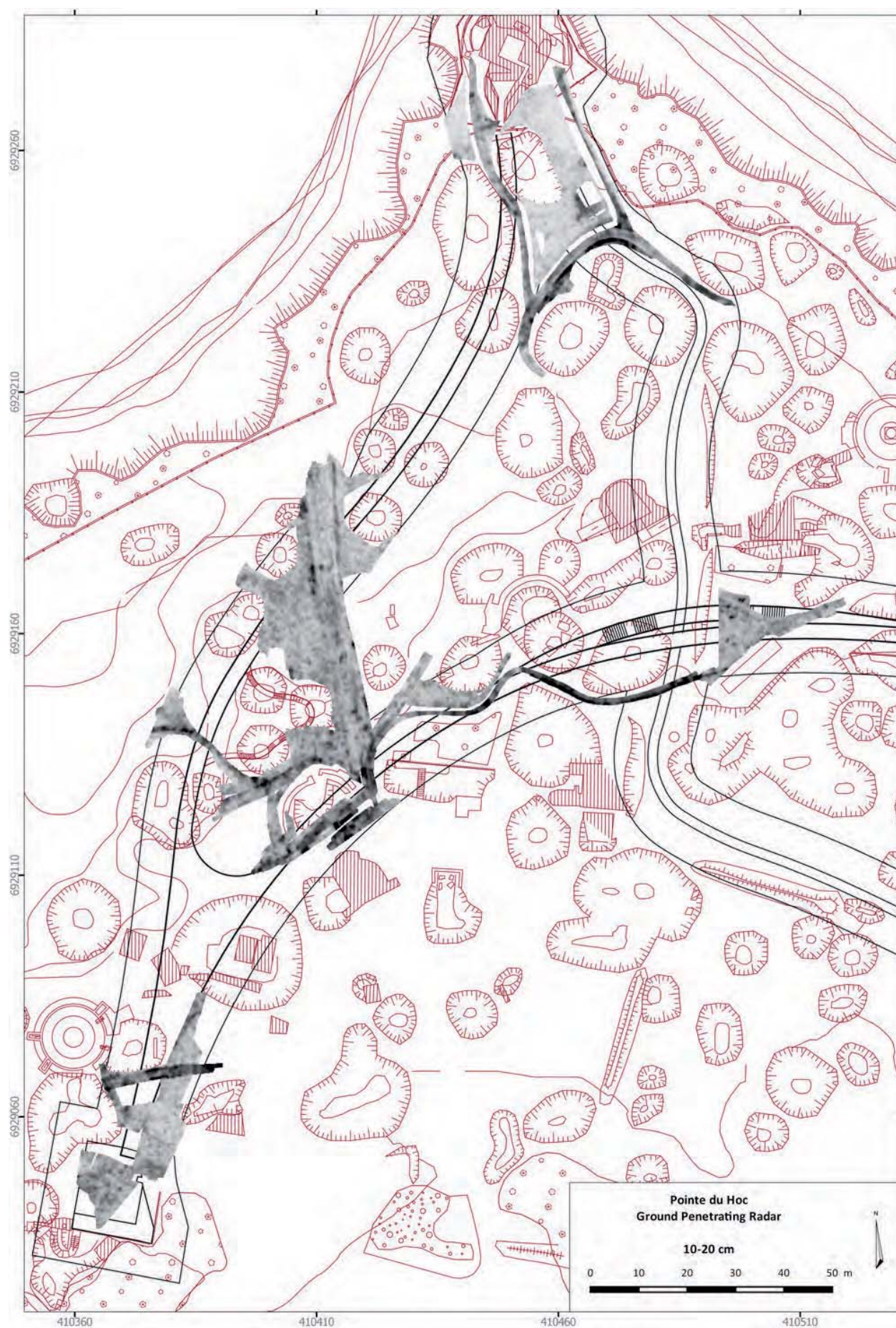


Fig. 88 Carte radar ouest. Tranche de profondeur 0,2-0,3m. © Inrap, 2019

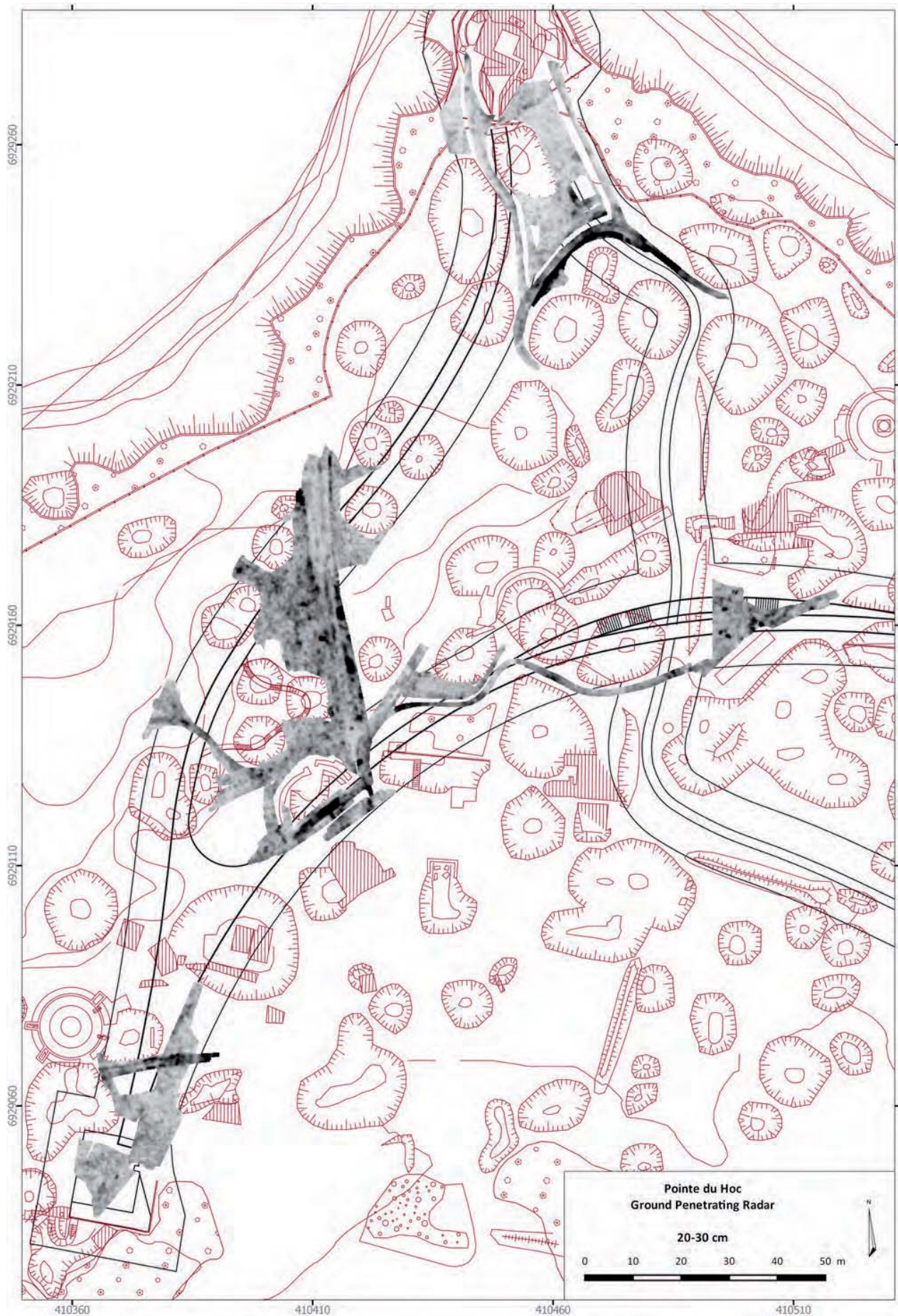


Fig. 89 Carte radar ouest. Tranche de profondeur 0,3-0,4 m. © Inrap, 2019

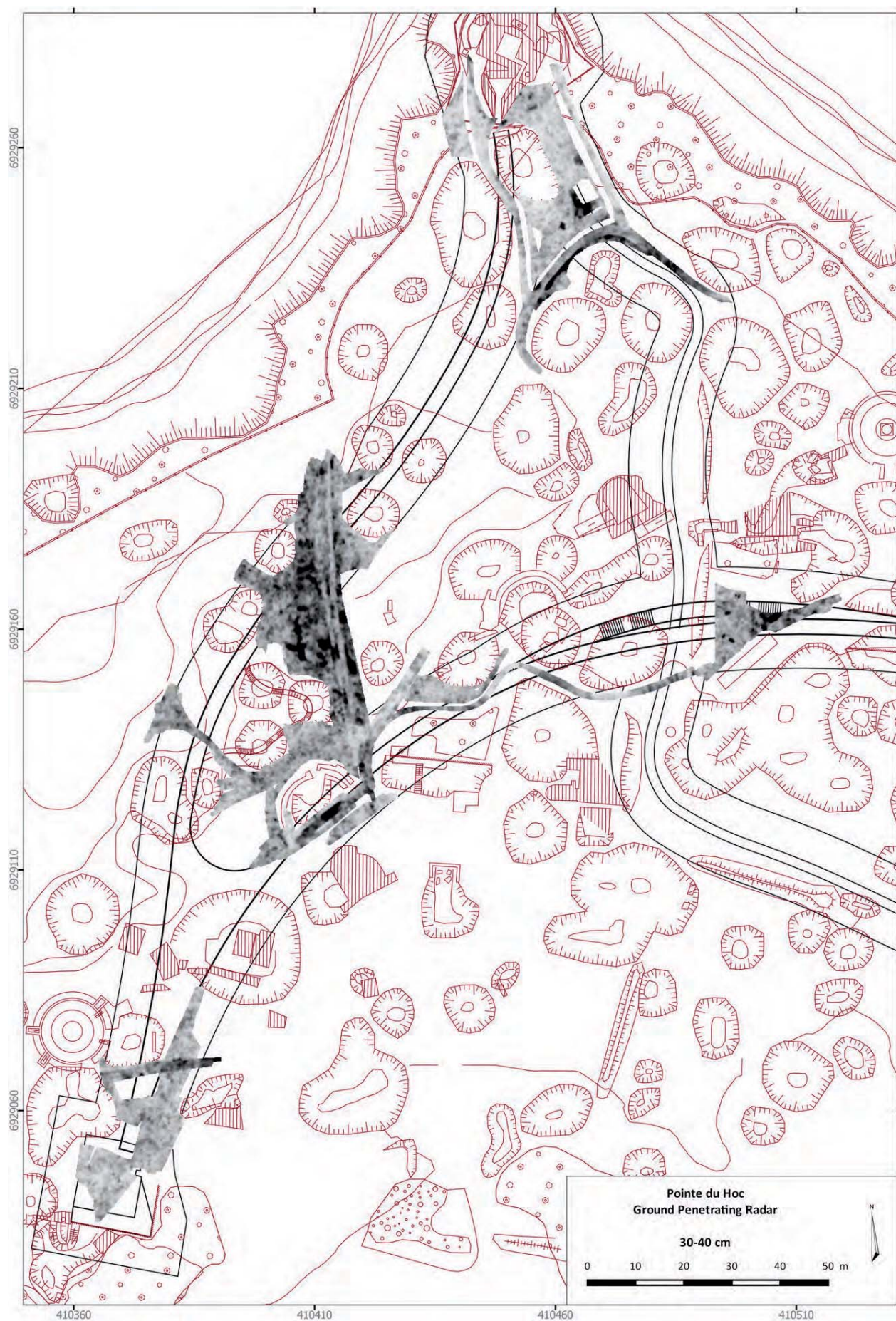


Fig.90 Carte radar ouest. Tranche de profondeur 0,4-0,5 m. © Inrap, 2019

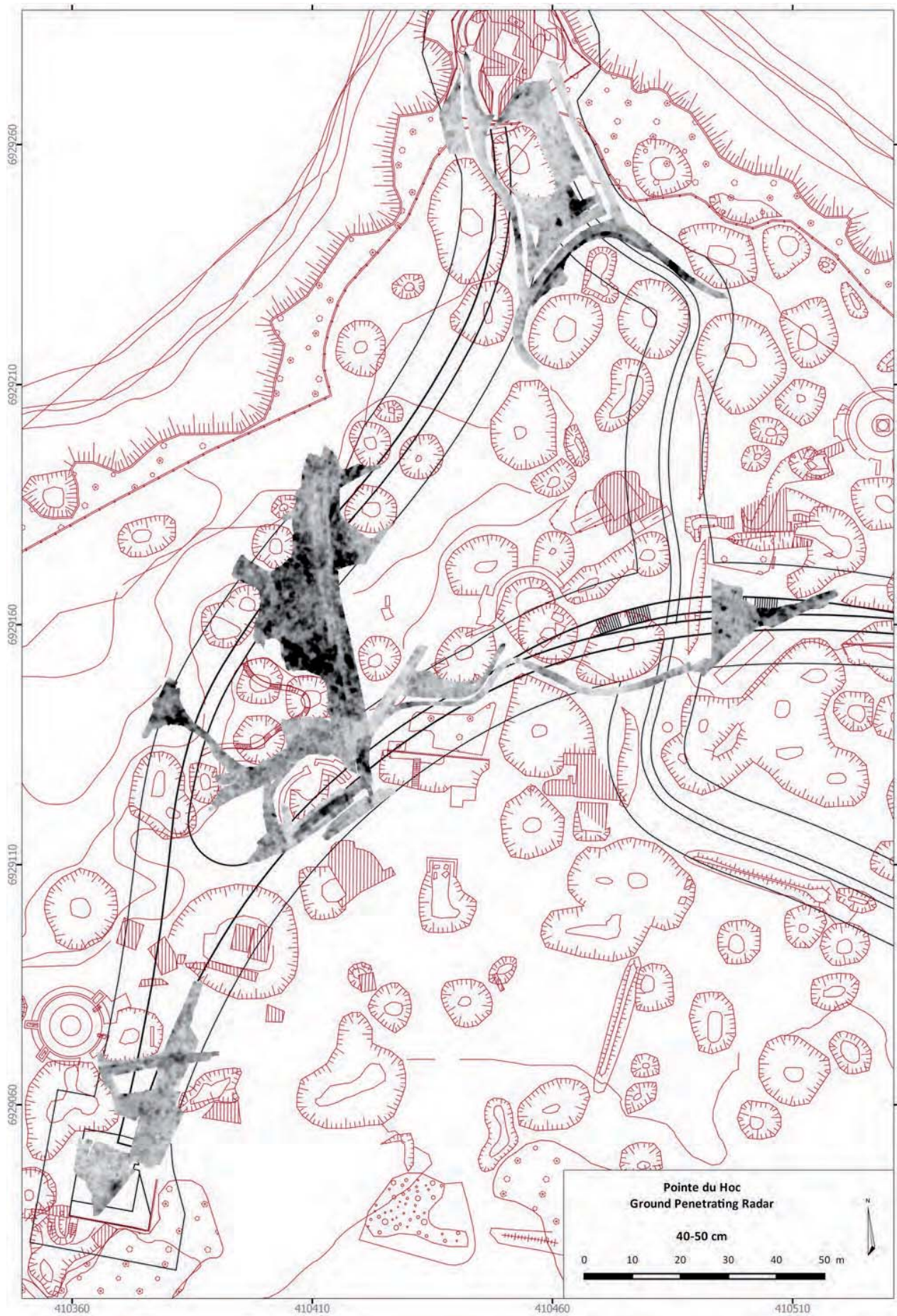


Fig. 91 Carte radar ouest. Tranche de profondeur 0,5-0,6 m. © Inrap, 2019

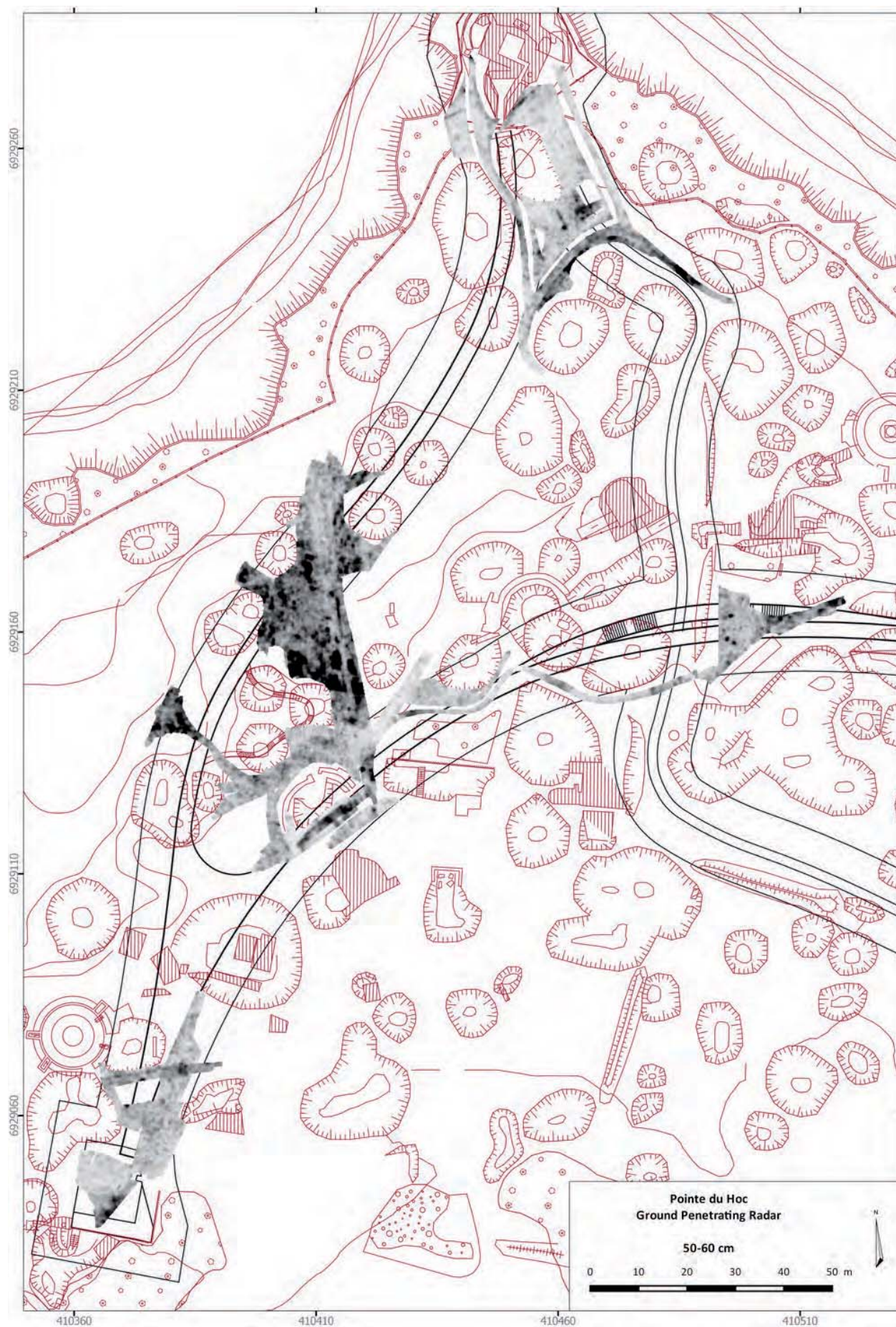


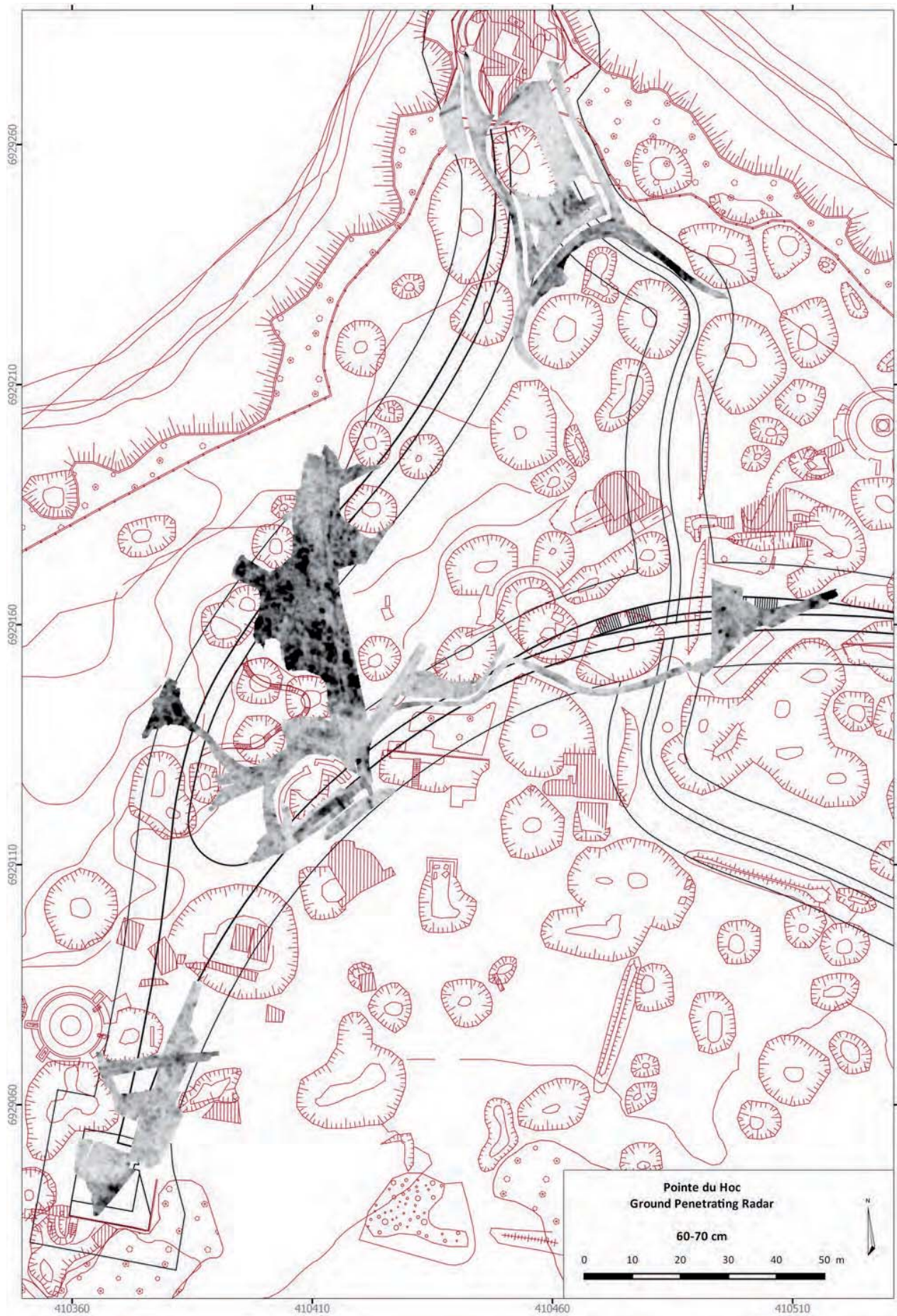
Fig. 92 Carte radar ouest. Tranche de profondeur 0,6-0,7 m. © Inrap, 2019

Fig. 93 Carte radar ouest. Tranche de profondeur 0,7-0,8 m. © Inrap, 2019

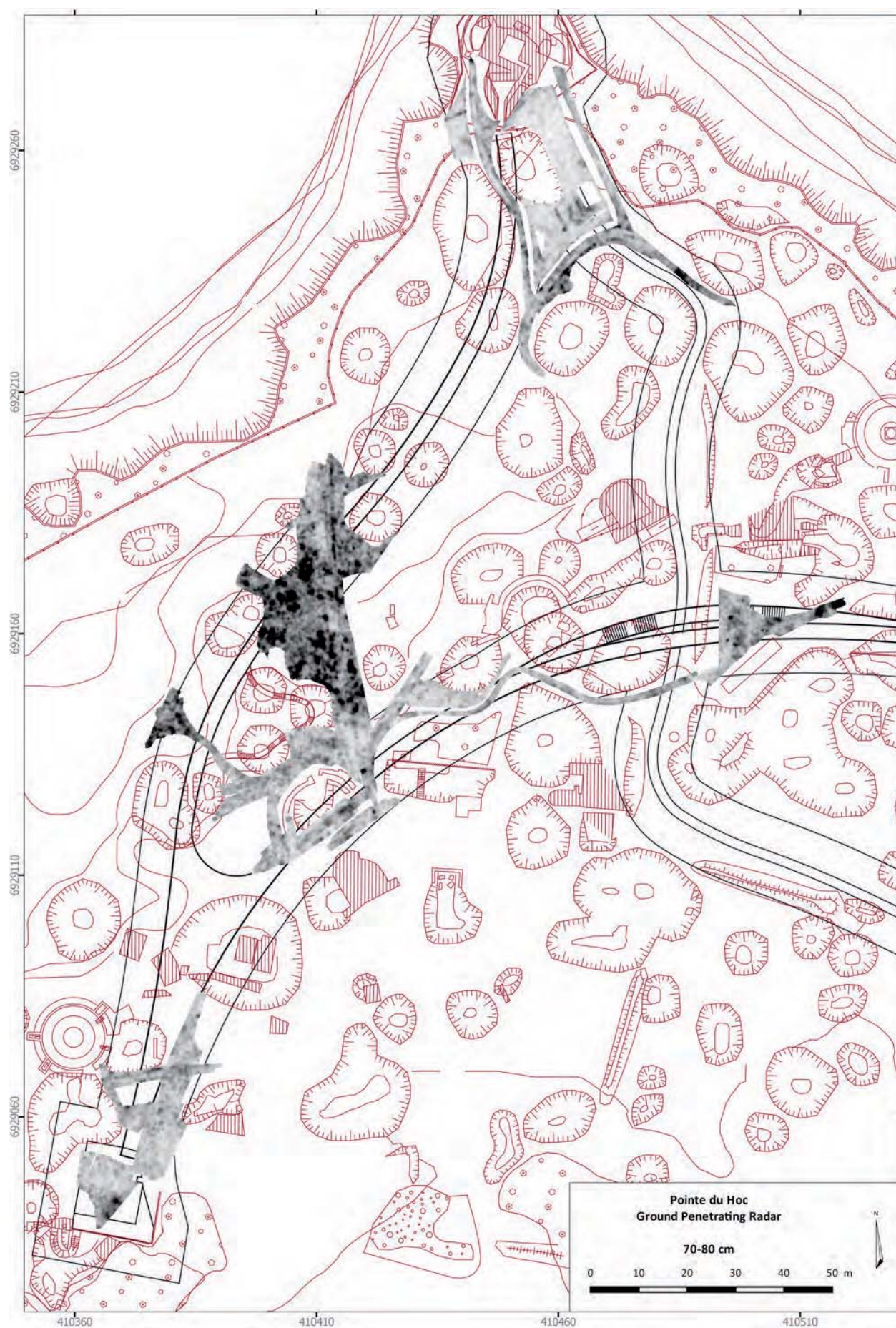


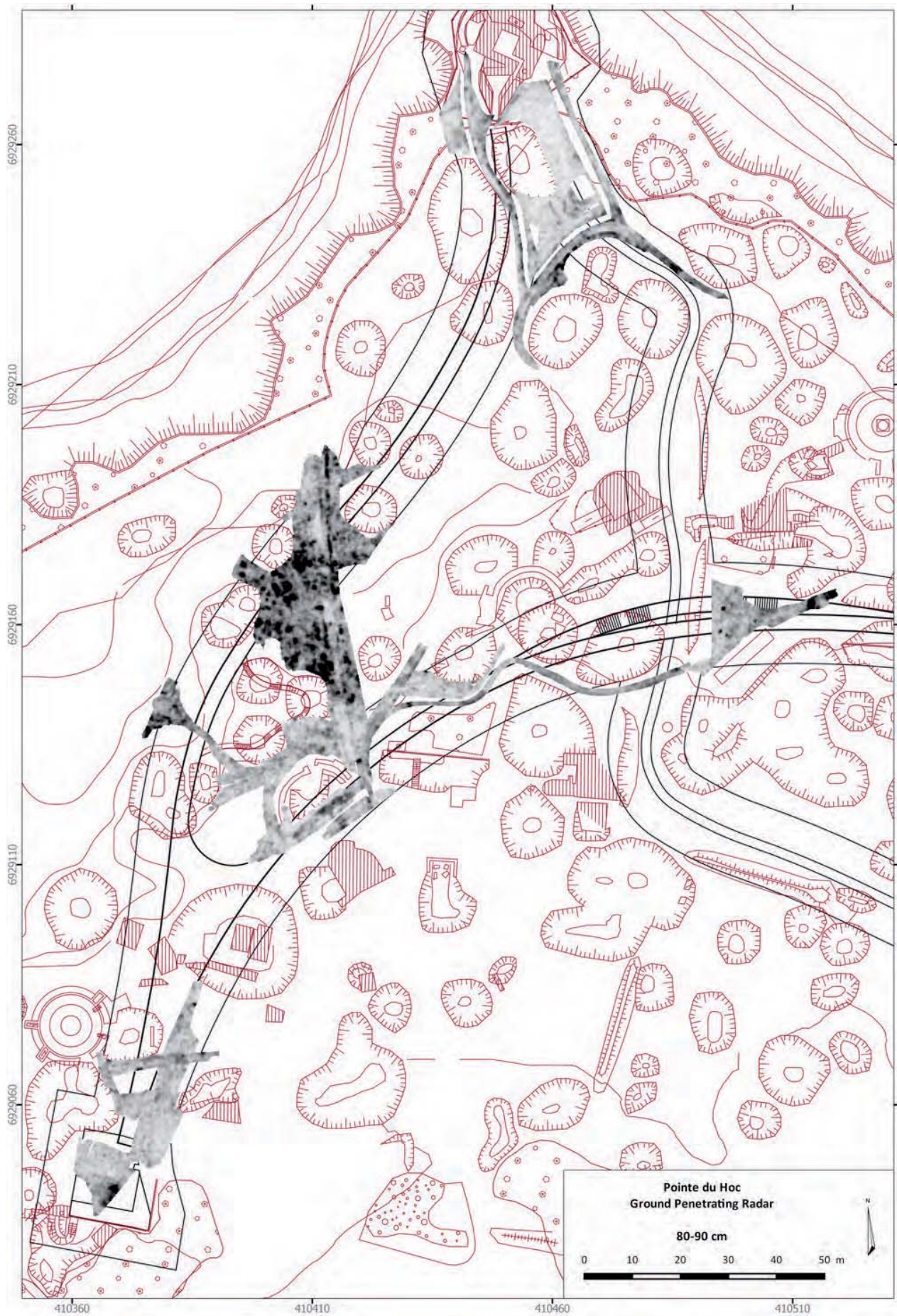
Fig. 94 Carte radar ouest. Tranche de profondeur 0,8-0,9 m. © Inrap, 2019

Fig. 95 Carte radar ouest. Tranche de profondeur 0,9-1,0 m. © Inrap, 2019



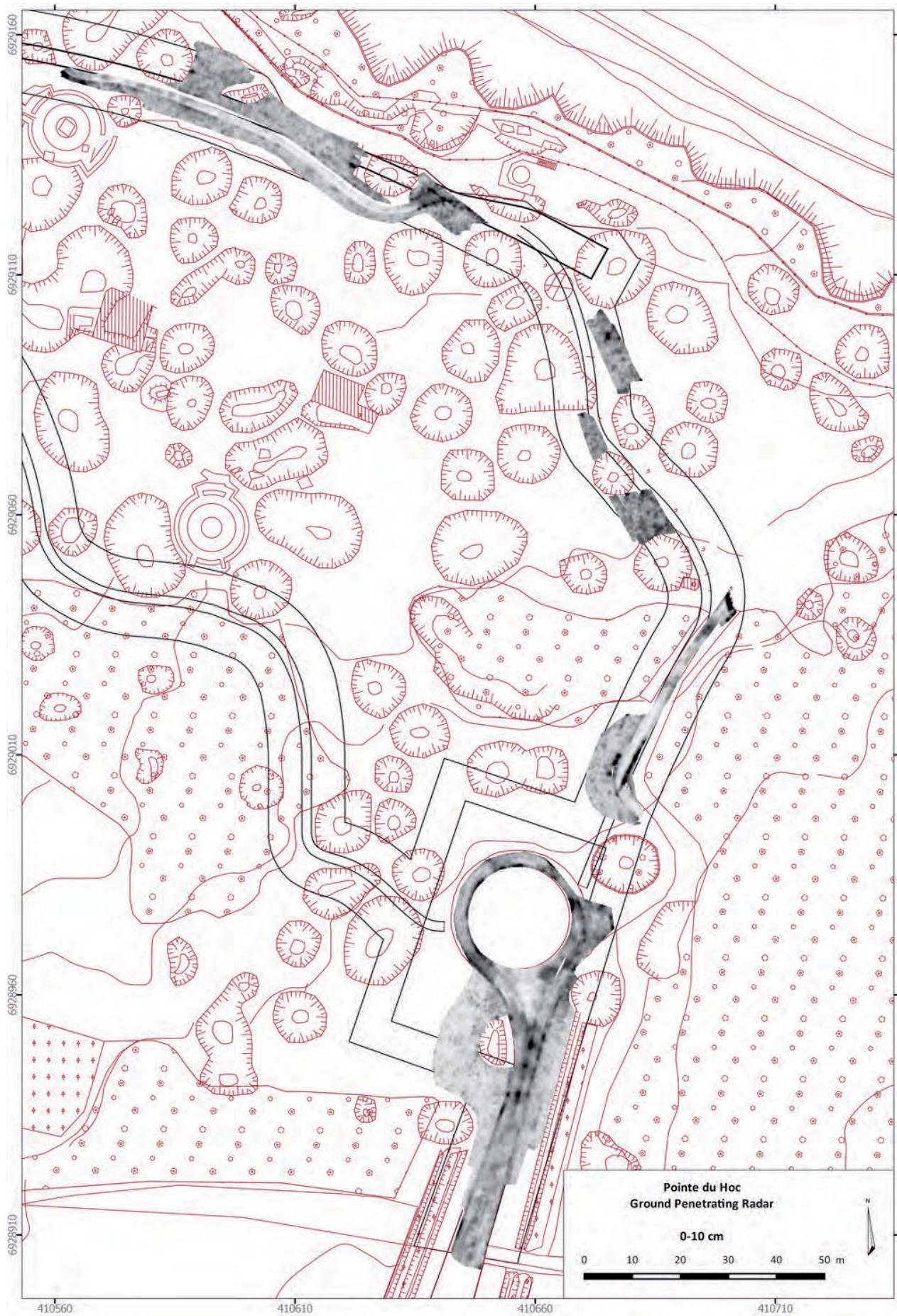
Fig.96 Carte radar est. Tranche de profondeur 0,0-0,1 m. © Inrap, 2019

Fig. 97 Carte radar est. Tranche de profondeur 0,1-0,2 m. © Inrap, 2019

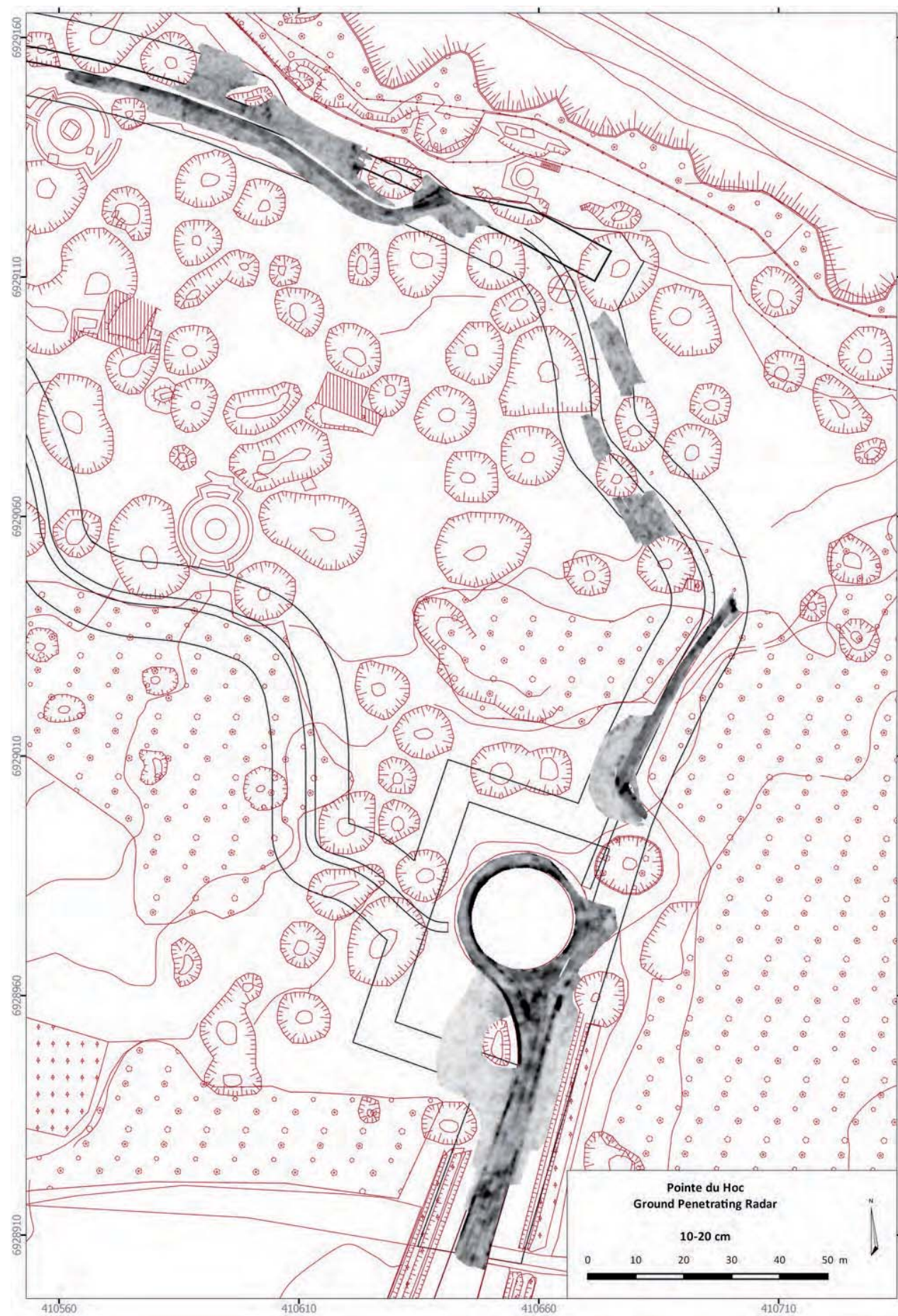


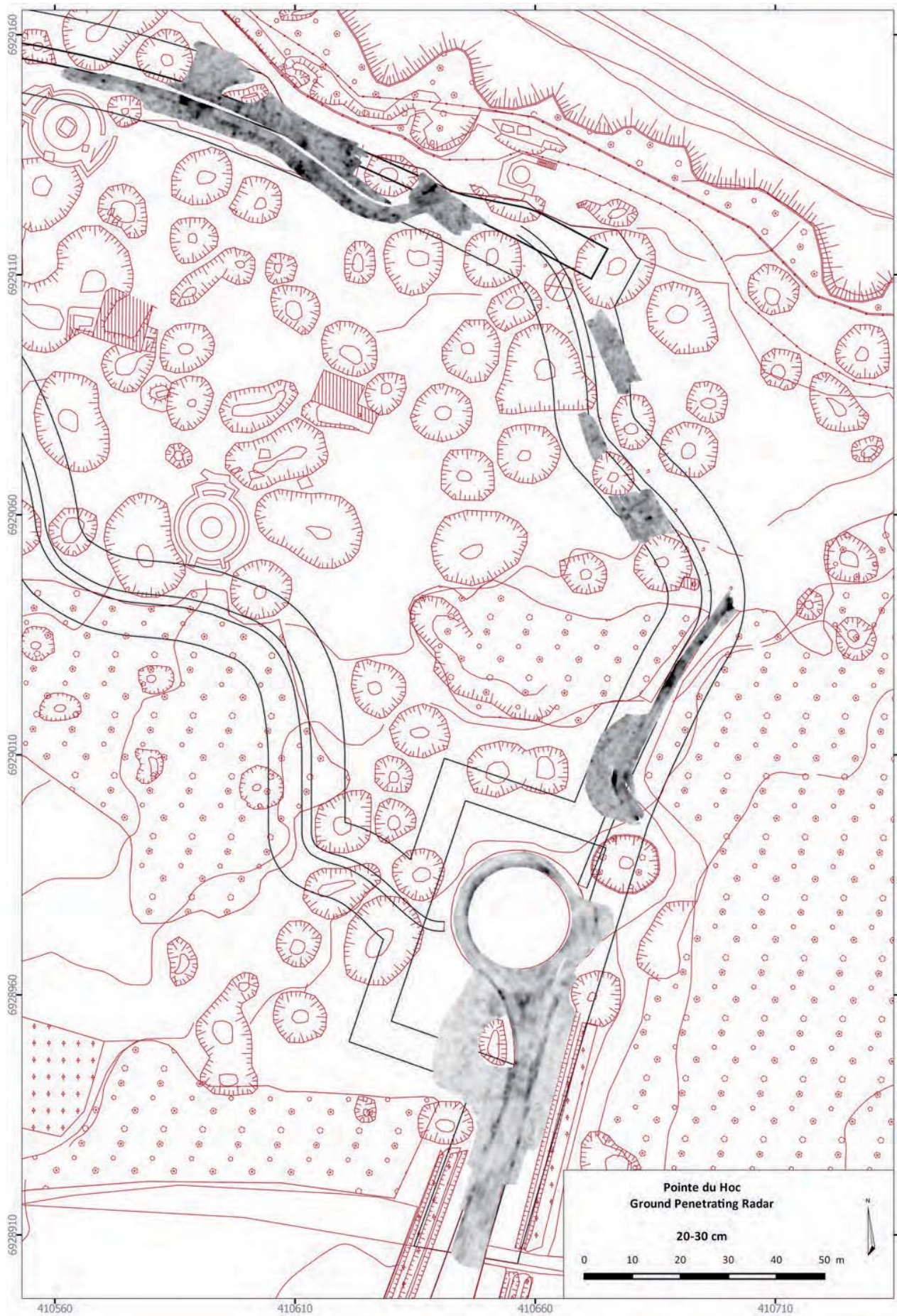
Fig. 98 Carte radar est. Tranche de profondeur 0,2-0,3 m. © Inrap, 2019

Fig. 99 Carte radar est. Tranche de profondeur 0,3-0,4 m. © Inrap, 2019

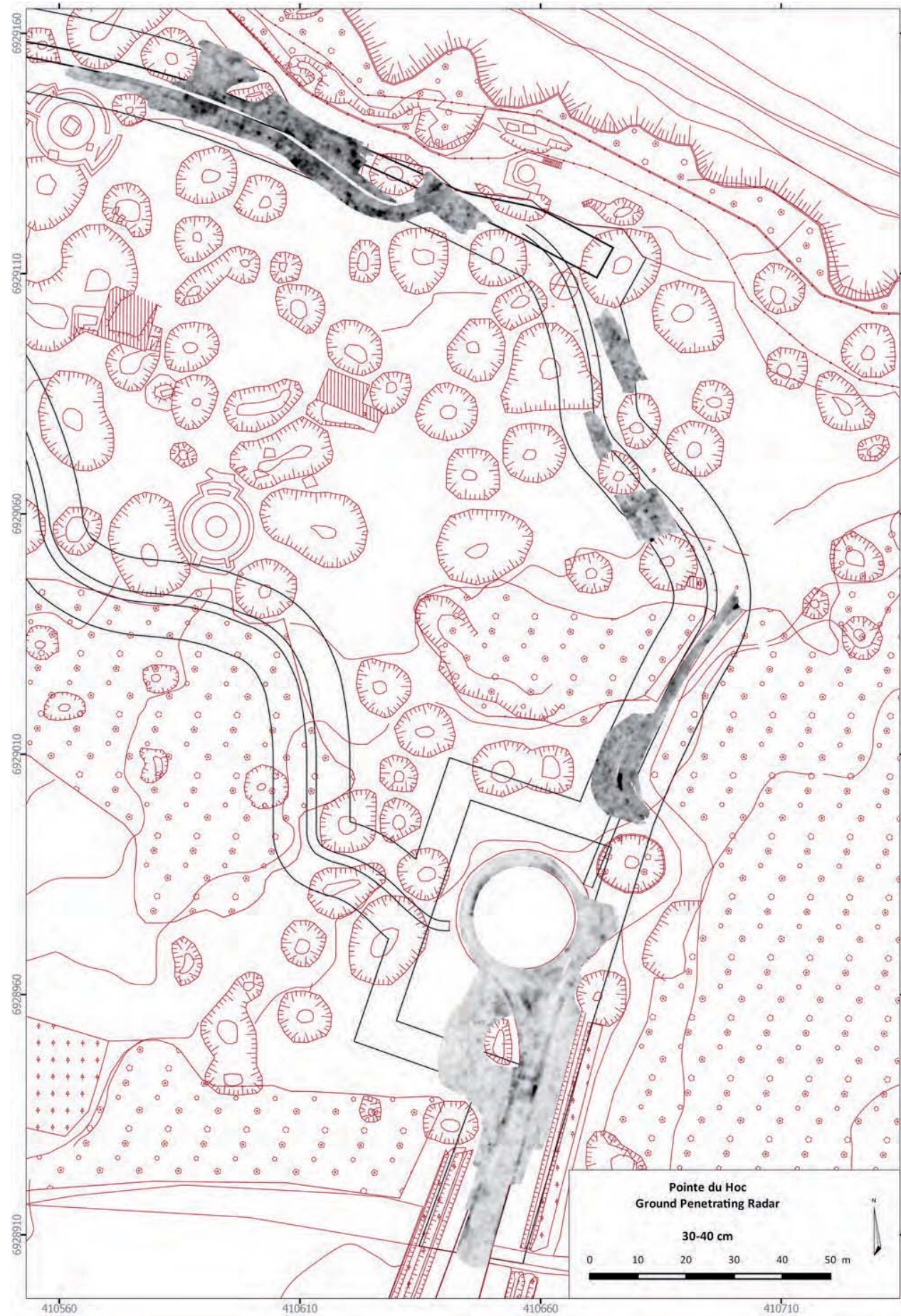


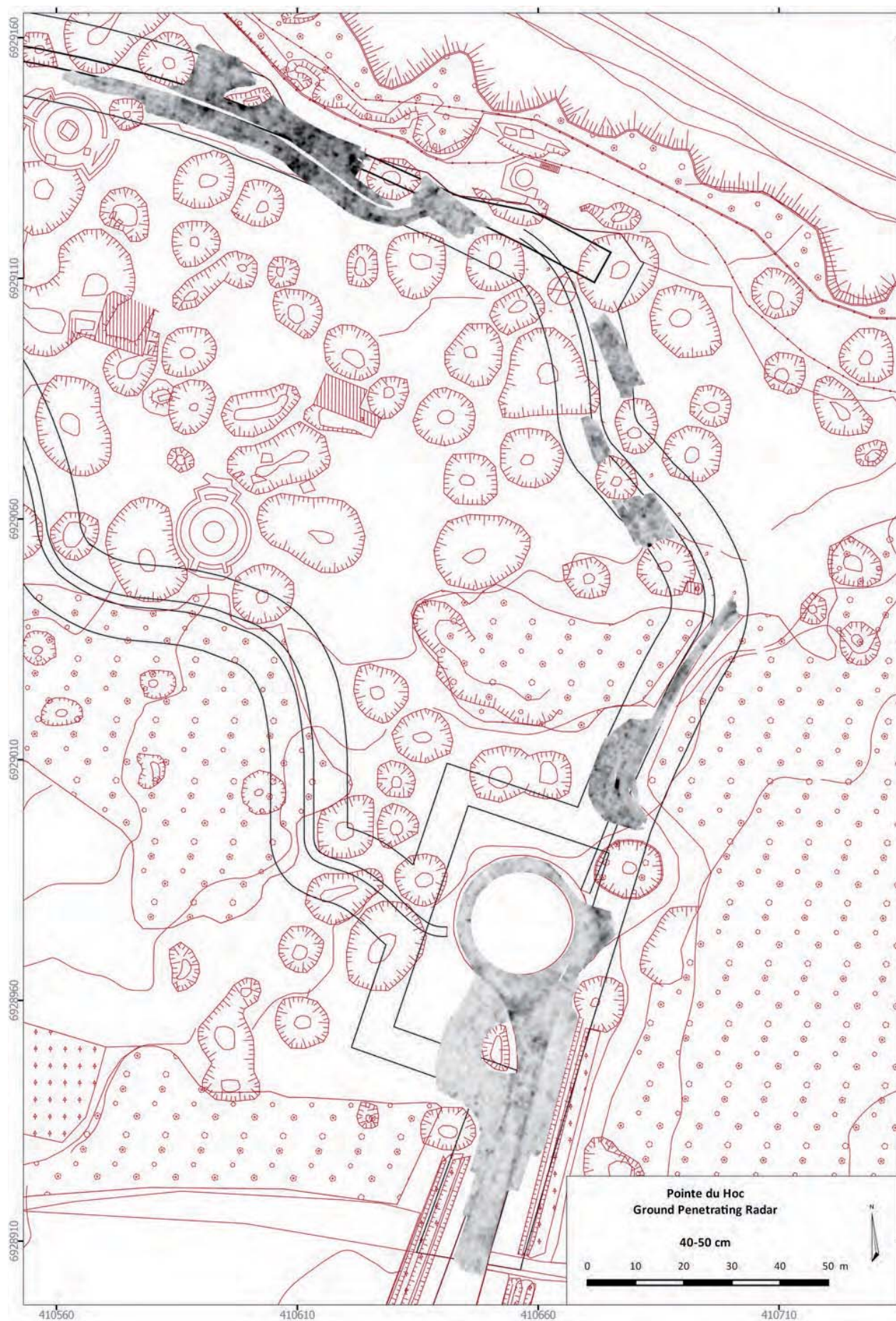
Fig. 100 Carte radar est. Tranche de profondeur 0,4-0,5 m. © Inrap, 2019

Fig. 101 Carte radar est. Tranche de profondeur 0,5-0,6 m. © Inrap, 2019

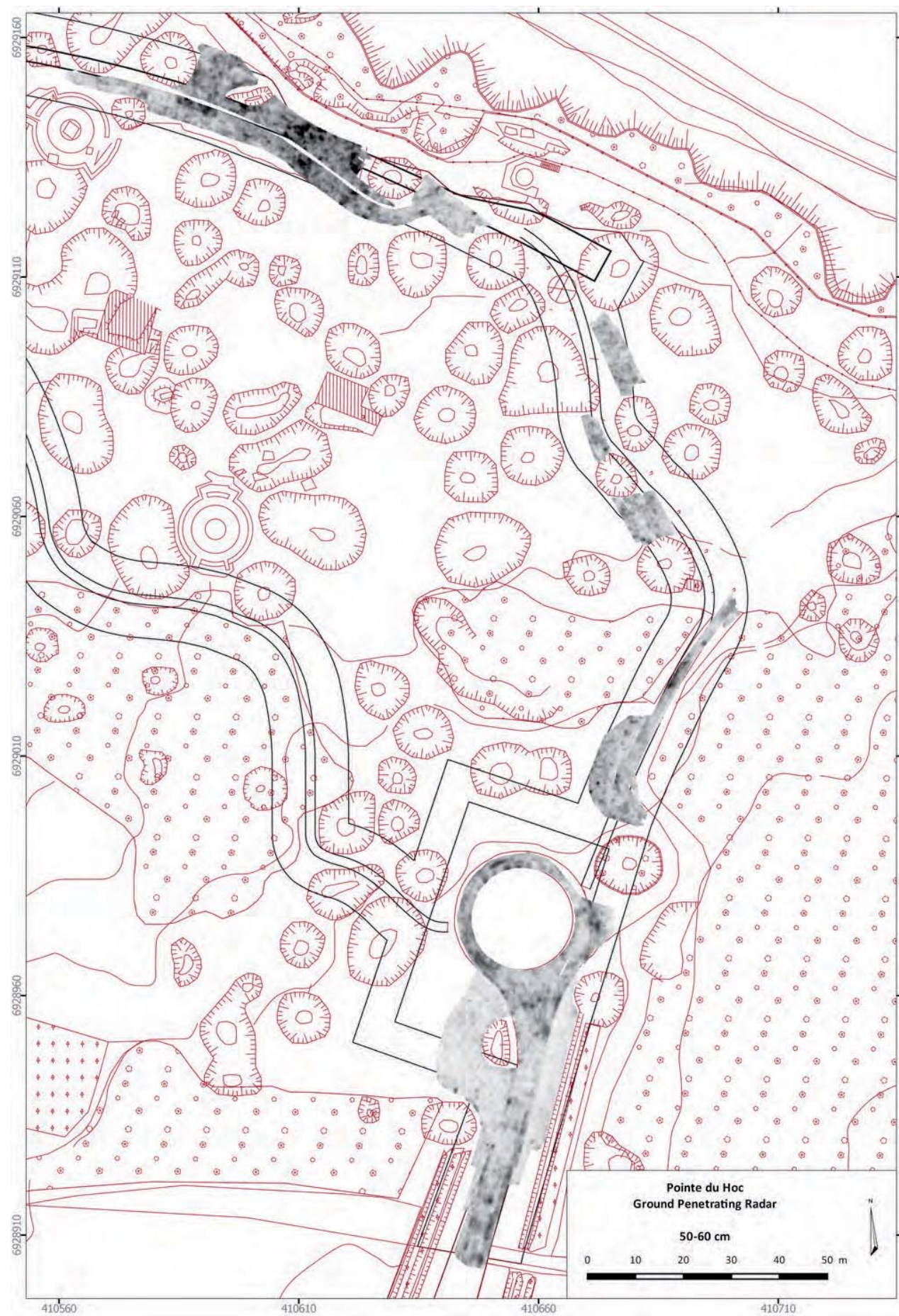


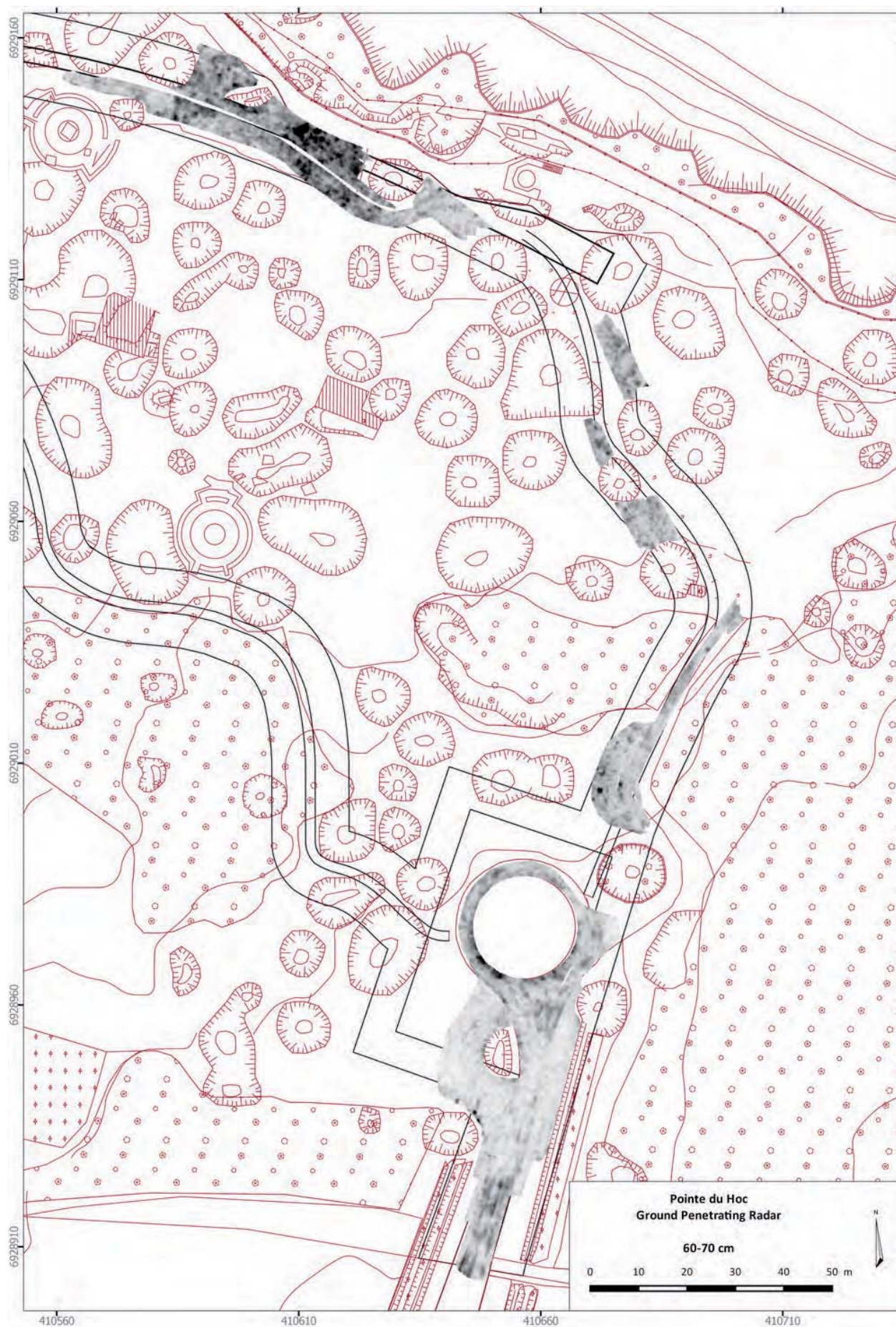
Fig. 102 Carte radar est. Tranche de profondeur 0,6-0,7 m. © Inrap, 2019

Fig. 103 Carte radar est. Tranche de profondeur 0,7-0,8m. © Inrap, 2019

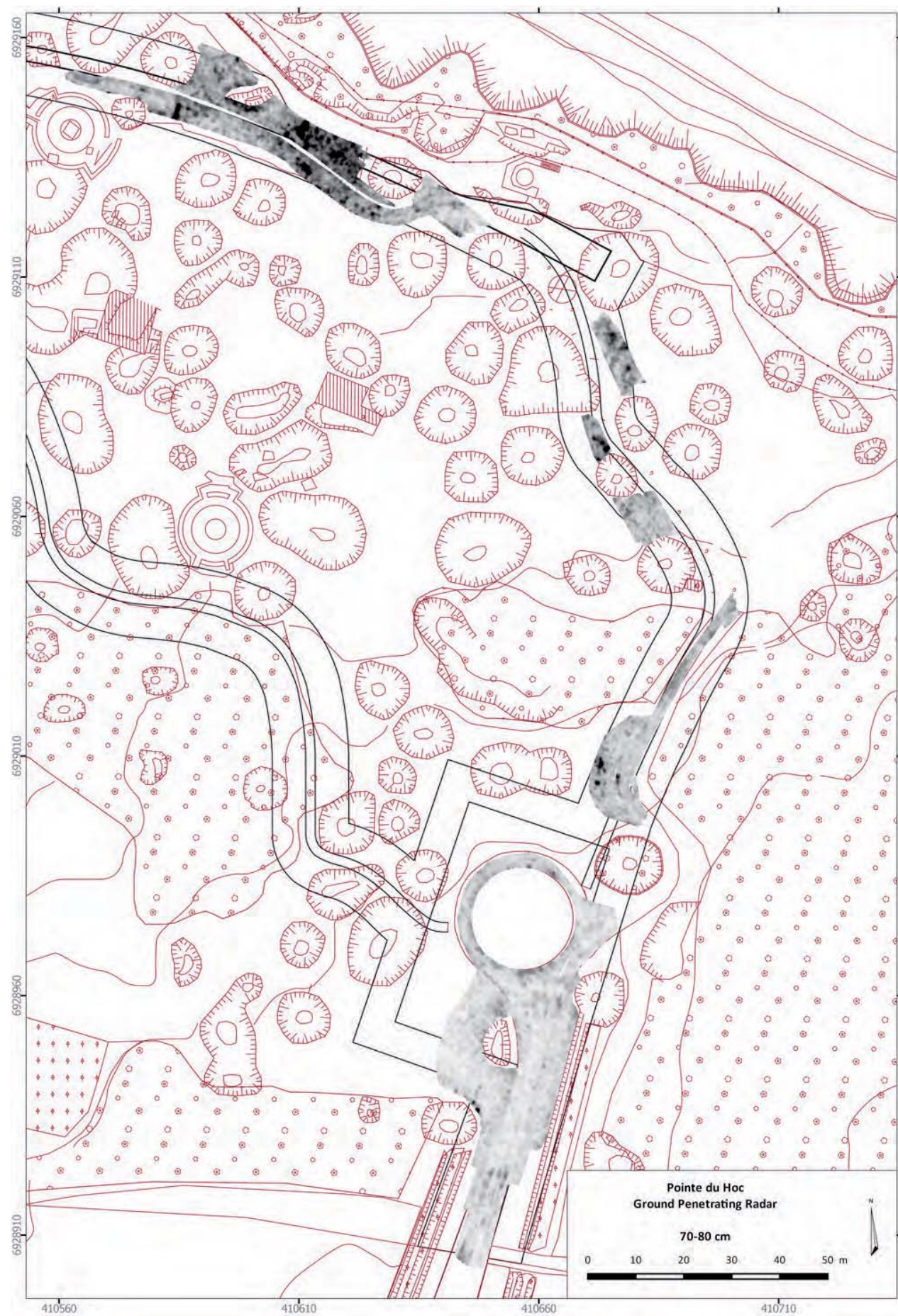


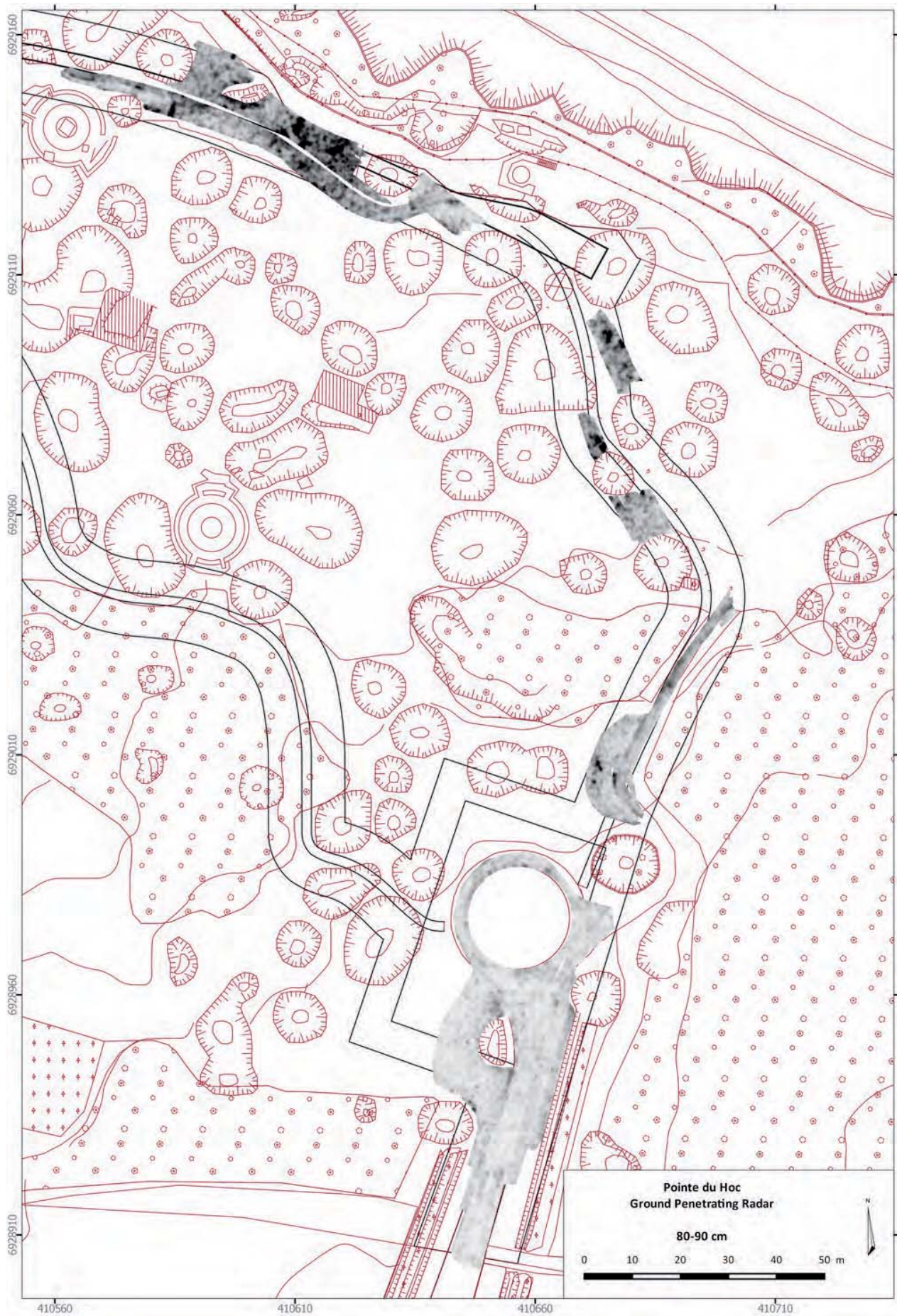
Fig. 104 Carte radar est. Tranche de profondeur 0,8-0,9m. © Inrap, 2019

Fig. 105 Carte radar est. Tranche de profondeur 0,9-1,0m. © Inrap, 2019

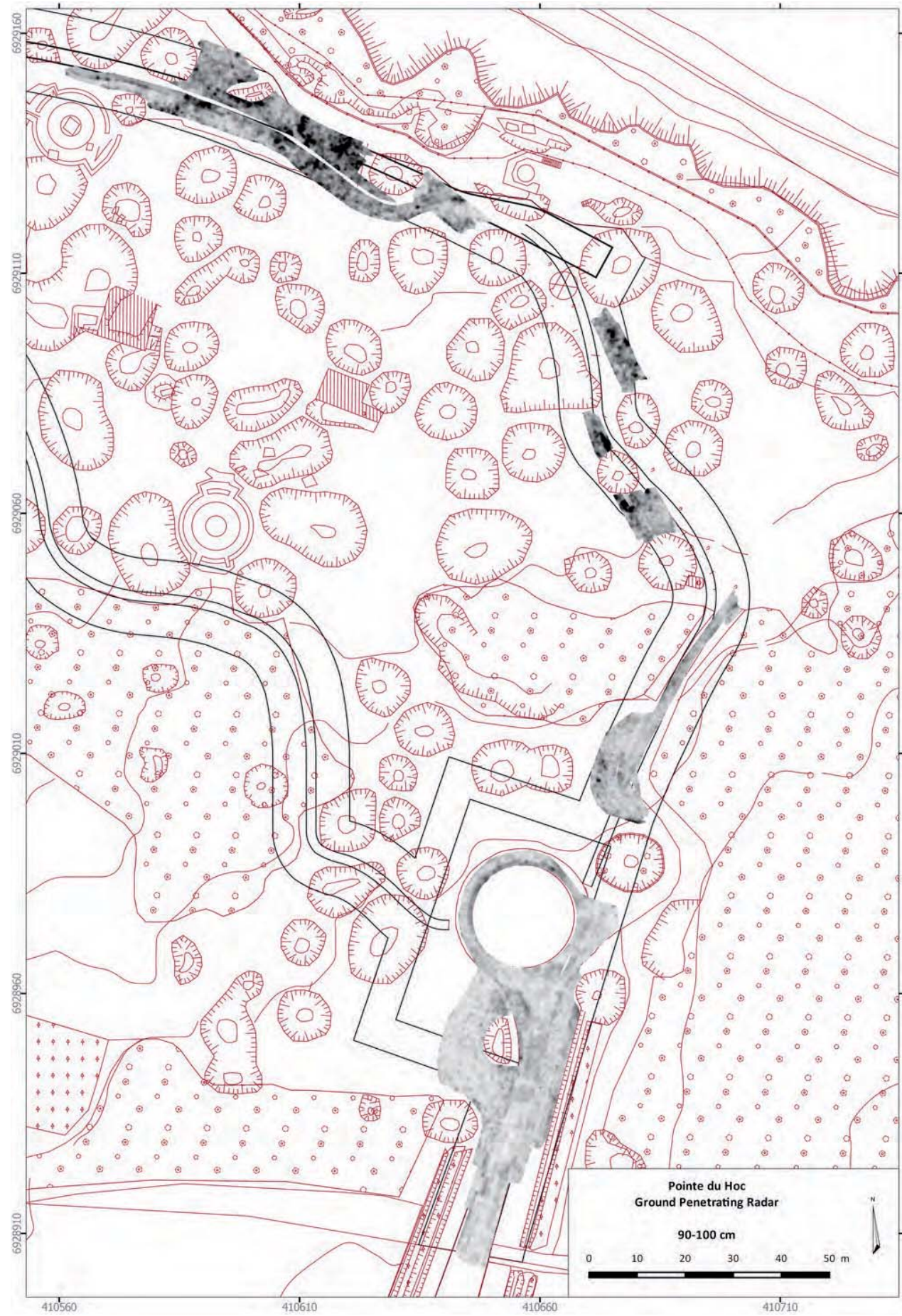


Table générale des figures

II. Résultats

1. Introduction

Figure	Page	Légende
1	17	Le site de la pointe du Hoc, vue aérienne prise par drone © Inrap, 2019.
2	18	Relevé général actualisé du site © Inrap, 2019.
3	19	Carte des nouveaux cheminements projetés par l'ABMC (en rose) © ABMC, 2018.
4	19	Carte montrant les 6 faits prioritaires (en rouge) retenus par l'ABMC pour la prospection. © ABMC, 2018.
5	21	Prospection au sol effectuée par G. Hulin, Inrap. © V. Carpentier, 2019.
6	21	Image Lidar. © G. Hulin, 2019.
7	22	Préparation de la prospection au sol conduite sur le site au début de l'année 2019 : repérage des faits archéologiques inclus dans l'emprise du nouveau cheminement projeté par l'ABMC. De gauche à droite, Benoît Labbey, Cyril Marcigny, Vincent Carpentier. © V. Tessier, 2019.
8	22	Prospection au sol conduite sur le site au début de l'année 2019 : l'emploi systématique du détecteur de métaux (par V. Tessier, Inrap) permet de repérer les grandes structures métalliques enfouies mais aussi les faits plus modestes comme ces éclats d'obus qui aujourd'hui encore, parsèment toute la surface du site ainsi que les cheminements. © V. Carpentier, 2019.

2. Historique

Figure	Page	Légende
9	25	Extrait du cadastre de 1823 (Caen, Archives départementales du Calvados, 3P 1949).
10	27	Vue rapprochée de l'un des six canons de la pointe du Hoc. Cette photo prise avant le printemps 1944 présente l'un des encuvements les plus proches du bord de la falaise. Ce type de disposition garantissait un champ de tir maximum pour les artilleurs mais n'offrait en revanche aucune protection. © NARA.
11	29	Vestiges du poste d'observation et de direction de tir modèle Regelbau 636, achevé à l'automne 1943, au lendemain des violents combats du 6-8 juin 1944. Le revêtement de camouflage en trompe-l'œil est encore en place sur ce cliché © NARA.
12	31	Vue aérienne de la batterie factice installée à l'ouest du site de la pointe du Hoc (1944). Ces aménagements excavés destinés à tromper l'aviation alliée ne sont plus visibles aujourd'hui. © NARA.
13	33	Sur la côte sud de l'Angleterre, à la veille du 6 juin 1944, les Rangers embarquent dans les barges qui vont les conduire vers les grands navires de transport. © NARA.
14	34	Bombardiers A20 Havoc lors du raid du 25 avril 1944 sur la batterie de la Pointe du Hoc. © NARA.
15	36	Suite aux nombreux bombardements aériens et navals, des pans entiers de la falaise se sont effondrés (1944). Les Rangers ont emprunté l'un de ces cônes d'effondrement afin d'escalader la falaise sous le feu ennemi. © NARA.
16	36	Vue aérienne de la falaise à l'est de la pointe du Hoc, avec le poste du colonel Rudder dominant la plage envahie de cratères, où l'on distingue les chalands de débarquement des Rangers et deux grands cônes d'effondrement (1944). © NARA.
17	37	Deux Rangers examinent l'intérieur de l'un des six encuvements. On distingue ici les restes des poteaux en bois qui faisaient office de canon fictif. L'environnement est totalement ravagé par les explosions (1944). © NARA.
18	38	Les canons ont été parfaitement dissimulés dans un chemin creux typique du bocage normand. La densité des haies ne permettait pas à l'aviation alliée de les repérer (1944). © NARA.
19	39	Vue générale du poste de commandement du lieutenant-colonel Rudder. En haut de l'image, des prisonniers allemands sont escortés en direction du bas de la falaise. © NARA.
20	43	Vue actuelle de la pointe rocheuse qui a conféré son nom au site. L'érosion de la falaise, à l'origine de cette formation, se poursuit de nos jours. © Vincent Carpentier/Inrap 2019.
21	43	Vue actuelle vers l'ouest de la pointe du Hoc, où l'érosion marine est très visible en pied de falaise. © Vincent Carpentier/Inrap 2019.

3. Observations archéologiques

3.1 Inventaire descriptif des cratères et faits associés

Figure	Page	Légende
22	46	Carte des faits archéologiques recensés dans l'emprise du projet de l'ABMC. En rouge : ouvrages bétonnés et faits associés ; en trait bleu : cratères et faits associés. © Inrap, 2019.
23	47	Cratère n° 56, au premier plan, avec en arrière-plan, la pointe du Hoc derrière le poste de direction de tir et le monument élevé en hommage aux Rangers. © Vincent Carpentier/Inrap 2019.
24	47	Cratère n° 38, entamant l'ouvrage bétonné (encuvement) n° 6. © Vincent Carpentier/Inrap 2019.
25	48	Cratère n° 25, formé d'un chapelet d'explosions, à l'est du complexe de la batterie. © Vincent Carpentier/Inrap 2019.
26	48	Ouverture d'un abri ou galerie couvert tôle ondulée, proche de l'ouvrage bétonné n° 14 où l'on recense deux ouvrages de ce type, partiellement encombrés de gravats. © Vincent Carpentier/Inrap 2019.
–	49 to 131	Cratères et faits associés n°s 1 to 82. © Inrap 2019

3.2 Inventaire descriptif des ouvrages bétonnés et faits associés

Figure	Page	Légende
27	132	Carte des faits archéologiques recensés dans l'emprise du projet de l'ABMC. En rouge : ouvrages bétonnés et faits associés ; en trait bleu : cratères et faits associés. © Inrap, 2019.
28	133	Matériaux de construction de la casemate n° 8, au premier plan. Poutrelles de béton et treillage de fers à béton émergent d'un cratère. © Vincent Carpentier/Inrap 2019.
29	134	Matériaux de construction de l'une des casemates inachevées de la pointe du Hoc, après les combats du débarquement (1944). Ce cliché est à rapprocher du précédent. © NARA.
30	134	Poutrelles métalliques et fers à béton émergeant du sol et des genêts, aux abords de la casemate inachevée n° 8 (1944). © Inrap 2019.
31	135	Matériaux de construction de la casemate n° 8 attestant de son inachèvement au 6 juin 1944 : amas de sacs de ciment fossilisés en place et partiellement recouverts de déblais et de fragments détachés des ouvrages adjacents par les explosions. © Vincent Carpentier/Inrap 2019.
32	135	Détail d'un sac de ciment fossilisé, près de la casemate n° 8. © Vincent Carpentier/Inrap 2019.
33	136	Ouvrage bétonné n° 11, poste de tir, plafond en lattes de bois carbonisées. © Vincent Carpentier/Inrap 2019.
34	136	Ouvrage bétonné n° 11, poste de tir, porte métallique intacte. © Vincent Carpentier/Inrap 2019.
35	136	Crochets servant à l'arrimage des filets de camouflage au sommet de l'ouvrage bétonné n° 14. © Vincent Carpentier/Inrap 2019.
36	138	Ouvrage bétonné n° 14, mur avec traces de coffrage en planches et impacts de balles. © Vincent Carpentier/Inrap 2019.
37	140	Ouvrage bétonné n° 1, Tobrouk modèle Bf. 58c, construit à la fin de l'année 1943. © Vincent Carpentier/Inrap 2019.
38	141	Ouvrage bétonné n° 2, encuvement circulaire semi-enterré pour canon de 155 mm, construit à partir de juillet 1942. © Inrap 2019.
39	142	Ouvrage bétonné n° 3, soute à munitions en grande partie enterrée. © Vincent Carpentier/Inrap 2019.
40	143	Ouvrage bétonné n° 4, support modèle L 409A pour canon antiaérien de 37 mm Flak 36, construit en 1943 et réutilisé le 6 juin 1944 par le colonel Rudder, du 2e US Rangers, pour y installer son PC. © Inrap 2019.
41	143	Ouvrage bétonné n° 4, plot en béton circulaire destiné à recevoir la base du canon antiaérien L 409A de 37 mm Flak 36. © Vincent Carpentier/Inrap 2019.
42	143	Ouvrage bétonné n° 4, escalier d'époque donnant accès à la base enterrée du bunker. Le mur en moellons, à droite, non réglementaire, est également un aménagement d'époque. © Vincent Carpentier/Inrap 2019.
43	144	Ouvrage bétonné n° 5, vestiges d'une casemate pour canon de 155 mm modèle Regelbau 694, inachevée le 6 juin 1944. © Vincent Carpentier/Inrap 2019.
44	145	Ouvrage bétonné n° 6, encuvement circulaire semi-enterré pour canon de 155 mm, construit à partir de juillet 1942. © Inrap 2019.
45	145	Ouvrage bétonné n° 6, base bétonnée et pivot central métallique destiné à accueillir une plaque rotative en acier pour canon de 155 mm. © Vincent Carpentier/Inrap 2019.
46	147	Fait associé aux ouvrages bétonnés n° 7, vestiges d'un mur en moellons de calcaire, antérieur à 1823 ? © Vincent Carpentier/Inrap 2019.
47	147	Ouvrage bétonné n° 8, abri pour deux groupes de combat modèle Regelbau 502, construit en 1942. © Vincent Carpentier/Inrap 2019.
48	148	Fait associé aux ouvrages bétonnés n° 9, piste bétonnée pour l'acheminement des matériaux de construction, début 1944 ? © Vincent Carpentier/Inrap 2019.
49	149	Ouvrage bétonné n° 10, soute à munitions modèle Regelbau 134, construite en 1942. © Vincent Carpentier/Inrap 2019.
50	150	Ouvrage bétonné n° 11, poste de direction de tir de la batterie de la pointe du Hoc, modèle Regelbau 636, achevé à l'automne 1943. © Inrap 2019.
51	151	Ouvrage bétonné n° 12, casemate de tir pour canon de 155 mm modèle Regelbau 694, achevée le 6 juin 1944. © Vincent Carpentier/Inrap 2019.

Figure	Page	Légende
52	152	Ouvrage bétonné n° 13, vestiges d'un encuvement circulaire semi-enterré pour canon de 155 mm, construit à partir de juillet 1942. © Vincent Carpentier/Inrap 2019.
53	153	Ouvrage bétonné n° 14, abri pour troupes modèle Regelbau 501, aménagé en poste de commandement pour le chef de la batterie de la pointe du Hoc. © Vincent Carpentier/Inrap 2019.
54	154	Ouvrage bétonné n° 15, abri pour deux groupes de combat modèle Regelbau 502, construit en 1942. © Vincent Carpentier/Inrap 2019.
55	155	Ouvrage bétonné n° 16 (à gauche), encuvement circulaire semi-enterré pour canon de 155 mm, construit à partir de juillet 1942 et en partie démoli en vue d'être remplacé par la casemate de tir située à droite du cliché. © Inrap 2019.
56	156	Ouvrage bétonné n° 17, casemate de tir pour canon de 155 mm modèle Regelbau 694, achevée le 6 juin 1944. © Inrap 2019.
57	157	Ouvrage bétonné n° 18, vestiges d'une soute pour munitions modèle Regelbau 134, construite en 1942 et démolie après le 8 juin 1944 par les troupes américaines. © Inrap 2019.
58	158	Ouvrage bétonné n° 19, encuvement circulaire semi-enterré pour canon de 155 mm, construit à partir de juillet 1942. © Inrap 2019.
59	159	Ouvrage bétonné n° 19, abri modèle Regelbau 661 à usage d'infirmerie, construit en 1943. © Inrap 2019.
60	160	Fait associé aux ouvrages bétonnés n° 21. Rare plaque rotative en acier munie de 12 roulettes ou « Schwere Drehbettung », destinée à accueillir un canon de 155 mm, vraisemblablement éjectée de son support dans l'encuvement n° 13 des suites d'une explosion. © Vincent Carpentier/Inrap 2019.
61	161	Ouvrage bétonné n° 22, encuvement circulaire semi-enterré pour canon de 155 mm, construit après juillet 1942 et très bien préservé avec la plaque rotative en acier ou « Schwere Drehbettung », encore intacte au centre de la structure. © INRAP 2019.

III. Rapport LiDAR

Figure	Page	Légende
62	170	Emprise du relevé LiDAR sur le fond aérien (orthophotographie IGN)
63	171	Vue du système d'acquisition drone-LiDAR (crédit Aird'eco drone)
64	171	Semis de point sol LiDAR © Inrap, 2019.
65	171	Semis de point sol LiDAR © Inrap, 2019.
66	172	Vue sommitale du relevé LiDAR avec drapage des points sols mettant en évidence les cratères d'impacts des bombes © Inrap, 2019.
67	172	Vue oblique du relevé LiDAR avec drapage des points sols mettant en évidence les cratères d'impacts des bombes © Inrap, 2019.
68	173	Relevé LiDAR de la falaise © Inrap, 2019.
69	174	Relevé LiDAR de la falaise © Inrap, 2019.
70	175	Détail de relevé de la falaise © Inrap, 2019.
71	176	Détail de relevé de la falaise © Inrap, 2019.
72	177	Détail de relevé de la falaise © Inrap, 2019.
73	178	Détail de relevé de la falaise © Inrap, 2019.
74	179	Détail de relevé de la falaise © Inrap, 2019.
75	180	Modèle Numérique de Terrain (MNT) issu des points classifiés © Inrap, 2019.
76	181	Traitement du MNT – Ombrage © Inrap, 2019.
77	182	Traitement du MNT – Ouverture négative © Inrap, 2019.
78	183	Traitement du MNT – Analyse des composantes principales © Inrap, 2019.
79	184	Traitement du MNT – LRM Simple © Inrap, 2019.
80	185	Traitement du MNT – Sky View Factor © Inrap, 2019.
81	186	Superposition des données du MNT et de l'orthophotographie (fond IGN)
82	187	Comparatif des données – à droite orthophotographie actuelle, au centre le résultat de l'image LiDAR avec traitement du Sky View Factor et à droite l'image aérienne acquise dans les années 50 avant la pousse du couvert végétal © Inrap, 2019.

IV. Rapport de prospection géophysique

Figure	Page	Légende
83	189	Carte de localisation de la prospection radar © Inrap, 2019.
84	190	Dispositif de prospection radar © Inrap, 2019.
85	190	Dispositif de prospection radar © Inrap, 2019.
86	191	Carte radar Ouest Tranche de profondeur 0,0-0,1 m © Inrap, 2019.
87	192	Carte radar Ouest Tranche de profondeur 0,1-0,2 m © Inrap, 2019.
88	193	Carte radar Ouest Tranche de profondeur 0,2-0,3 m © Inrap, 2019.
89	194	Carte radar Ouest Tranche de profondeur 0,3-0,4 m © Inrap, 2019.
90	195	Carte radar Ouest Tranche de profondeur 0,4-0,5 m © Inrap, 2019.
91	196	Carte radar Ouest Tranche de profondeur 0,5-0,6 m © Inrap, 2019.
92	197	Carte radar Ouest Tranche de profondeur 0,6-0,7 m © Inrap, 2019.
93	198	Carte radar Ouest Tranche de profondeur 0,7-0,8 m © Inrap, 2019.
94	199	Carte radar Ouest Tranche de profondeur 0,8-0,9 m © Inrap, 2019.
95	200	Carte radar Ouest Tranche de profondeur 0,9-1,0 m © Inrap, 2019.
96	201	Carte radar Est Tranche de profondeur 0,0-0,1 m © Inrap, 2019.
97	202	Carte radar Est Tranche de profondeur 0,1-0,2 m © Inrap, 2019.
98	203	Carte radar Est Tranche de profondeur 0,2-0,3 m © Inrap, 2019.
99	204	Carte radar Est Tranche de profondeur 0,3-0,4 m © Inrap, 2019.
100	205	Carte radar Est Tranche de profondeur 0,4-0,5 m © Inrap, 2019.
101	206	Carte radar Est Tranche de profondeur 0,5-0,6 m © Inrap, 2019.
102	207	Carte radar Est Tranche de profondeur 0,6-0,7 m © Inrap, 2019.
103	208	Carte radar Est Tranche de profondeur 0,7-0,8 m © Inrap, 2019.
104	209	Carte radar Est Tranche de profondeur 0,8-0,9 m © Inrap, 2019.
105	210	Carte radar Est Tranche de profondeur 0,9-1,0 m © Inrap, 2019.

RAPPORT DE POLLUTION PYROTECHNIQUE DIAGNOSTIC PYROTECHNIQUE

Rapport de Dianex



Institut national
de recherches
archéologiques
préventives



POINTE-DU-HOC (14)

RAPPORT DE POLLUTION PYROTECHNIQUE

Diagnostic pyrotechnique

CONFIDENTIALITE

Ce document est la propriété de la Société ABMC. Toute diffusion ou reproduction intégrale ou partielle est autorisée pour et dans la limite des besoins découlant des prestations ou missions du marché conclu avec le titulaire destinataire.

EMETTEUR

Date	Indice	Suivi des modifications	Rédaction	Vérification	Validation
20/12/2019	1	Version 1	S. LEJART	D. LACAMBRE	D. LACAMBRE
Date					
Date					
Date					

REFERENCES

POINTE-DU-HOC – 2019-14-263-1_FR



G RILLE DE RÉVISIO N

Ind interne	Date	Page	Objet
1	20/12/2019	-	1 ^{ère} émission



Sommaire

SOMMAIRE	3
1. CADRE DE L'ÉTUDE	6
1.1. Objectifs de l'étude	6
1.2. Localisation du projet	6
1.3. Cadre législatif	8
2. MÉTHODE DE DIAGNOSTIC MAGNÉTIQUE	10
2.1. Méthodes de mesures magnétiques	10
2.2. Mode opératoire	11
2.3. Traitement des données	12
2.4. Interprétation des données	13
3. COMPTE RENDU DE LA MISSION	13
3.1. Déroulement	13
3.2. Équipe de terrain	13
3.3. Matériel utilisé	14
3.4. Analyse des données et rapport	14
4. RÉSULTATS DU DIAGNOSTIC	15
4.1. Zone d'obstacle	15
4.2. Zone de saturation	16
4.3. Exemple des zones d'obstacle et de saturations sur la pointe du Hoc	17
4.4. Résultats	23
5. CONCLUSION	25
5.1. Objectifs	25
5.2. Résultats	25
5.3. Préconisations	26



LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Localisation de l'emprise théorique de la zone à diagnostiquer (fond de carte : Bing Satellite)	7
Figure 2 : Principe des méthodes de détection magnétique	11
Figure 3 : Magnétomètre multisonde Vallon monté sur un chariot à magnétique	12
Figure 4 : Emprise du diagnostic magnétique théorique et réalisé (fond de carte Bing satellite) ..	15
Figure 5 : Exemple de zones de saturation provoqué par des objets métalliques en surface	16
Figure 6 : Emprise du diagnostic avec la localisation de différents points d'observations visible sur les figures 5 à 28 (fond de carte : Bing Satellite)	17
Figure 7 : Point de vue n°1, entrée du site	18
Figure 8 : Point de vue n°2, clôture métallique, zone de saturation	18
Figure 9 : Point de vue n°3, clôture métallique et cratère, zones de saturation et d'obstacle	18
Figure 10 : Point de vue n°4, zone d'obstacle	18
Figure 11 : Point de vue n°5, bunker et cratère, zone de saturation et d'obstacle	18
Figure 12 : Point de vue n°6, cratère en friche, zone d'obstacle	18
Figure 13 : Point de vue n°7, clôture et cratère, zone de saturation et d'obstacle	19
Figure 14 : Point de vue n°8, emplacement d'artillerie, zone de saturation et d'obstacle	19
Figure 15 : Point de vue n°9, bunker, zone de saturation et d'obstacle	19
Figure 16 : Point de vue n°10, cratère, zone d'obstacle	19
Figure 17 : Point de vue n°11, cratères, zone d'obstacle	19
Figure 18 : Point de vue n°12, bunker, zone de saturation et d'obstacle	19
Figure 19 : Point de vue n°13, bunker, zone de saturation et d'obstacle	20
Figure 20 : Point de vue n°14, bunker, zone de saturation et d'obstacle	20
Figure 21 : Point de vue n°15, regard de canalisation, cible	20
Figure 22 : Point de vue n°16, vestige d'artillerie, cible	20
Figure 23 : Point de vue n°17, bunker, zone de saturation et d'obstacle	20
Figure 24 : Point de vue n°18, cratères, zone d'obstacle	20
Figure 25 : Point de vue n°19, morceau de béton armé, zone de saturation et d'obstacle	21
Figure 26 : Point de vue n°20, bunker, zone de saturation et d'obstacle	21
Figure 27 : Point de vue n°21, bunker, zone de saturation et d'obstacle	21
Figure 28 : Point de vue n°22, ancienne batterie d'artillerie, zone de saturation	21
Figure 29 : Point de vue n°23, cratère en friche, zone de saturation et d'obstacle	21
Figure 30 : Point de vue n°24, ancienne batterie, zone de saturation et d'obstacle	21
Figure 31 : Point de vue n°25, bunker, zone de saturation	22
Figure 32 : Représentation des 9 zones avec les résultats du diagnostic	23
Figure 33 : Répartition des cibles isolées en fonction de la profondeur	24



LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Étapes du traitement des données magnétiques	12
Tableau 2 : Matériel utilisé pour la mission.	14

LISTE DES ANNEXE

ANNEXE 1 : GLOSSAIRE	27
ANNEXE 2 : CARTE MAGNETIQUE DE LA ZONE A1	29
ANNEXE 3 : CARTE MAGNETIQUE DE LA ZONE A2	30
ANNEXE 4 : CARTE MAGNETIQUE DE LA ZONE A3	31
ANNEXE 5 : CARTE MAGNETIQUE DE LA ZONE B1	32
ANNEXE 6 : CARTE MAGNETIQUE DE LA ZONE B2	33
ANNEXE 7 : CARTE MAGNETIQUE DE LA ZONE B3	34
ANNEXE 8 : CARTE MAGNETIQUE DE LA ZONE C2	35
ANNEXE 9 : CARTE MAGNETIQUE DE LA ZONE C3	36
ANNEXE 10 : CARTE MAGNETIQUE DE LA ZONE C4	37



Institut national
de recherches
archéologiques
préventives



1. CADRE DE L'ÉTUDE

La société Dianex a été mandatée par l'INRAP au profit de la société ABMC pour réaliser un diagnostic de pollution pyrotechnique vis-à-vis du projet réaménagement des chemins et espaces verts sur le site de la Pointe du Hoc.

1.1. Objectifs de l'étude

Ce diagnostic doit permettre :

- de confirmer ou d'infirmer le risque de découvertes de restes explosifs de guerre (REG) enfouis ;
- de caractériser les aires de pollution ponctuelle ;
- de reporter les zones de saturation y compris les structures enfouies détectées.

1.2. Localisation du projet

La **Figure 1** représente la localisation de l'emprise **théorique** du diagnostic sur le site de la Pointe du Hoc (14).



Institut national
de recherches
archéologiques
préventives



Figure 1 : Localisation de l'emprise théorique de la zone à diagnostiquer (fond de carte : Bing Satellite)



Institut national
de recherches
archéologiques
préventives



1.3. Cadre législatif

La législation française en matière de contrôle des explosifs et de sécurité des personnes, des biens et de l'environnement vis-à-vis du risque pyrotechnique repose sur de nombreux textes spécifiques régissant les règles générales d'hygiène et de sécurité dans le cadre de chantier de dépollution pyrotechnique et/ou de Génie Civil et BIP.

Bien que la recherche d'anomalies magnétiques et/ou de munitions ne soit pas une action incluse dans les chantiers de BIP et Génie Civil, les textes qui régissent cette activité sont les suivants :

- **Décret 2014-1253 du 27 octobre 2014** relatif aux dispositions de livres III, VI et VII de la partie réglementaire du code de la sécurité intérieure et les articles R 733-1 à R 733-15, relatifs aux compétences respectives des services placés sous l'autorité du ministre chargé de la sécurité civile et du ministre de la défense en matière de recherche, de neutralisation, d'enlèvement et de destruction des munitions et de explosifs.
 - **Décret 2005-1325 du 26 octobre 2005** (modifié par le décret N° 2010-1260 du 22/10/2010) relatif aux règles de sécurité applicables lors de travaux dans le cadre d'un chantier de dépollution pyrotechnique.
 - **Arrêté du 12 septembre 2011** (modifiant les arrêtés du 23/01/2006 et du 29/06/2010) fixant les règles de détermination des distances d'isolement relatives aux chantiers de dépollution pyrotechnique.
 - **Arrêté du 23 janvier 2006** fixant le niveau de connaissances requises et les aptitudes médicales pour les personnes exerçant les fonctions de chargé de sécurité pyrotechnique, de responsable du chantier pyrotechnique et pour les personnes appelées à exécuter les opérations de dépollution pyrotechnique.
 - **Articles L 4111-1 à L 4132-5** (Champ et dispositions d'application / Principes généraux de prévention / Droits d'alerte et de retrait) – (dernière modification par loi n°2009-526 du 12 mai 2009 - JO du 13 mai 2009) Code du travail (Nouvelle partie législative) > Quatrième partie : Santé et sécurité au travail > Livre 1 : Dispositions générales > Titres 1 à 3 : Champ et dispositions d'application / Principes généraux de prévention / Droits d'alerte et de retrait. Code du travail (Nouvelle partie législative) Abroge l'article L231-1 du code du travail.
- Nota : l'article L 4121 (abroge l'article L 230-2 de l'ancien code du travail) détermine les responsabilités du chef d'établissement en matière de santé et de sécurité du travail.*
- **Lettre de l'P.E n° 26 de janvier 2011.**
 - **Lettre de l'P.E n° 29 de juillet 2012.**
 - **Arrêté du 16 mai 2008** fixant les missions spécifiques de l'inspecteur de l'armement pour les poudres et explosifs en matière de sécurité pyrotechnique.
 - **Note technique DGT, DGA/ IPE du 28 novembre 2008** relative à la protection des travailleurs des établissements pyrotechniques. Gestion des études de sécurité. Annule et remplace la note technique DRICT5, DGMPE, DEPPRISEI du 07.12.1989.
 - **L'Étude de Sécurité Pyrotechnique** du chantier de dépollution pyrotechnique ou **l'Analyse de Sécurité du Travail**, produite par Dianex.



- *Note IPE/DGT du 18 septembre 2013, relative aux chantiers de dépollution pyrotechnique effectués sur les terrains civils.*
- *L'article 32 du CCAG Travaux.*

Liste non exhaustive.



2. MÉTHODE DE DIAGNOSTIC MAGNÉTIQUE

Le diagnostic pyrotechnique se base sur l'étude du champ magnétique local.

2.1. Méthodes de mesures magnétiques

Les mesures magnétiques consistent en une mesure du champ magnétique terrestre, constant à l'échelle locale. Les objets ferromagnétiques (contenant entre autres éléments du fer, du nickel ou du cobalt) perturbent le champ magnétique local et forment ce qu'on appelle une **anomalie magnétique** (classiquement un dipôle, constitué d'un pôle positif et d'un pôle négatif).

En pratique, nous effectuons la mesure du champ magnétique en deux points, situés à l'aplomb l'un de l'autre, ce qui permet de calculer le gradient vertical du champ magnétique.

L'utilisation du gradient vertical du champ affranchit les mesures :

- de l'influence de grandes structures ferromagnétiques distantes (ex. bâtiment ou géologie) ;
- de la composante régionale du champ magnétique (élimination du champ régional, de sa variation en altitude et de sa variation diurne) ;
- d'une partie du bruit ambiant, augmentant ainsi la sensibilité effective de l'appareil.

Le gradient vertical permet également d'améliorer la visualisation des anomalies magnétiques en augmentant le rapport signal/bruit.

La détectabilité d'un objet ferromagnétique est :

- d'une part liée à sa magnétisation et donc à la perturbation qu'il induit dans le champ magnétique régional ;
- d'autre part liée à la distance à laquelle il se trouve du magnétomètre.



Institut national
de recherches
archéologiques
préventives

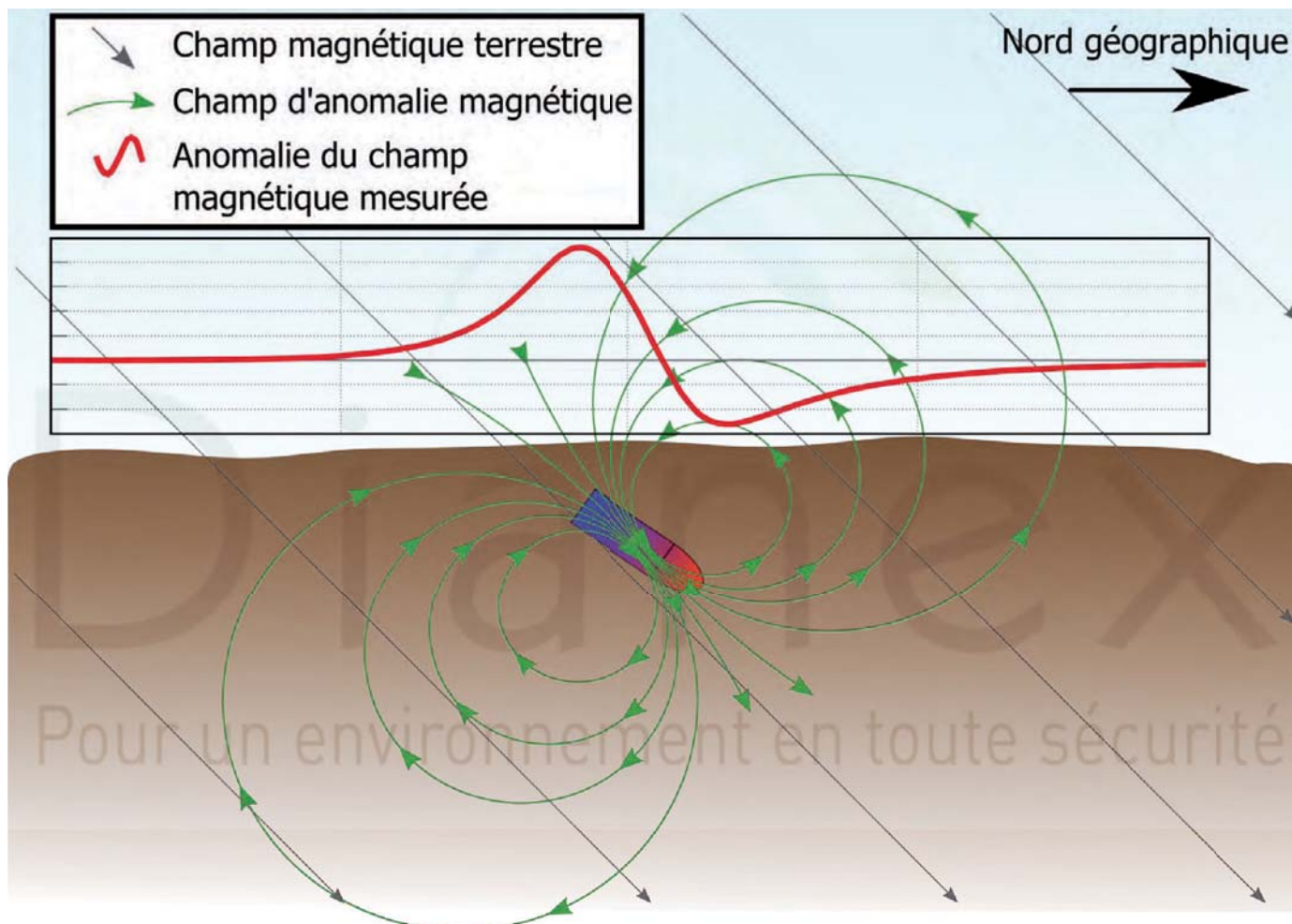


Figure 2 : Principe des méthodes de détection magnétique.

2.2. Mode opératoire

Les mesures du champ magnétique ont été réalisées avec un magnétomètre multisonde (4 sondes) de marque Vallon. Les sondes sont alignées sur un chariot magnétique, et sont espacées de 40 cm. Le capteur bas des sondes est situé à environ 20 cm du sol (voir Figure 3).

La zone de mesures est quadrillée de telle manière à couvrir toute la surface disponible.

Les mesures sont positionnées à l'aide d'un système de géoréférencement GNSS.

L'interpolation des données magnétiques géoréférencées produit une carte d'anomalies que l'on utilise pour localiser et caractériser les anomalies magnétiques.



Institut national
de recherches
archéologiques
préventives



Figure 3 : Magnéto-mètre multisonde Vallon monté sur un chariot à magnétique.

2.3. Traitements des données

Tableau 1 : Étapes du traitement des données magnétiques

Niveau de traitement	Opération
Données quasi-brutes	Mise en forme des données
	Coupage / suppression des profils superflus et/ou altérés
	Élimination des mesures aberrantes
	Mise à 0 de la valeur neutre (compensation)



2.4. Interprétation des données

Afin de déterminer la nature de l'objet ferromagnétique (dipôle isolé ou complexe, conduite, etc.), les anomalies détectables sur les cartes sont analysées. Dans le but de modéliser sa **position supposée en profondeur**, les données subissent une **inversion** à l'emplacement de l'anomalie. Une fois l'objet à la source de l'anomalie modélisé, on parle de **cible**. À mesure de l'avancement de l'interprétation, les cibles sont classées en objets ferromagnétiques banals ou en cibles potentiellement pyrotechniques.

Certaines anomalies nécessitent un traitement spécifique :

- les accumulations d'anomalies qui présentent une forme géométrique trahissent souvent la présence d'un élément de structure (réseaux, fondations) ;
- les anomalies qui sont liées à des éléments observables peuvent être écartées des analyses, mais forment souvent, de par leurs dimensions, un **écran** à tout objet ferromagnétique qui serait situé dans leur proximité immédiate.

3. COMPTE RENDU DE LA MISSION

3.1. Déroulement

- **Semaine 44, le 28/10/2019** – Visite du site avec Christine LANDRUM et Mike COONCE le matin. Implantation des zones diagnostiques l'après-midi ;
- **Semaine 44, le 29/10/2019** – Visite du site avec le jardinier du site le matin. Début du diagnostic magnétique l'après-midi ;
- **Semaine 44, du 30/10/2019 au 31/10/2019** – Diagnostic magnétique du site ;
- **Semaine 45, du 04/11/2019 au 07/11/2019** – Diagnostic magnétique et géoradar du site ;
- **Semaine 49, du 10/12/2019 au 19/12/2019** – Rédaction du rapport en français et en anglais.

3.2. Équipe de terrain

Le personnel suivant a été engagé sur cette mission :

- Simon LEJART, Ingénieur en géophysique ;
- Philip VIRET, Opérateur en dépollution pyrotechnique.



3.3. Matériel utilisé

Tableau 2 : Matériel utilisé pour la mission.

MATÉRIEL	UTILISATION	QUANTITÉ
Ford Transit et Volkswagen Caddy	Véhicule de liaison et de transport du matériel	1
VFC-2	Ordinateur de terrain	1
Magnétoètre Vallon multisonde	Acquisition de données magnétiques (géophysique)	1

3.4. Analyse des données et rapport

Le personnel suivant a été engagé sur le traitement, l'analyse des données collectées ainsi que pour la rédaction du présent rapport d'étude :

- Simon LEJART, Ingénieur en géophysique.



Institut national
de recherches
archéologiques
préventives



4. RÉSULTATS DU DIAGNOSTIC

4.1. Zone d'obstacle

Les zones d'obstacles sont des zones qui sont devenues inaccessibles aux personnels et au matériel, c'est le cas des cheminement théoriques dans les broussailles.

Ces zones se traduisent par une absence des mesures magnétiques sur la carte finale. Le diagnostic théorique (voir **Figure 1**) n'a pas pu être réalisé en entier à cause de ces obstacles.

Seules les surfaces accessibles ont été scannées. L'emprise du diagnostic des mesures est visible sur la **Figure 4**.



Figure 4 : Emprise du diagnostic magnétique théorique et réalisé (fond de carte Bing satellite).



Institut national
de recherches
archéologiques
préventives



4.2. Zone de saturation

Les zones de saturation sont des zones qui ont pu être diagnostiquées, mais dont l'interprétation en profondeur est impossible à cause d'un ou de plusieurs objets métalliques à proximité.

Par exemple, sur la **Figure 5**, deux clôtures et une bordure métallique provoque des saturations et donc une interprétation des résultats impossible au droit et à proximité de ces objets métalliques.

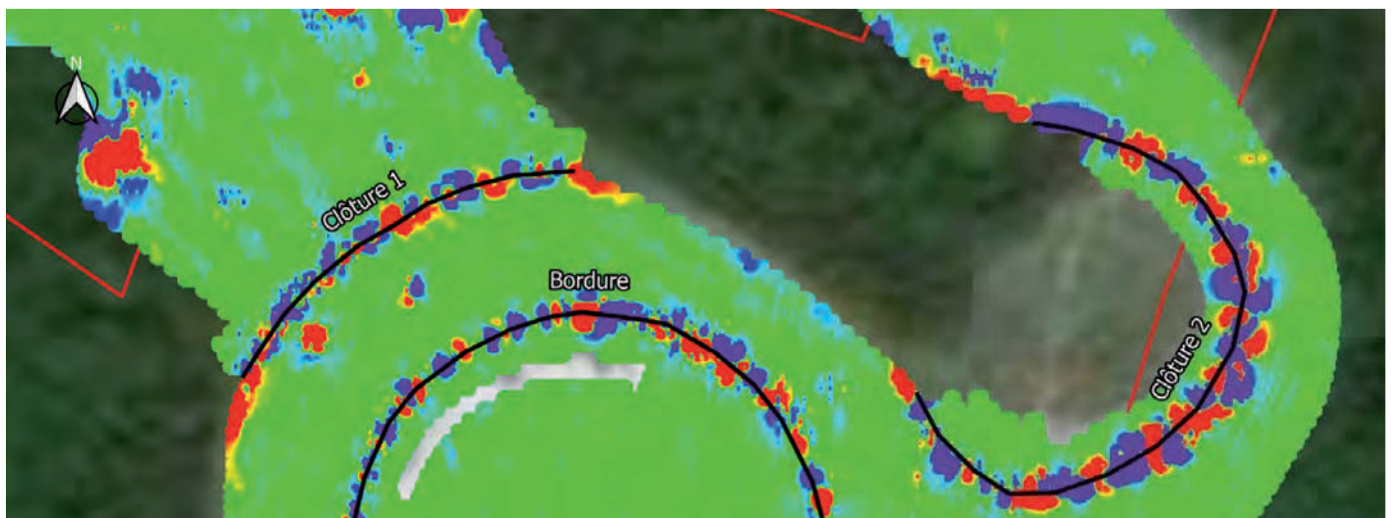


Figure 5 : Exemple de zones de saturation provoqué par des objets métalliques en surface.

Les clôtures 1 et 2 symbolisées sur la **Figure 5** sont respectivement visibles sur les **Figure 8** et **9**.

Beaucoup de vestiges sur la pointe du Hoc sont en béton armé. Certains blockhaus sont visibles en surface, mais d'autres s'étendent en profondeur et vont polluer les résultats.



Institut national
de recherches
archéologiques
préventives



4.3. Exemple des zones d'obstacles et de saturations sur la pointe du Hoc

La **Figure 6** représente la localisation de 25 points de vue qui correspondent aux **Figures 7 à 31**. Ces angles de vue représentent différents obstacles ou zones de saturations rencontrés sur la Pointe du Hoc.



Figure 6 : Emprise du diagnostic avec la localisation de différents points d'observations visible sur les **Figures 7 à 31** (fond de carte : Bing Satellite).



Institut national
de recherches
archéologiques
préventives



Figure 7 : Point de vue n°1, entrée du site.



Figure 8 : Point de vue n°2, clôture métallique, zone de saturation.



Figure 9 : Point de vue n°3, clôture métallique et cratère, zone de saturation et d'obstacle.



Figure 10 : Point de vue n°4, zone d'obstacle.



Figure 11 : Point de vue n°5, bunker et cratère, zone de saturation et d'obstacle.



Figure 12 : Point de vue n°6, cratère en friche, zone d'obstacle.



Institut national
de recherches
archéologiques
préventives



Figure 13 : Point de vue n°7, clôture et cratère, zone de saturation et d'obstacle.



Figure 14 : Point de vue n°8, emplacement d'artillerie, zone de saturation et d'obstacle.



Figure 15 : Point de vue n°9, bunker, zone de saturation et d'obstacle.



Figure 16 : Point de vue n°10, cratère, zone d'obstacle.



Figure 17 : Point de vue n°11, cratères, zone d'obstacle.



Figure 18 : Point de vue n°12, bunker, zone de saturation et d'obstacle.



Institut national
de recherches
archéologiques
préventives



Figure 19 : Point de vue n°13, bunker, zone de saturation et d'obstacle.



Figure 20 : Point de vue n°14, bunker, zone de saturation et d'obstacle.



Figure 21 : Point de vue n°15, regard de canalisation, cible.



Figure 22 : Point de vue n°16, vestige d'artillerie, cible.



Figure 23 : Point de vue n°17, bunker, zone de saturation et d'obstacle.



Figure 24 : Point de vue n°18, cratères, zone d'obstacle.



Institut national
de recherches
archéologiques
préventives



Figure 25 : Point de vue n°19, morceau de béton armé, zone de saturation et d'obstacle.



Figure 26 : Point de vue n°20, bunker, zone de saturation et d'obstacle.



Figure 27 : Point de vue n°21, bunker, zone de saturation et d'obstacle.

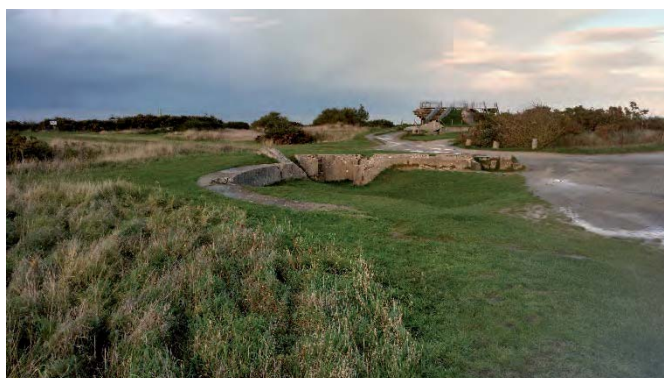


Figure 28 : Point de vue n°22, ancienne batterie d'artillerie, zone de saturation.



Figure 29 : Point de vue n°23, cratère en friche, zone de saturation et d'obstacle.



Figure 30 : Point de vue n°24, ancienne batterie, zone de saturation et d'obstacle.



Figure 31 : Point de vue n°25, bunker, zone de saturation et d'obstacle.



Institut national
de recherches
archéologiques
préventives



4.4. Ré sulta ts

Le diagnostic magnétique a été réalisé entre le 28/10/2019 et le 07/11/2019.

Par souci de représentation, les résultats du diagnostic ont été découpés en 9 zones (voir **Figure 32**).



Figure 32 : Re présentation de s 9 zone s avec le s ré sulta ts du diagnostic .

Le s ré sulta ts de cha que zone sont re présenté s dans le s **ANNEXES 2 à 10**.



703 cibles isolées ont pu être identifiées sur la surface diagnostiquée. La **Figure 33** représente la répartition des cibles en fonction de la profondeur.

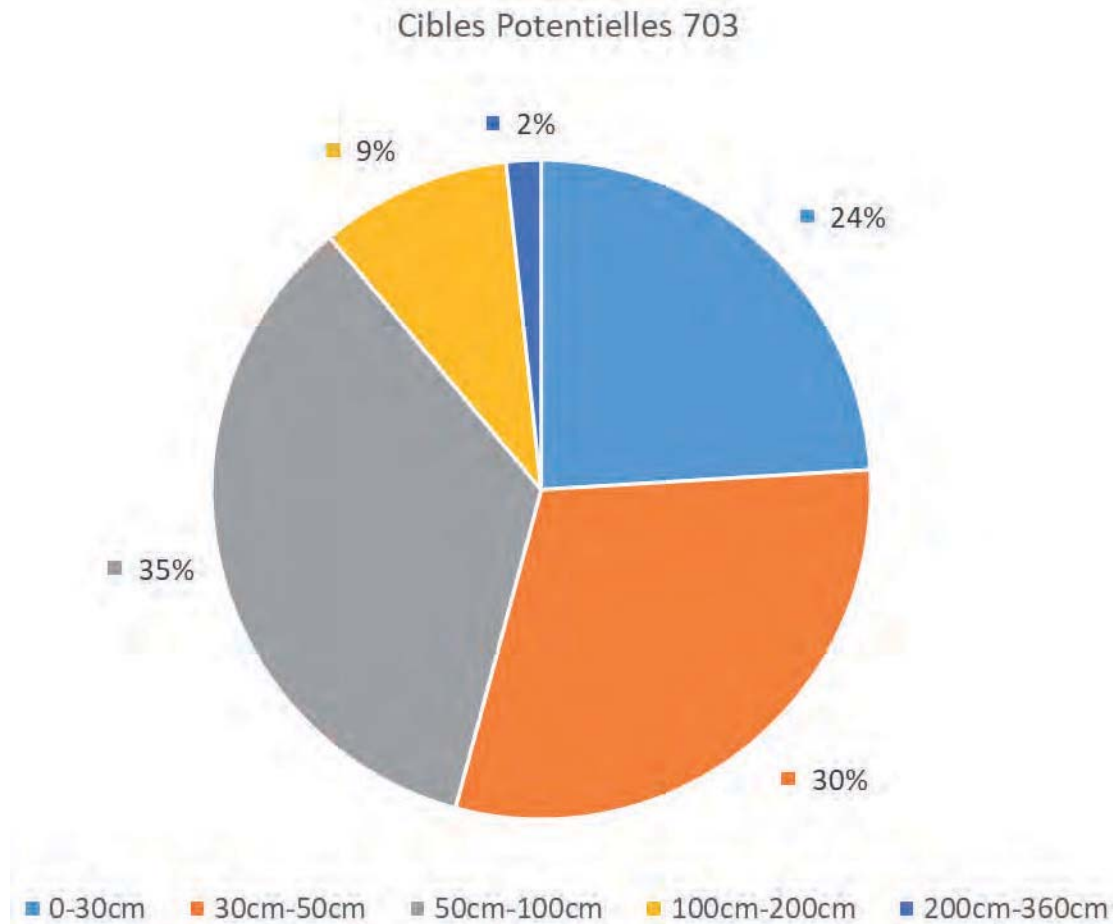


Figure 33 : Répartition des cibles isolées en fonction de la profondeur.

64 % des cibles isolées potentiellement pyrotechnique se retrouve entre 0 et 50 cm de profondeur.

89 % des cibles isolées potentiellement pyrotechnique se retrouve à moins d'un mètre de profondeur.

La liste des cibles potentiellement pyrotechnique avec leur position est disponible en **ANNEXE 11**.



5. CONCLUSION

5.1. Objectifs

La société Dianex a été mandatée par l'INRAP au profit de la société ABMC pour réaliser un diagnostic de pollution pyrotechnique vis-à-vis du projet réaménagement des chemements et espaces verts sur le site de la Pointe du Hoc.

5.2. Résultats

Au total, 22 300 m² ont pu être couverts lors de la campagne de mesure magnétique. La surface totale des zones d'écran est de 5000 m².

Le diagnostic met en évidence :

- **703 cibles isolées** potentiellement pyrotechniques sur toute la surface couverte par les mesures ;
- **Plusieurs zones de saturation** liées aux vestiges et aux constructions présents sur le site.

N.B. (cibles pyrotechniques) : Nous rappelons que les cibles identifiées correspondent à des objets ferromagnétiques de magnétisations significatives pouvant s'apparenter à des munitions. Cependant toutes les cibles ne correspondent pas à une munition de guerre explosive. Seule l'ouverture du sol pourra lever le doute sur la nature de la cible.



Institut national
de recherches
archéologiques
préventives



5.3. Préconisations

Compte tenu des faits historiques et du présent diagnostic, nous vous recommandons de réaliser les éventuels futurs travaux (excavations et/ou forages de pieux) avec un opérateur en dépollution pyrotechnique.

Si des fouilles doivent être poursuivies par l'INRAP ou tout autres organismes de recherche archéologique, il serait souhaitable également de prendre en compte ce risque pyrotechnique sur toute l'emprise y compris les zones que nous n'avons pas pu cartographier.

Fait à OSTWAID, le 20/12/2019

Pour validation
Didier LACAMBRE
Directeur de Dianex

D LACAMBRE



ANNEXE 1 : Glossaire

Anomalie : variation spatiale de la valeur normale d'une propriété physique spécifique.

Bruit : mesures non cohérentes (destructives) dues à l'environnement et aux capacités des instruments de mesure.

Cible : objet responsable d'une anomalie et caractérisé à partir de ses propriétés physiques mesurées et/ou calculées.

Cible potentiellement pyrotechnique : cible pouvant être apparentée à un reste explosif de guerre (REG).

Diagnostic pyrotechnique : ensemble de levés géophysiques pour la recherche et la localisation de structures enfouies et de cibles s'apparentant à des REG.

Écran (anomalie magnétique) : une anomalie peut former un écran pour les autres anomalies moins importantes dans sa zone d'influence, résultant en leur dissimulation ou leur mauvaise définition.

Objet ferromagnétique : objet produisant un champ magnétique induit en présence d'un champ magnétique primaire (ici le champ magnétique terrestre) et qui en conserve une partie en dehors de ce champ primaire.

Géophysique : investigation non intrusive de la subsurface à travers la mesure, l'analyse et l'interprétation de propriétés physiques de la Terre en surface (définition de l'Environmental and Engineering Geophysical Society).

GNSS : Global Navigation Satellite System.

Magnétomètre : instrument de mesure des champs magnétiques.

Rapport signal/bruit : indication de la qualité des données. Plus le rapport est élevé, meilleures sont les données.

REG : Reste Explosif de Guerre, engin explosif qui a été tiré ou largué mais n'a pas explosé, ou stocké puis perdu et/ou oublié.



Institut national
de recherches
archéologiques
préventives



Résolution (anomalie) : une anomalie mesurée depuis la surface doit être couverte dans sa globalité pour déduire des caractéristiques de la cible les plus fiables possibles. Une anomalie peut être mal résolue en raison notamment d'un effet d'écran par une autre anomalie qui la couvre, d'une saturation par d'autres anomalies qui résulte en un signal non cohérent, une couverture partielle de l'anomalie, etc.

Signal : mesures cohérentes (constructives).

Zone de saturation / saturée : une zone présentant une forte concentration en éléments ferromagnétiques, à l'origine d'autant d'anomalies magnétiques qui interfèrent aléatoirement entre elles du fait de leur proximité, de manière constructive ou destructive. La signature résultante peut s'apparenter à une zone de fort bruit magnétique. Elle indique souvent une forte pollution en éléments ferromagnétiques, et ne permet pas la distinction de ces objets les uns des autres.



ANNEXE 2 : Carte magnétique de la zone A1



ZONE A2

Légende

- X Cibles zone A2 [167]
- Orange Zones de saturation
- Red outline Diagnostic théorique

The map displays a large area with various colored regions and numerous labeled points. The points are categorized as follows:

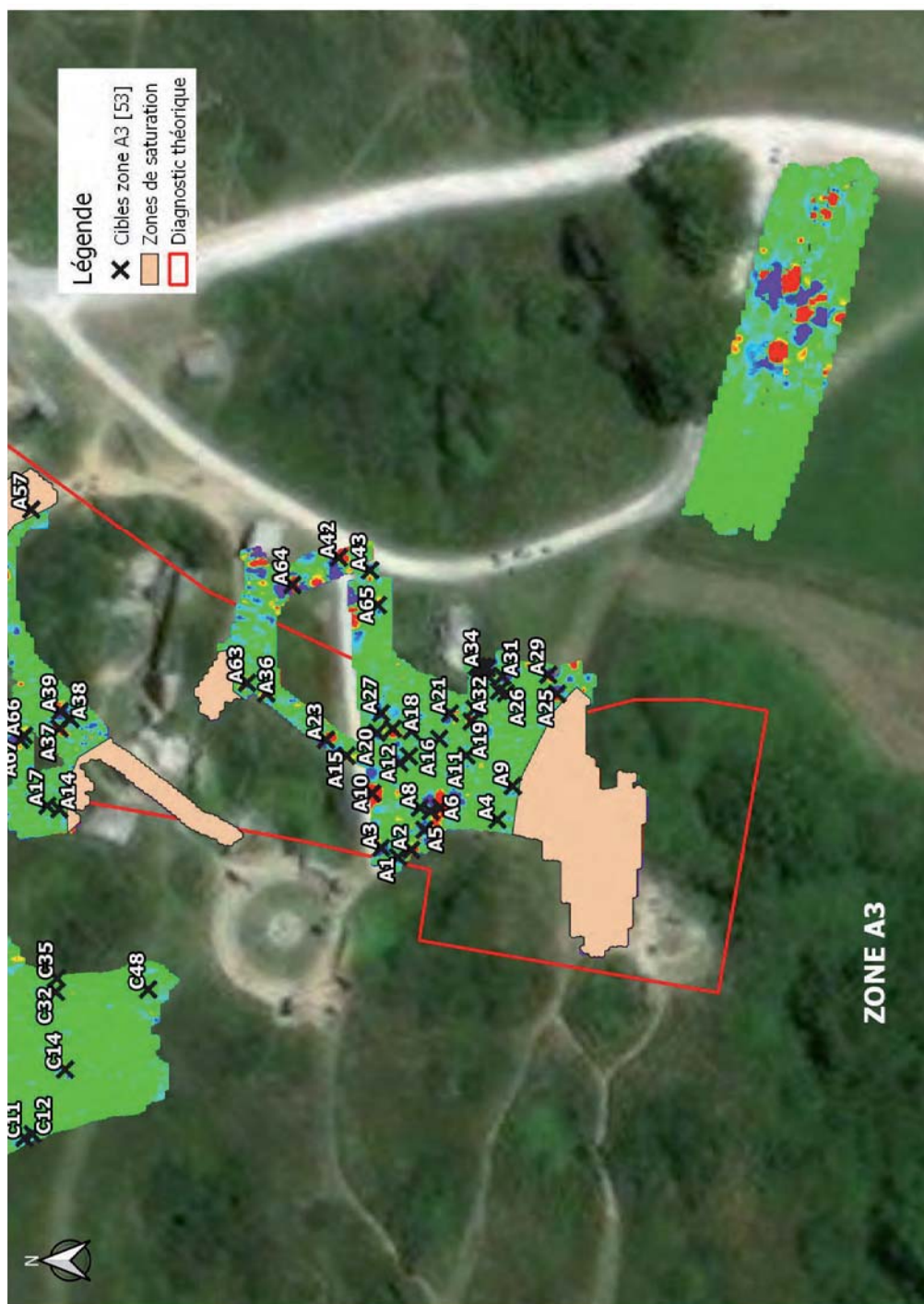
- Target locations (X):** Labeled with codes such as D1, D2, D3, D4, D5, D6, D7, D8, D9, D10, D11, D12, D13, D14, D15, D16, D17, D18, D19, D20, D21, D22, D23, D24, D25, D26, D27, D28, D29, D30, D31, D32, D33, D34, D35, D36, D37, D38, D39, D40, D41, D42, D43, D44, D45, D46, D47, D48, D49, D50, D51, D52, D53, D54, D55, D56, D57, D58, D59, D60, D61, D62, D63, D64, D65, D66, D67, D68, D69, D70, D71, D72, D73, D74, D75, D76, D77, D78, D79, D80, D81, D82, D83, D84, D85, D86, D87, D88, D89, D90, D91, D92, D93, D94, D95, D96, D97, D98, D99, D100, D101, D102, D103, D104, D105, D106, D107, D108, D109, D110, D111, D112, D113, D114, D115, D116, D117, D118, D119, D120, D121, D122, D123, D124, D125, D126, D127, D128, D129, D130, D131, D132, D133, D134, D135, D136, D137, D138, D139, D140, D141, D142, D143, D144, D145, D146, D147, D148, D149, D150, D151, D152, D153, D154, D155, D156, D157, D158, D159, D160, D161, D162, D163, D164, D165, D166, D167, D168, D169, D170, D171, D172, D173, D174, D175, D176, D177, D178, D179, D180, D181, D182, D183, D184, D185, D186, D187, D188, D189, D190, D191, D192, D193, D194, D195, D196, D197, D198, D199, D200, D201, D202, D203, D204, D205, D206, D207, D208, D209, D210, D211, D212, D213, D214, D215, D216, D217, D218, D219, D220, D221, D222, D223, D224, D225, D226, D227, D228, D229, D230, D231, D232, D233, D234, D235, D236, D237, D238, D239, D240, D241, D242, D243, D244, D245, D246, D247, D248, D249, D250, D251, D252, D253, D254, D255, D256, D257, D258, D259, D260, D261, D262, D263, D264, D265, D266, D267, D268, D269, D270, D271, D272, D273, D274, D275, D276, D277, D278, D279, D280, D281, D282, D283, D284, D285, D286, D287, D288, D289, D290, D291, D292, D293, D294, D295, D296, D297, D298, D299, D300, D301, D302, D303, D304, D305, D306, D307, D308, D309, D310, D311, D312, D313, D314, D315, D316, D317, D318, D319, D320, D321, D322, D323, D324, D325, D326, D327, D328, D329, D330, D331, D332, D333, D334, D335, D336, D337, D338, D339, D340, D341, D342, D343, D344, D345, D346, D347, D348, D349, D350, D351, D352, D353, D354, D355, D356, D357, D358, D359, D360, D361, D362, D363, D364, D365, D366, D367, D368, D369, D370, D371, D372, D373, D374, D375, D376, D377, D378, D379, D380, D381, D382, D383, D384, D385, D386, D387, D388, D389, D390, D391, D392, D393, D394, D395, D396, D397, D398, D399, D400, D401, D402, D403, D404, D405, D406, D407, D408, D409, D410, D411, D412, D413, D414, D415, D416, D417, D418, D419, D420, D421, D422, D423, D424, D425, D426, D427, D428, D429, D430, D431, D432, D433, D434, D435, D436, D437, D438, D439, D440, D441, D442, D443, D444, D445, D446, D447, D448, D449, D450, D451, D452, D453, D454, D455, D456, D457, D458, D459, D460, D461, D462, D463, D464, D465, D466, D467, D468, D469, D470, D471, D472, D473, D474, D475, D476, D477, D478, D479, D480, D481, D482, D483, D484, D485, D486, D487, D488, D489, D490, D491, D492, D493, D494, D495, D496, D497, D498, D499, D500, D501, D502, D503, D504, D505, D506, D507, D508, D509, D510, D511, D512, D513, D514, D515, D516, D517, D518, D519, D520, D521, D522, D523, D524, D525, D526, D527, D528, D529, D530, D531, D532, D533, D534, D535, D536, D537, D538, D539, D540, D541, D542, D543, D544, D545, D546, D547, D548, D549, D550, D551, D552, D553, D554, D555, D556, D557, D558, D559, D560, D561, D562, D563, D564, D565, D566, D567, D568, D569, D570, D571, D572, D573, D574, D575, D576, D577, D578, D579, D580, D581, D582, D583, D584, D585, D586, D587, D588, D589, D590, D591, D592, D593, D594, D595, D596, D597, D598, D599, D600, D601, D602, D603, D604, D605, D606, D607, D608, D609, D610, D611, D612, D613, D614, D615, D616, D617, D618, D619, D620, D621, D622, D623, D624, D625, D626, D627, D628, D629, D630, D631, D632, D633, D634, D635, D636, D637, D638, D639, D640, D641, D642, D643, D644, D645, D646, D647, D648, D649, D650, D651, D652, D653, D654, D655, D656, D657, D658, D659, D660, D661, D662, D663, D664, D665, D666, D667, D668, D669, D670, D671, D672, D673, D674, D675, D676, D677, D678, D679, D680, D681, D682, D683, D684, D685, D686, D687, D688, D689, D690, D691, D692, D693, D694, D695, D696, D697, D698, D699, D700, D701, D702, D703, D704, D705, D706, D707, D708, D709, D710, D711, D712, D713, D714, D715, D716, D717, D718, D719, D720, D721, D722, D723, D724, D725, D726, D727, D728, D729, D730, D731, D732, D733, D734, D735, D736, D737, D738, D739, D740, D741, D742, D743, D744, D745, D746, D747, D748, D749, D750, D751, D752, D753, D754, D755, D756, D757, D758, D759, D760, D761, D762, D763, D764, D765, D766, D767, D768, D769, D770, D771, D772, D773, D774, D775, D776, D777, D778, D779, D780, D781, D782, D783, D784, D785, D786, D787, D788, D789, D790, D791, D792, D793, D794, D795, D796, D797, D798, D799, D800, D801, D802, D803, D804, D805, D806, D807, D808, D809, D810



Institut national
de recherches
archéologiques
préventives



ANNEXE 4 : Carte magnétique de la zone A3



ZONE B1

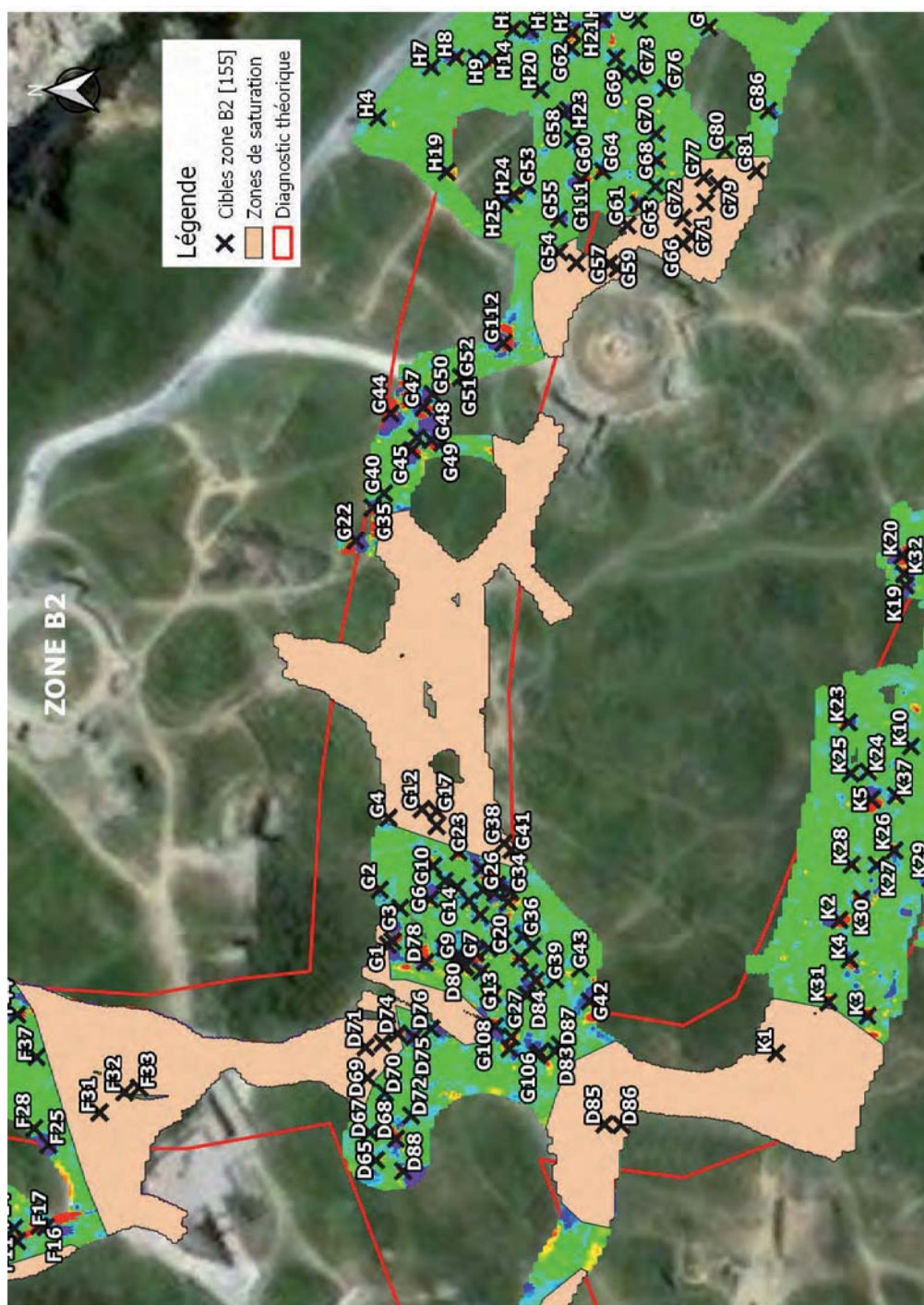
Légende

- X Cibles zone B1 [41]
- Zones de saturation
- Diagnostic théorique

The map displays an aerial view of a coastal area. A large, irregularly shaped orange area represents the 'Zones de saturation'. A red line outlines the 'Diagnostic théorique' area. Numerous sampling points are marked with 'X' and labeled with codes: N1, N2, N3, N4, N5, N6, N7, N8, N9, N10, N11, N12, N13, F1, F2, F3, F4, F5, F6, F7, F8, F9, F10, F11, F12, F13, F14, F15, F16, F17, F18, F19, F20, F21, F22, F23, F24, F25, F26, F27, F28, F29, F30, F31, F32, F33, F34, F35, F36, F37, F38, F39, F40, F41, F42, F43, F44, F45, F46, F47, F48, F49, F50, F51, F52, F53, F54, F55, F56, F57, F58, F59, F60, F61, F62, F63, F64, F65, F66, F67, F68, F69, F70, F71, F72, F73, F74, F75, F76, F77, F78, F79, F80, F81, F82, F83, F84, F85, F86, F87, F88, F89, F90, F91, F92, F93, F94, F95, F96, F97, F98, F99, F100. A north arrow is located in the top right corner.



ANNEXE 6 : Carte magnétique de la zone B2





Institut national
de recherches
archéologiques
préventives



ANNEXE 7 : Carte magnétique de la zone B3





Institut national
de recherches
archéologiques
préventives



ANNEXE 8 : Carte magnétique de la zone C2

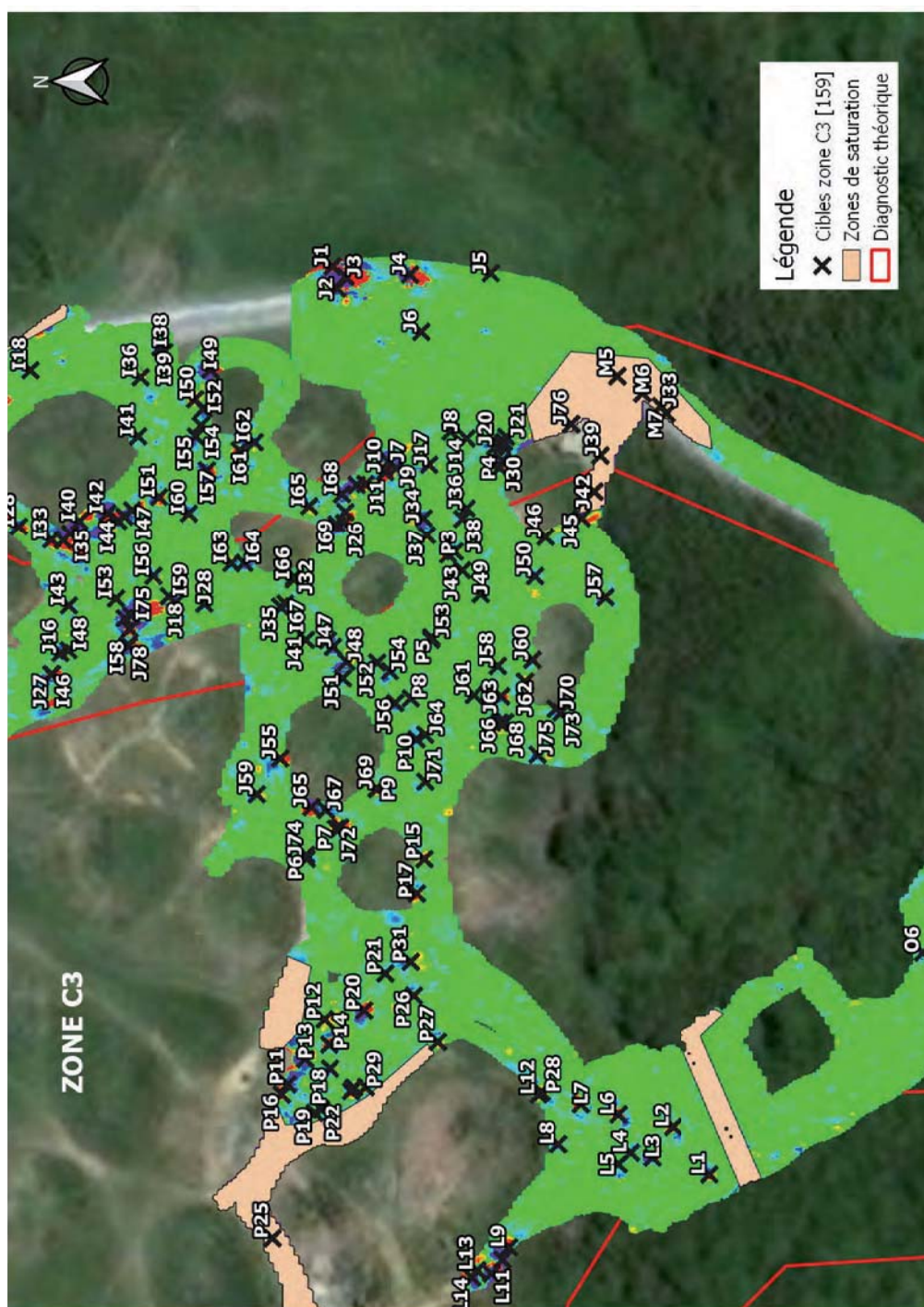




Institut national
de recherches
archéologiques
préventives



ANNEXE 9 : Carte magnétique de la zone C3





Institut national
de recherches
archéologiques
préventives



ANNEXE 10 : Carte magnétique de la zone C4





Renseignements sur le projet :					
Projet	Pointe du Hoc (14) - Diagnostic de pollution pyrotechnique			Interprété par	Simon LEJART
Número de Dossier	2019-14-263			Date détection	28/10/2019 to 07/11/2019
Version	V1			Date interprétation	01/12/2019 to 10/12/2019
Client	INRAP			Date vérification	20/12/2019
Norme GPS	RGF93 - LAMBERT 93			Date validation	20/12/2019
COMMENTAIRES Liste des cibles potentiellement pyrotechniques.					
Caractéristiques des anomalies : magnétiques nombre : 703					
N° CIBLE	EST (RGF93)	NORD (RGF93)	PROFONDEUR (m)	VAL. MAX (nT)	Observations
B5	410377.001	6929136.476	0.00	259	
C6	410377.114	6929136.366	0.00	748	
C10	410338.350	6929115.741	0.00	388	
C11	410336.375	6929106.168	0.00	117	
C12	410336.812	6929105.313	0.00	363	
C13	410344.894	6929110.998	0.00	160	
C39	410382.732	6929161.706	0.00	192	
C40	410383.720	6929163.392	0.00	109	
C52	410377.118	6929136.357	0.00	748	
C54	410383.294	6929146.627	0.00	178	
F2	410451.841	6929229.603	0.00	181	
F4	410451.191	6929218.982	0.00	448	
F16	410467.094	6929203.857	0.00	293	
G51	410558.699	6929159.169	0.00	161	
H3	410616.940	6929144.595	0.00	140	
I10	410670.200	6929124.080	0.00	226	
C42	410384.541	6929162.580	0.01	104	
F41	410491.262	6929226.764	0.01	126	
C9	410337.840	6929115.065	0.02	155	
C51	410381.028	6929148.398	0.02	186	
H20	410589.654	6929150.576	0.02	154	
C34	410381.140	6929161.028	0.05	106	
G97	410636.881	6929132.995	0.05	168	
J14	410692.112	6929058.556	0.05	245	
J43	410677.809	6929059.031	0.05	106	
C53	410380.321	6929142.669	0.06	130	
J4	410709.750	6929064.652	0.06	571	
C15	410361.045	6929133.387	0.07	320	
C26	410359.114	6929119.596	0.07	114	
I18	410699.456	6929105.516	0.07	113	
C21	410377.990	6929159.300	0.08	105	
C55	410382.238	6929144.139	0.08	576	
I38	410701.941	6929091.515	0.08	185	
J49	410675.236	6929057.050	0.08	153	
A30	410385.561	6929057.119	0.08	102	
C18	410360.384	6929126.903	0.09	107	
G92	410628.306	6929133.305	0.09	559	
J58	410667.497	6929055.216	0.09	113	
C1	410376.708	6929155.077	0.10	914	
G27	410492.090	6929152.163	0.10	108	
G54	410572.175	6929148.595	0.10	120	
N10	410476.058	6929248.364	0.10	649	
A56	410401.800	6929113.032	0.10	115	



17 rue Pierre et Marie Curie F 67540 Ostwald
Tél : +33 (0)388 395 288 - fax : +33 (0)981 387 283
dianex@bbox.fr www.dianex.fr

Renseignements sur le projet :					COMMENTAIRES Liste des cibles potentiellement pyrotechniques.
Projet	Pointe du Hoc (14) - Diagnostic de pollution pyrotechnique		Interprété par	Simon LEJART	
Numéro de Dossier	2019-14-263		Date détection	28/10/2019 to 07/11/2019	
Version	V1		Date interprétation	01/12/2019 to 10/12/2019	
Client	INRAP		Date vérification	20/12/2019	
Norme GPS	RGF93 - LAMBERT 93		Date validation	20/12/2019	
Caractéristiques des anomalies :					

17 rue Pierre et Marie Curie F 67540 Ostwald
Tél : +33 (0)388 395 288 - fax : +33 (0)981 387 283
dianex@bbox.fr www.dianex.fr

Renseignements sur le projet :					COMMENTAIRES Liste des cibles potentiellement pyrotechniques.
Projet	Pointe du Hoc (14) - Diagnostic de pollution pyrotechnique		Interprété par	Simon LEJART	
Numéro de Dossier	2019-14-263		Date détection	28/10/2019 to 07/11/2019	
Version	V1		Date interprétation	01/12/2019 to 10/12/2019	
Client	INRAP		Date vérification	20/12/2019	
Norme GPS	RGF93 - LAMBERT 93		Date validation	20/12/2019	
Caractéristiques des anomalies : magnétiques nombre : 703					
N° CIBLE	EST (RGF93)	NORD (RGF93)	PROFONDEUR (m)	VAL. MAX (nT)	Observations
O6	410636.655	6929009.399	0.19	143	
C47	410370.422	6929129.634	0.20	122	
D41	410436.819	6929177.397	0.20	102	
F31	410479.438	6929198.079	0.20	212	
J38	410683.418	6929059.006	0.20	117	
A81	410393.297	6929143.201	0.20	123	
F43	410490.066	6929213.806	0.21	506	
G98	410612.631	6929122.809	0.21	237	
I41	410692.351	6929093.918	0.21	181	
J23	410691.748	6929054.548	0.21	289	
A38	410381.520	6929101.178	0.21	164	
C44	410379.491	6929151.461	0.22	308	
D76	410488.448	6929162.387	0.22	104	
H18	410614.733	6929135.662	0.22	2123	
I1	410677.338	6929126.740	0.22	673	
M10	410648.718	6928987.937	0.22	291	
N11	410463.947	6929255.847	0.22	186	
N14	410488.047	6929233.996	0.22	2590	
A17	410372.184	6929103.689	0.22	129	
A59	410399.704	6929129.874	0.22	119	
C49	410373.221	6929137.108	0.23	7979	
G74	410597.136	6929140.060	0.23	147	
G87	410614.777	6929135.812	0.23	1028	
I53	410674.773	6929096.301	0.23	128	
J60	410668.168	6929051.494	0.23	271	
K19	410536.162	6929111.286	0.23	1688	
A84	410401.036	6929120.203	0.23	183	
A87	410402.925	6929127.298	0.23	108	
C19	410357.055	6929118.707	0.24	142	
D30	410413.519	6929171.116	0.24	129	
D49	410427.822	6929166.043	0.24	275	
D88	410473.114	6929165.401	0.24	226	
A77	410390.447	6929142.210	0.24	722	
D33	410443.269	6929185.651	0.25	151	
D50	410389.557	6929145.305	0.25	128	
G3	410501.446	6929165.728	0.25	107	
G99	410612.307	6929120.753	0.25	300	
J8	410692.872	6929060.287	0.25	160	
J27	410666.591	6929103.268	0.25	618	
K26	410507.643	6929112.491	0.25	329	
K42	410552.404	6929085.441	0.25	173	
A33	410387.020	6929056.313	0.25	406	
C46	410386.464	6929163.878	0.26	199	
D7	410431.117	6929204.698	0.26	106	



17 rue Pierre et Marie Curie F 67540 Ostwald
Tél : +33 (0)388 395 288 - fax : +33 (0)981 387 283
dianex@bbox.fr www.dianex.fr

Renseignements sur le projet :					COMMENTAIRES Liste des cibles potentiellement pyrotechniques.
Projet	Pointe du Hoc (14) - Diagnostic de pollution pyrotechnique		Interprété par	Simon LEJART	
Numéro de Dossier	2019-14-263		Date détection	28/10/2019 to 07/11/2019	
Version	V1		Date interprétation	01/12/2019 to 10/12/2019	
Client	INRAP		Date vérification	20/12/2019	
Norme GPS	RGF93 - LAMBERT 93		Date validation	20/12/2019	
Caractéristiques des anomalies :					

Renseignements sur le projet :				COMMENTAIRES Liste des cibles potentiellement pyrotechniques.
Projet	Pointe du Hoc (14) - Diagnostic de pollution pyrotechnique	Interprété par	Simon LEJART	
Numéro de Dossier	2019-14-263	Date détection	28/10/2019 to 07/11/2019	
Version	V1	Date interprétation	01/12/2019 to 10/12/2019	
Client	INRAP	Date vérification	20/12/2019	
Norme GPS	RGF93 - LAMBERT 93	Date validation	20/12/2019	

N° CIBLE	EST (RGF93)	NORD (RGF93)	PROFONDEUR (m)	VAL. MAX (nT)	Observations
K9	410529.409	6929090.472	0.30	823	
O9	410629.991	6929003.728	0.30	244	
P29	410622.176	6929069.441	0.30	260	
A34	410387.168	6929056.775	0.30	661	
C24	410365.463	6929132.852	0.31	132	
G76	410589.784	6929137.076	0.31	354	
I44	410683.218	6929096.065	0.31	422	
I56	410677.215	6929092.285	0.31	269	
J79	410672.637	6929095.378	0.31	2330	
C48	410352.388	6929092.839	0.32	116	
D45	410431.180	6929170.613	0.32	219	
G5	410497.184	6929160.964	0.32	277	
G71	410573.876	6929134.331	0.32	174	
H1	410626.056	6929140.832	0.32	1533	
H7	410592.076	6929162.357	0.32	245	
I32	410665.738	6929113.129	0.32	948	
J37	410681.626	6929062.854	0.32	126	
A11	410377.596	6929058.530	0.32	167	
G35	410544.664	6929168.669	0.33	900	
G85	410603.303	6929132.754	0.33	350	
P30	410586.026	6929067.793	0.33	579	
N5	410484.127	6929239.604	0.33	296	
A7	410371.578	6929062.411	0.33	550	
F26	410480.623	6929235.171	0.34	117	
G20	410497.106	6929156.196	0.34	168	
G41	410507.695	6929153.737	0.34	315	
G86	410587.384	6929126.078	0.34	275	
K2	410500.150	6929118.368	0.34	1709	
M2	410657.270	6928949.171	0.34	1656	
P14	410626.758	6929073.347	0.34	138	
D4	410423.040	6929204.378	0.35	181	
D28	410440.916	6929188.488	0.35	143	
D65	410474.308	6929168.334	0.35	101	
D72	410479.114	6929164.556	0.35	109	
F15	410466.376	6929211.434	0.35	178	
J17	410689.279	6929062.598	0.35	233	
K25	410515.918	6929117.159	0.35	216	
M8	410644.849	6928957.847	0.35	268	
P19	410619.403	6929074.929	0.35	131	
P22	410619.770	6929074.190	0.35	140	
A4	410370.683	6929055.206	0.35	106	
C7	410366.647	6929127.786	0.36	221	
D16	410421.315	6929190.074	0.36	284	
D80	410495.039	6929158.796	0.36	488	



17 rue Pierre et Marie Curie F 67540 Ostwald
Tél : +33 (0)388 395 288 - fax : +33 (0)981 387 283
dianex@bbox.fr www.dianex.fr

Renseignements sur le projet :					COMMENTAIRES Liste des cibles potentiellement pyrotechniques.
Projet	Pointe du Hoc (14) - Diagnostic de pollution pyrotechnique		Interprété par	Simon LEJART	
Numéro de Dossier	2019-14-263		Date détection	28/10/2019 to 07/11/2019	
Version	V1		Date interprétation	01/12/2019 to 10/12/2019	
Client	INRAP		Date vérification	20/12/2019	
Norme GPS	RGF93 - LAMBERT 93		Date validation	20/12/2019	
Caractéristiques des anomalies :					



17 rue Pierre et Marie Curie F 67540 Ostwald
Tél : +33 (0)388 395 288 - fax : +33 (0)981 387 283
dianex@bbox.fr www.dianex.fr

Renseignements sur le projet :					COMMENTAIRES Liste des cibles potentiellement pyrotechniques.
Projet	Pointe du Hoc (14) - Diagnostic de pollution pyrotechnique		Interprété par	Simon LEJART	
Numéro de Dossier	2019-14-263		Date détection	28/10/2019 to 07/11/2019	
Version	V1		Date interprétation	01/12/2019 to 10/12/2019	
Client	INRAP		Date vérification	20/12/2019	
Norme GPS	RGF93 - LAMBERT 93		Date validation	20/12/2019	
Caractéristiques des anomalies : magnétiques nombre : 703					
N° CIBLE	EST (RGF93)	NORD (RGF93)	PROFONDEUR (m)	VAL. MAX (nT)	Observations
J51	410666.170	6929071.891	0.43	102	
J61	410664.375	6929057.779	0.43	134	
O7	410639.999	6928992.131	0.43	103	
N7	410479.181	6929245.177	0.43	440	
A16	410379.390	6929061.469	0.43	123	
A85	410401.368	6929129.254	0.43	209	
A86	410399.610	6929141.382	0.43	112	
C50	410382.225	6929152.339	0.44	293	
D31	410443.176	6929186.088	0.44	151	
D37	410442.278	6929182.549	0.44	416	
D60	410431.119	6929157.433	0.44	134	
G94	410630.709	6929132.908	0.44	197	
H24	410578.302	6929153.483	0.44	358	
H25	410577.318	6929154.521	0.44	322	
I17	410696.150	6929108.300	0.44	275	
I28	410682.587	6929106.763	0.44	366	
I42	410684.053	6929097.216	0.44	1138	
I46	410666.610	6929103.203	0.44	942	
I57	410688.682	6929086.517	0.44	547	
K27	410506.061	6929114.375	0.44	166	
O3	410645.057	6929001.640	0.44	1172	
A13	410377.503	6929064.729	0.44	136	
A20	410380.043	6929068.185	0.44	240	
B1	410373.485	6929137.052	0.45	10270	
G48	410551.951	6929162.342	0.45	729	
G57	410570.916	6929143.186	0.45	232	
G60	410584.322	6929147.153	0.45	159	
G104	410629.742	6929119.058	0.45	108	
H6	410613.594	6929146.230	0.45	703	
I67	410674.206	6929078.090	0.45	170	
D14	410443.076	6929204.432	0.46	116	
F12	410467.936	6929213.911	0.46	178	
G13	410494.595	6929156.991	0.46	338	
G14	410503.713	6929159.580	0.46	743	
G58	410587.040	6929148.024	0.46	1022	
J41	410670.301	6929075.870	0.46	226	
J52	410667.864	6929068.195	0.46	145	
K20	410539.361	6929111.671	0.46	1889	
K32	410537.386	6929111.423	0.46	577	
L4	410615.120	6929040.895	0.46	167	
L11	410602.111	6929055.910	0.46	1055	
A47	410397.476	6929113.234	0.46	481	
A76	410389.721	6929137.864	0.46	111	
D56	410436.303	6929166.816	0.47	260	

17 rue Pierre et Marie Curie F 67540 Ostwald
Tél : +33 (0)388 395 288 - fax : +33 (0)981 387 283
dianex@bbox.fr www.dianex.fr

Renseignements sur le projet :					COMMENTAIRES Liste des cibles potentiellement pyrotechniques.
Projet	Pointe du Hoc (14) - Diagnostic de pollution pyrotechnique		Interprété par	Simon LEJART	
Número de Dossier	2019-14-263		Date détection	28/10/2019 to 07/11/2019	
Version	V1		Date interprétation	01/12/2019 to 10/12/2019	
Client	INRAP		Date vérification	20/12/2019	
Norme GPS	RGF93 - LAMBERT 93		Date validation	20/12/2019	
Caractéristiques des anomalies : magnétiques nombre : 703					
N° CIBLE	EST (RGF93)	NORD (RGF93)	PROFONDEUR (m)	VAL. MAX (nT)	Observations
D78	410495.618	6929163.006	0.47	514	
F10	410466.550	6929215.600	0.47	457	
G2	410503.406	6929167.915	0.47	334	
G4	410511.134	6929166.981	0.47	199	
G56	410571.014	6929146.746	0.47	198	
J9	410688.904	6929066.135	0.47	218	
J28	410674.201	6929086.797	0.47	107	
J69	410654.313	6929068.234	0.47	750	
K4	410495.890	6929117.267	0.47	347	
K38	410544.803	6929072.501	0.47	92	
A1	410366.638	6929065.918	0.47	122	
D35	410435.462	6929178.955	0.48	301	
D66	410434.336	6929146.889	0.48	328	
D81	410492.201	6929155.706	0.48	304	
G7	410496.448	6929159.410	0.48	161	
G10	410505.954	6929162.182	0.48	415	
I11	410667.653	6929124.700	0.48	426	
D24	410439.422	6929192.236	0.49	231	
D27	410429.263	6929183.877	0.49	183	
G105	410641.424	6929120.620	0.49	131	
J7	410689.621	6929066.935	0.49	779	
J32	410677.116	6929077.107	0.49	195	
J78	410669.640	6929094.953	0.49	725	
K1	410485.821	6929125.155	0.49	429	
M1	410659.977	6928948.602	0.49	4017	
O4	410646.317	6928997.446	0.49	161	
P26	410632.012	6929064.246	0.49	104	
A19	410381.254	6929058.007	0.49	382	
A31	410386.139	6929054.659	0.49	489	
A78	410393.650	6929133.493	0.49	157	
D32	410416.708	6929172.058	0.50	345	
D53	410420.637	6929161.046	0.50	769	
D69	410483.167	6929169.245	0.50	158	
D74	410487.928	6929165.990	0.50	349	
F35	410485.965	6929214.245	0.50	612	
I3	410671.546	6929129.498	0.50	364	
J20	410691.416	6929055.323	0.50	334	
K23	410521.426	6929117.406	0.50	156	
P24	410622.123	6929070.704	0.50	354	
A53	410399.528	6929109.724	0.50	160	
D83	410486.029	6929149.052	0.51	113	
D90	410419.103	6929172.128	0.51	112	
F14	410466.985	6929207.274	0.51	113	
F44	410489.961	6929206.933	0.51	309	



17 rue Pierre et Marie Curie F 67540 Ostwald
Tél : +33 (0)388 395 288 - fax : +33 (0)981 387 283
dianex@bbox.fr www.dianex.fr

Renseignements sur le projet :					COMMENTAIRES Liste des cibles potentiellement pyrotechniques.
Projet	Pointe du Hoc (14) - Diagnostic de pollution pyrotechnique		Interprété par	Simon LEJART	
Numéro de Dossier	2019-14-263		Date détection	28/10/2019 to 07/11/2019	
Version	V1		Date interprétation	01/12/2019 to 10/12/2019	
Client	INRAP		Date vérification	20/12/2019	
Norme GPS	RGF93 - LAMBERT 93		Date validation	20/12/2019	
Caractéristiques des anomalies :					



17 rue Pierre et Marie Curie F 67540 Ostwald
Tél : +33 (0)388 395 288 - fax : +33 (0)981 387 283
dianex@bbox.fr www.dianex.fr

Renseignements sur le projet :					COMMENTAIRES Liste des cibles potentiellement pyrotechniques.
Projet	Pointe du Hoc (14) - Diagnostic de pollution pyrotechnique		Interprété par	Simon LEJART	
Numéro de Dossier	2019-14-263		Date détection	28/10/2019 to 07/11/2019	
Version	V1		Date interprétation	01/12/2019 to 10/12/2019	
Client	INRAP		Date vérification	20/12/2019	
Norme GPS	RGF93 - LAMBERT 93		Date validation	20/12/2019	
Caractéristiques des anomalies : magnétiques nombre : 703					
N° CIBLE	EST (RGF93)	NORD (RGF93)	PROFONDEUR (m)	VAL. MAX (nT)	Observations
D71	410486.445	6929169.441	0.57	645	
I4	410674.970	6929127.675	0.57	134	
J34	410683.500	6929063.168	0.57	447	
K11	410540.505	6929106.165	0.57	1547	
K37	410513.535	6929112.323	0.57	212	
L12	410621.390	6929050.817	0.57	175	
L14	410601.662	6929057.968	0.57	318	
D85	410478.160	6929143.730	0.58	340	
F11	410465.591	6929206.935	0.58	109	
G55	410575.719	6929148.626	0.58	171	
G111	410579.899	6929146.239	0.58	396	
K34	410536.127	6929095.248	0.58	543	
P9	410654.265	6929068.218	0.58	502	
A36	410384.277	6929080.099	0.58	328	
A72	410391.903	6929116.227	0.58	205	
D15	410404.042	6929182.442	0.59	611	
G44	410554.804	6929166.728	0.59	956	
C17	410351.238	6929109.177	0.60	127	
F3	410452.142	6929228.552	0.60	230	
G49	410551.616	6929161.193	0.60	112	
G79	410579.403	6929131.457	0.60	727	
G96	410612.441	6929125.155	0.60	194	
A2	410367.424	6929064.480	0.60	201	
A23	410379.288	6929073.672	0.60	479	
A39	410382.375	6929102.298	0.60	533	
D11	410412.309	6929191.493	0.61	135	
D23	410429.412	6929188.128	0.61	167	
G47	410555.473	6929163.199	0.61	1077	
H12	410608.568	6929145.618	0.61	223	
I31	410664.667	6929113.255	0.61	538	
J1	410710.620	6929073.000	0.61	5271	
J48	410667.963	6929071.499	0.61	268	
K14	410549.867	6929081.999	0.61	112	
A66	410379.739	6929106.191	0.61	99	
C35	410353.596	6929102.672	0.62	117	
D2	410404.561	6929197.810	0.62	210	
D19	410395.820	6929172.882	0.62	180	
J71	410655.046	6929063.021	0.62	116	
K35	410537.924	6929094.691	0.62	792	
P3	410679.522	6929060.560	0.62	369	
G77	410580.187	6929133.025	0.63	199	
I49	410699.500	6929086.155	0.63	535	
I65	410684.812	6929075.501	0.63	131	
J26	410682.982	6929071.748	0.63	511	



17 rue Pierre et Marie Curie F 67540 Ostwald
Tél : +33 (0)388 395 288 - fax : +33 (0)981 387 283
dianex@bbox.fr www.dianex.fr

Renseignements sur le projet :					COMMENTAIRES Liste des cibles potentiellement pyrotechniques.
Projet	Pointe du Hoc (14) - Diagnostic de pollution pyrotechnique		Interprété par	Simon LEJART	
Numéro de Dossier	2019-14-263		Date détection	28/10/2019 to 07/11/2019	
Version	V1		Date interprétation	01/12/2019 to 10/12/2019	
Client	INRAP		Date vérification	20/12/2019	
Norme GPS	RGF93 - LAMBERT 93		Date validation	20/12/2019	
Caractéristiques des anomalies :					

N° CIBLE	EST (RGF93)	NORD (RGF93)	PROFONDEUR (m)	VAL. MAX (nT)	Observations
G23	410507.477	6929159.428	0.72	211	
G106	410485.894	6929150.740	0.72	243	
K13	410574.865	6929082.440	0.72	976	
A83	410399.174	6929118.378	0.72	129	
G101	410619.710	6929122.973	0.73	195	
G108	410488.717	6929155.504	0.73	267	
I51	410685.801	6929091.656	0.73	475	
J75	410657.948	6929050.935	0.73	114	
K8	410528.886	6929094.698	0.73	296	
A43	410397.533	6929068.923	0.73	104	
D21	410396.045	6929172.728	0.74	147	
F40	410491.097	6929225.502	0.74	294	
G25	410505.686	6929157.014	0.74	255	
G26	410503.389	6929156.809	0.74	692	
G62	410594.159	6929147.266	0.74	124	
J40	410679.841	6929059.868	0.74	572	
M9	410646.103	6928962.658	0.74	153	
A93	410406.300	6929135.606	0.74	194	
D5	410412.988	6929198.206	0.75	418	
G107	410486.296	6929153.961	0.75	271	
P28	410621.636	6929050.491	0.75	205	
A3	410367.646	6929067.722	0.75	231	
D84	410492.065	6929152.029	0.76	111	
G17	410511.881	6929161.780	0.76	176	
P6	410646.754	6929075.787	0.76	142	
D10	410443.794	6929209.283	0.77	125	
G83	410596.355	6929132.480	0.77	121	
H26	410595.791	6929147.188	0.77	667	
A51	410398.656	6929121.240	0.77	183	
J15	410664.944	6929112.884	0.78	969	
J35	410673.897	6929078.624	0.78	146	
A21	410382.121	6929060.317	0.78	278	
A22	410380.467	6929066.476	0.78	375	
A79	410397.014	6929119.523	0.78	194	
A90	410415.254	6929141.596	0.78	1041	
L7	410620.333	6929046.277	0.79	689	
A41	410390.162	6929109.929	0.79	456	
F27	410478.715	6929215.089	0.80	622	
F28	410477.728	6929205.115	0.80	170	
G24	410498.099	6929154.673	0.80	677	
G29	410503.092	6929155.528	0.80	191	
H17	410596.098	6929151.755	0.80	307	
D54	410433.008	6929166.505	0.81	173	
A50	410399.593	6929108.582	0.81	111	



17 rue Pierre et Marie Curie F 67540 Ostwald
Tél : +33 (0)388 395 288 - fax : +33 (0)981 387 283
dianex@bbox.fr www.dianex.fr

Renseignements sur le projet :					COMMENTAIRES Liste des cibles potentiellement pyrotechniques.
Projet	Pointe du Hoc (14) - Diagnostic de pollution pyrotechnique		Interprété par	Simon LEJART	
Numéro de Dossier	2019-14-263		Date détection	28/10/2019 to 07/11/2019	
Version	V1		Date interprétation	01/12/2019 to 10/12/2019	
Client	INRAP		Date vérification	20/12/2019	
Norme GPS	RGF93 - LAMBERT 93		Date validation	20/12/2019	
Caractéristiques des anomalies : magnétiques nombre : 703					
N° CIBLE	EST (RGF93)	NORD (RGF93)	PROFONDEUR (m)	VAL. MAX (nT)	Observations
G42	410491.406	6929145.340	0.82	134	
J3	410709.524	6929071.608	0.82	3379	
J10	410688.491	6929067.334	0.82	2475	
P27	410627.050	6929061.662	0.82	125	
F42	410489.101	6929210.342	0.83	266	
I74	410669.513	6929121.413	0.83	1670	
A88	410404.928	6929138.058	0.83	155	
D68	410476.605	6929166.180	0.84	651	
H23	410587.462	6929147.609	0.84	627	
I48	410669.193	6929101.419	0.84	145	
K21	410542.481	6929090.251	0.84	1552	
F5	410455.262	6929227.075	0.86	114	
G16	410496.604	6929157.600	0.86	1041	
G112	410562.385	6929154.615	0.86	1582	
I55	410692.334	6929087.721	0.86	142	
J67	410651.999	6929073.710	0.86	126	
K12	410550.834	6929077.527	0.86	107	
A10	410373.512	6929068.713	0.87	1752	
D64	410404.812	6929138.038	0.88	181	
G38	410508.410	6929154.548	0.88	155	
I72	410665.942	6929120.957	0.88	435	
A74	410390.603	6929127.700	0.88	531	
G110	410598.525	6929143.471	0.89	516	
I69	410682.865	6929072.561	0.89	407	
N1	410508.853	6929232.248	0.89	239	
F17	410467.237	6929204.550	0.90	1347	
K16	410542.539	6929076.805	0.90	351	
K33	410533.355	6929092.319	0.90	1277	
I61	410690.812	6929083.000	0.91	255	
J29	410662.210	6929110.547	0.91	177	
A6	410371.983	6929061.348	0.91	1774	
G22	410541.009	6929170.518	0.92	1074	
A46	410396.726	6929109.278	0.92	433	
J33	410695.592	6929037.642	0.93	904	
A67	410379.275	6929106.608	0.93	355	
G102	410633.240	6929125.928	0.94	409	
J72	410650.119	6929072.190	0.94	210	
P11	410622.475	6929077.836	0.94	136	
D77	410497.848	6929166.534	0.95	1556	
J66	410661.414	6929055.019	0.95	201	
J68	410661.431	6929054.425	0.95	201	
A26	410384.286	6929054.286	0.95	115	
D40	410438.847	6929178.310	0.96	160	
D79	410487.579	6929153.765	0.96	297	



17 rue Pierre et Marie Curie F 67540 Ostwald
Tél : +33 (0)388 395 288 - fax : +33 (0)981 387 283
dianex@bbox.fr www.dianex.fr

Renseignements sur le projet :					COMMENTAIRES Liste des cibles potentiellement pyrotechniques.
Projet	Pointe du Hoc (14) - Diagnostic de pollution pyrotechnique		Interprété par	Simon LEJART	
Numéro de Dossier	2019-14-263		Date détection	28/10/2019 to 07/11/2019	
Version	V1		Date interprétation	01/12/2019 to 10/12/2019	
Client	INRAP		Date vérification	20/12/2019	
Norme GPS	RGF93 - LAMBERT 93		Date validation	20/12/2019	
Caractéristiques des anomalies : magnétiques nombre : 703					
N° CIBLE	EST (RGF93)	NORD (RGF93)	PROFONDEUR (m)	VAL. MAX (nT)	Observations
P18	410624.168	6929073.261	1.23	136	
F1	410452.436	6929230.144	1.26	497	
M6	410696.962	6929039.617	1.27	874	
I70	410687.106	6929070.376	1.30	339	
D1	410412.049	6929206.435	1.32	109	
P31	410635.662	6929064.582	1.32	79	
I9	410688.723	6929116.345	1.34	164	
G28	410496.077	6929152.850	1.35	454	
G30	410503.961	6929155.292	1.38	212	
K7	410526.199	6929101.143	1.38	68	
L9	410604.947	6929054.001	1.38	345	
O2	410644.482	6929004.916	1.39	909	
C20	410372.312	6929135.254	1.44	324	
I20	410683.812	6929109.269	1.45	278	
I14	410674.435	6929121.017	1.46	326	
I40	410683.158	6929100.250	1.48	200	
I26	410648.799	6929122.457	1.51	154	
F33	410482.091	6929193.813	1.52	150	
G32	410502.081	6929154.078	1.53	313	
J22	410661.907	6929116.308	1.53	128	
F34	410484.672	6929211.750	1.55	856	
J13	410664.304	6929113.337	1.55	969	
M7	410694.808	6929037.054	1.57	1071	
P7	410649.981	6929072.640	1.71	222	
D61	410416.061	6929148.079	1.72	101	
I16	410686.901	6929114.146	1.72	172	
D82	410485.606	6929150.955	1.73	241	
D55	410438.141	6929170.002	1.77	102	
G34	410503.194	6929153.857	1.77	313	
F20	410471.346	6929217.711	1.78	178	
P16	410621.374	6929078.456	1.84	136	
F13	410470.718	6929223.883	1.86	292	
N12	410457.091	6929261.137	2.01	153	
I23	410663.349	6929115.859	2.03	344	
C31	410354.100	6929109.086	2.09	150	
I8	410671.968	6929124.727	2.20	709	
I15	410671.381	6929123.915	2.57	709	
F19	410471.521	6929219.489	2.76	158	
J19	410658.666	6929117.320	2.79	114	
P12	410629.468	6929073.854	3.14	107	
A45	410395.475	6929111.756	3.49	142	
I12	410688.451	6929114.365	3.54	164	
J25	410659.582	6929117.897	3.58	109	
I30	410659.031	6929116.308	3.60	105	

**ANALYSE STRUCTURELLE DE
PLUSIEURS OUVRAGES EN BÉTON
CONTEXTE GÉOLOGIQUE**

**AMÉNAGEMENT D'UN CIRCUIT
DE VISITE
ÉTUDE GÉOTECHNIQUE PRÉALABLE
PHASE ÉTUDE SITE**

Rapports de GINGER CEBTP



AMERICAN BATTLE MONUMENTS COMMISSION

POINTE DU HOC

Analyse structurelle de plusieurs ouvrages en béton
Contexte géologique

Dossier DRN3.J.8011 ind2
Mars 2020



DIRECTION REGIONALE GRAND OUEST

Agence de ROUEN

Rue du Pré de la Roquette
ZAC de la Vente Olivier
76800 SAINT ETIENNE DU ROUVRAY

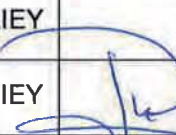
Téléphone : 02.32.19.63.00
Télécopie : 02.32.19.63.01
Email : cebtp.rouen@groupeginger.com



AMERICAN BATTLE MONUMENTS COMMISSION

POINTE DU HOC

Analyse structurale de plusieurs ouvrages en béton
Contexte géologique

Dossier : DRN3.J.8011				Contrat : Notre devis DRN3.J.0055 V3 accepté			
Indice	Date	Chargé d'affaire	Visa	Vérifié par	Visa	Contenu	Observations
1	13-01-20	E. DELATTRE		V. LEMARIEY		25 pages 3 annexes	
2	04-03-20	E. DELATTRE		V. LEMARIEY		25 pages 2 annexes	Détachement de l'annexe 3

A compter du paiement intégral de la mission, le client devient libre d'utiliser le rapport et de le diffuser à condition de respecter et de faire respecter les limites d'utilisation des résultats qui y figurent et notamment les conditions de validité et d'application du rapport.

Sommaire

1	CADRE DE LA MISSION GINGER CEBTP	5
1.1	Généralités	5
1.2	Contexte global de la mission	5
1.3	Objectifs de la mission	5
1.4	Programme technique	6
1.5	Contenu du présent rapport	7
1.6	Bases d'étude	7
2	DESCRIPTION DES OUVRAGES.....	8
2.1	Situation et accès sur site	8
2.2	Description des ouvrages	8
3	SYNTHESE GEOTECHNIQUE.....	9
3.1	Etude de site.....	10
3.2	Adaptations générales vis-à-vis des futurs aménagements.....	11
3.2.1	Localisation des futurs aménagements	11
3.2.2	Réalisation des terrassements	11
3.2.3	Terrassabilité des matériaux	11
3.2.4	Traficabilité en phase chantier	11
3.2.5	Pentes de talus	12
3.2.6	Drainage en phase chantier	12
3.3	Observations majeures.....	12
4	SYNTHESE DE L'INSPECTION – ACTIONS A MENER.....	13
4.1	HOTSPOT 1 - Bunker RL 409A Est	13
4.2	HOTSPOT 1BIS – Encuvement GE2	15
4.3	HOTSPOT 2 - Encuvement GE3	16
4.4	HOTSPOT 2bis - Encuvement GE4.....	17
4.5	HOTSPOT 3 - Casemate R694-3.....	18
4.6	HOTSPOT 3bis - Bunker R502-2	19
4.7	HOTSPOT 4 - Poste observation R636A.....	20
4.8	HOTSPOT 4bis - Encuvement GE6.....	22
4.9	HOTSPOT 5 - Soute R134-3	23
4.10	HOTSPOT 6 - Bunker R661	24
5	OBSERVATIONS	25

Annexes

ANNEXE N°1 – Implantation des ouvrages concernés par l'étude

ANNEXE N°2 – Fiches d'inspection

1.4 Programme technique

Afin d'établir un état des lieux de chaque ouvrage, notre mission a débuté par une phase d'inspection et de relevés des désordres, comprenant :

- Le relevé des désordres majeurs pouvant provoquer une instabilité de l'ouvrage et un danger pour la visite,
- La prise de photographie pour illustrer les désordres majeurs,
- Le report sur des plans issus du rapport « TAMU Historical Report (French).pdf » transmis lors de la consultation;
- La mise en évidence des singularités des ouvrages (fait historique visible, élément de construction atypique, ...).

Le relevé des désordres affectant les éléments de structure de l'ouvrage est illustré par des photographies ainsi qu'une notation de chacun des désordres en fonction de son indice de gravité.

Chaque ouvrage (ou Hotspot) visité a fait l'objet de la rédaction d'une fiche synthétique comprenant :

- Le référencement des désordres majeurs et dangers potentiels, sous forme de pastille numérotée sur une vue en plan;
- La description, la gravité de ces désordres et dangers,
- Les actions à entreprendre pour sécuriser la zone concernée par ces désordres et dangers.

En complément, une analyse géotechnique documentaire et visuelle a été menée pour déceler les instabilités du terrain actuel, le long du futur cheminement, et pour fournir un avis sur les actions à mener afin de remédier à cet état.

Lorsque des besoins en études géotechniques ont été jugées nécessaires, elles ont été spécifiées dans notre rapport d'inspection.

Elles seront à mener dans un second temps après validation du programme et de son chiffrage par vos soins.

Limite de prestation :

- Cette mission est purement visuelle et ne comprend pas d'essai géotechnique ni de calculs de stabilité.
- Elle ne constitue pas une mission de type G5 ou autre, selon la codification des missions géotechniques,
- Elle ne concerne pas la stabilité de la falaise.

1.5 Contenu du présent rapport

Le présent rapport comprend les résultats suivants :

- Le rappel de la mission et des intervenants ;
- Le point sur l'inspection visuelle, en fonction des accessibilités aux ouvrages, sous forme de fiches jointes en annexe,
- La synthèse des observations menées et des actions à mener dans le temps : propositions de diagnostics complémentaires, traitement et réparation à envisager pour pérenniser les ouvrages et leurs abords.

Ces résultats sont illustrés par des annexes rassemblées en fin de rapport.

1.6 Bases d'étude

Notre mission a été menée à l'aide des documents et informations suivants :

- Visite du site le 25 juin 2019 par E. DELATTRE (GINGER CEBTP) en compagnie de C. MARCIGNY (INRAP),
- Le rapport « TAMU Historical Report (French) » en date de mai 2007,
- Un plan du futur cheminement piéton au format .pdf,
- Un plan du site actuel au format .pdf.

2 DESCRIPTION DES OUVRAGES

2.1 Situation et accès sur site

Le site de la pointe du Hoc est localisé en bord de falaise à CRICQUEVILLE-EN-BESSIN (14).



Source : www.geoportail.gouv.fr

2.2 Description des ouvrages

Les ouvrages concernés par l'étude sont indiqués sur le plan de l'[annexe n°1](#). Ils sont au nombre de 10 et sont référencés ci-dessous. Les descriptions présentées sont issues du rapport TAMU de mai 2007.

Référence Hotspot	Type d'ouvrage	Description sommaire
Hotspot 1	Bunker RL 409A Est	Structure en béton armé sur 2 niveaux : des salles d'équipage au sous-sol et un encuvement sur le dessus. Proximité immédiate avec le front de falaise.
Hotspot 1bis	Encuvement GE2	Structure en béton armé comprenant le pivot central du canon, son chemin de roulement, un couronnement en béton et deux soutes à munitions enterrées. Ces ouvrages sont éloignés du front de falaise
Hotspot 2	Encuvement GE3	
Hotspot 2bis	Encuvement GE4	
Hotspot 4bis	Encuvement GE6	
Hotspot 3	Casemate R694-3	Structure en béton armé semi-enterrée comprenant l'encuvement du canon et deux soutes à munitions
Hotspot 3bis	Bunker R502-2	Structure en béton armé composé de deux salles principales servant à abriter les soldats. Il est adjacent à un Tobrouk.

Référence Hotspot	Type d'ouvrage	Description sommaire
Hotspot 4	Poste d'observation R636A	Structure en béton armé, composée d'un niveau de sous-sol comprenant trois grandes salles et plusieurs pièces de liaisons. Une montée d'escalier permet d'accéder au poste d'observation. Une salle annexe, indépendante du bunker, est présente à l'entrée Sud de l'ouvrage. A l'étage, sur le toit, un autre poste d'observation encaissé est aujourd'hui condamné.
Hotspot 5	Soute R134-3	Structure en béton armé totale éclatée. Sa forme géométrique n'est plus identifiable.
Hotspot 6	Bunker R661	Structure en béton armé enterrée composée de deux grandes salles et plusieurs couloirs sécurisés par des portes métalliques. Un Tobrouk est accolé à cet ouvrage.

3 SYNTHÈSE GEOTECHNIQUE

Notre service géotechnique a produit un rapport d'ingénierie géotechnique préalable (Phase Etude de Site – G1 ES selon la classification des missions géotechniques). Il est référencé DRN3.J.8011 en date du 06-01-2020.

Les contextes et risques suivants sont détaillés en annexe. Ils ne sont pas repris dans le corps du présent rapport.

- Le contexte et les caractéristiques de l'étude ;
- Le contexte géologique du site,
- Le contexte hydrogéologique du site,
- Le contexte sismique du site,
- Les risques naturels :
 - La présence de cavités,
 - L'instabilité le glissement et les chute de blocs,
 - L'inondabilité.
- Le risque sismique et parasismique,
- Le risque de retrait-gonflement des argiles,
- Les arrêtés de catastrophes naturelles,
- Un historique succinct du site.

Les paragraphes 3 et 4, spécifiques à l'étude du site sont repris en totalité ci-dessous.

3.1 Etude de site

D'après la carte géologique du secteur et notre expérience locale, la nature et les caractéristiques mécaniques des terrains susceptibles d'être rencontrés seraient les suivants :

- **Formation n°1** : des limons plus ou moins argileux ou argiles à silex présentant généralement des caractéristiques mécaniques faibles à moyennes ;
- **Formation n°2** : le substratum calcaire d'âge Bathonien moyen de bonne compacité pouvant localement être altérée en tête.

D'après la carte hydrogéologique du site, aucun niveau d'eau ne devrait être rencontré jusqu'à 1 / 2 m de profondeur lors des terrassements au droit du projet.

Toutefois, le régime hydrogéologique peut varier en fonction de la saison et de la pluviosité. Des circulations d'eau localisées et anarchiques dans les terrains de surface sont toujours possibles.

D'après le site www.infoterre.brgm.fr concernant les risques naturels, aucun indice de cavité souterraine ni aucun mouvement de terrain ne sont présents au droit et à proximité des parcelles concernées par le projet.

Cependant, compte tenu de la présence de cratères (liés à des bombardements) et d'ouvrages en béton (dans un état de conservation plus ou moins dégradé) provenant de la seconde guerre mondiale ainsi que de la proximité avec le bord de la falaise existante, nous estimons que les **risques liés à un aléa d'instabilité / de glissement / de chutes de blocs ne sont pas négligeables**.

L'aléa vis-à-vis du risque de retrait / gonflement des argiles est faible à localement fort en front de falaise au droit de la parcelle étudiée.

Dans tous les cas, il conviendra de s'assurer auprès des autorités compétentes (Mairie de CRICQUEVILLE-EN-BESSIN, DDTM 14, ...) que le site du projet n'est effectivement pas concerné par ces risques.

A noter qu'à la fin du mois d'octobre 2019, une énorme quantité de matière s'est éboulée de la falaise, à une centaine de mètres à l'est du poste de tir de la Pointe du Hoc. Cet éboulement rappelle que quel que soit les aménagements ou les confortements réalisés par l'homme, les terres reculent irrémédiablement face au phénomène d'érosion littorale (actions du vent, de la mer et de la pluie), et de montée du niveau des mers, d'autant plus sur ce type de falaise de nature calcaire et donc plus ou moins friable.

3.2 Adaptations générales vis-à-vis des futurs aménagements

3.2.1 Localisation des futurs aménagements

Compte tenu de la configuration du site (pointe en bordure de falaise) et des éléments décrits précédemment, on conseillera d'implanter les futurs aménagements à une distance minimale d'environ 15 m du bord de la falaise.

3.2.2 Réalisation des terrassements

En l'absence d'informations concernant les futurs aménagements, nous considérerons la réalisation de terrassements en déblais de l'ordre de 1.0 m/TN de profondeur environ.

3.2.3 Terrassabilité des matériaux

Compte tenu de notre expérience locale et des formations lithologiques attendues sur site, la réalisation des déblais ne présentera a priori pas de difficulté particulière d'extraction. Les terrassements pourront donc se faire à l'aide d'engins classiques de moyenne puissance.

Toutefois, il n'est pas exclu de rencontrer des blocs ou des vestiges de fondations. Cela nécessitera alors l'emploi d'engins adaptés ou d'outils adaptés tels qu'une pelle puissante ou un BRH.

3.2.4 Traficabilité en phase chantier

Les matériaux concernés par les terrassements seront a priori de nature limono-argileuse. S'agissant de sols sensibles aux faibles variations de teneur en eau, leur état peut évoluer rapidement en fonction des conditions atmosphériques qui seront rencontrées à la date des travaux.

Au droit du projet, l'état de la plateforme pourra être de qualité médiocre voire mauvaise en cas d'intempéries, ce qui posera des problèmes de traficabilité.

Des travaux préparatoires devront être de type cloutage où mise en œuvre d'un géotextile résistant à la rupture où encore surépaisseur de matériaux propres de bonnes qualités.

Dans tous les cas, nous recommandons autant que possible de réaliser les travaux en période météorologique favorable.

3.2.5 Pentes de talus

Hors mitoyenneté, les pentes de talus des fouilles ou des terrains en place pourront être de l'ordre de 3H pour 2V à 2H pour 1V, à adapter lors des terrassements si cela s'avère nécessaire.

A noter que des hétérogénéités locales peuvent être rencontrées au fur et à mesure de l'ouverture des fouilles et provoquer des éboulements locaux. L'ensemble des talus devra être protégé des intempéries par des feuilles de polyane par exemple soigneusement fixées, des cunettes étanches en tête de talus.

Par ailleurs, le cas échéant, les futurs aménagements devront être réalisés à une distance au moins égale à la profondeur des cratères ou ouvrages en béton existants afin de s'affranchir de tout risques de déstabilisation de ces derniers.

3.2.6 Drainage en phase chantier

Des venues d'eau peuvent également apparaître exceptionnellement en cours de terrassement. Elles seront alors collectées en périphérie et évacuées en dehors de la fouille (captage).

Les dispositions spécifiques prévisibles seront adaptées au cas par cas pour assurer la mise au sec de la plateforme de travail à tout moment.

Toute zone décomprimée fera l'objet d'un traitement spécifique si elle doit recevoir un élément de l'ouvrage à porter (purge, compactage).

Dans tous les cas, en fonction de l'avancement du projet, une étude géotechnique préalable phase principes généraux de construction (G1 PGC) puis des études géotechniques de conception type G2 phase avant-projet (AVP) et de projet (PRO) associées à une mission d'investigations géotechniques (cf. Norme AFNOR NF P94-500 de novembre 2013 relative aux missions géotechniques) devront être réalisées afin de déterminer l'épaisseur et les caractéristiques géotechniques des différentes formations de façon à définir les types de fondations envisageables au droit des futurs ouvrages.

3.2.7 Observations majeures

On s'assurera que la stabilité des ouvrages et des sols avoisinants le projet est assurée pendant et après la réalisation de ce dernier.

Les conclusions du présent rapport ne sont valables que sous réserve des conditions générales des missions géotechniques de l'Union Syndicale Géotechnique fournies en annexe 1 (norme NF P94-500 de novembre 2013).

4 SYNTHÈSE DE L'INSPECTION – ACTIONS À MENER

Notre inspection a été menée à pied d'œuvre depuis les accès en place. L'inspection a permis de relever les désordres visibles dans les parties accessibles avec les moyens mis en œuvre.

4.1 HOTSPOT 1 - Bunker RL 409A Est

Les conclusions de l'inspection sont les suivantes :

- A ce jour, la structure porteuse du bunker est dans un état de stabilité satisfaisant. L'ouvrage a subi un impact sur son flanc Nord-Est, qui a fracturé le toit et la structure enterrée. Des fuites d'eau sont perceptibles à l'intérieur de l'ouvrage. Les tôles métalliques du toit se corrodent ;
- La passerelle métallique installée sur site est dans un bon état général ;
- En face Sud, un mur de soutènement maçonné subit un ravinement avancé ;
- Sur cette même face, le terrain naturel est abrupt et les eaux pluviales creusent des sillons. Des décompressions de terrain et des éboulements peuvent se produire à chaque épisode pluvieux ;
- En face Nord, le bord de falaise est très proche. Il a été bombardé durant le débarquement, provoquant l'éclatement d'une partie de la construction en béton ainsi que la fracturation de la roche calcaire. L'inévitable érosion de la falaise peut atteindre à tout moment l'assise du bunker, le mettant alors dans une position d'instabilité. La passerelle est également installée sur cette face de l'ouvrage. elle est donc aussi concernée par le risque d'instabilité de la falaise.
- Plusieurs dangers sont identifiés sur site. Ils peuvent causer la chute et la blessure des visiteurs. Les accès à l'ouvrage ne sont pas sécurisés.

Le contexte géotechnique et géologique ainsi que l'étude des risques naturels sont analysés dans le rapport joint en [annexe n°3](#).

Les actions proposées ci-après concernent les ouvrages en place, en vue de la poursuite des visites rapprochées. Nous rappelons que cet ouvrage est soumis au risque de glissement de terrain en tête de la falaise, pouvant le conduire à la ruine et mettant en péril les visiteurs.

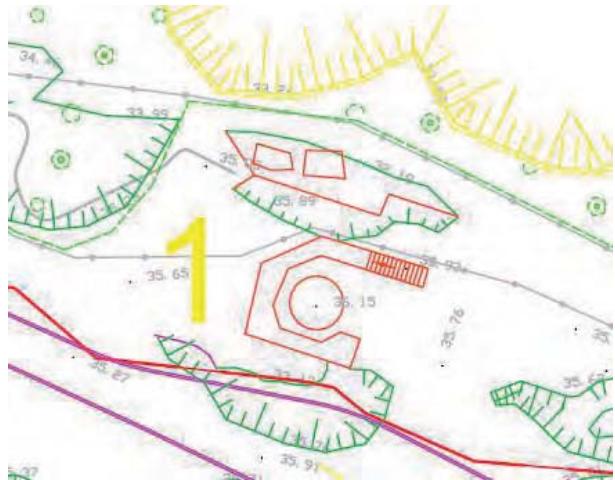
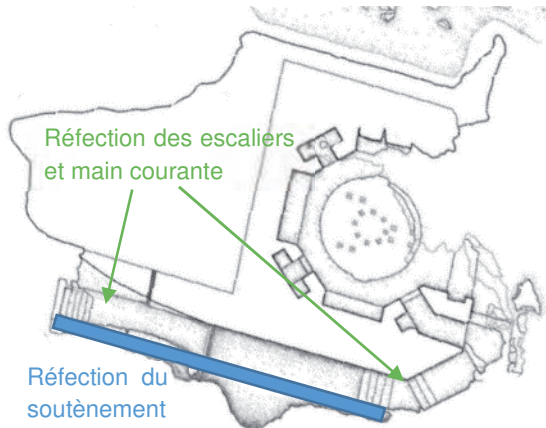
Ces évolutions sont donc à prendre en compte dans le cas où le risque de glissement de terrain est jugé acceptable par le gestionnaire du site.

Actions à mener à court terme (moins d'un an)

- Le confortement du mur de soutènement situé à l'entrée Sud-Ouest de l'ouvrage ;
- L'approfondissement des connaissances hydrogéologiques de la falaise et l'analyse de son état de fracturation. Ces données, accompagnées d'éventuelles phases d'instrumentation, devront fournir des informations sur le risque de glissement de terrain et par conséquent le périmètre de sécurité à mettre en place ;
- La compréhension du dispositif de recueillement et d'évacuation des eaux pluviales au pied du Bunker, en face Nord ;
- L'installation de garde-corps conformes au Sud de l'ouvrage, l'installation de mains courantes dans les escaliers.

Actions à mener à moyen terme (moins de 3 ans)

- Amélioration des conditions d'accès à l'ouvrage : construction d'escaliers réglementaires, stabilisation des cheminements...
- La construction d'un ouvrage de soutènement au sud de l'ouvrage permettant également la canalisation des eaux pluviales de surface.



Analyse concernant les futurs aménagements

Dans le cas où l'ouvrage est destiné à ne plus être visité, la plateforme d'observation et les restrictions d'accès à l'ouvrage seront éloignés à plus de 15 m du front de falaise, pour limiter l'exposition du public au risque de petit glissement de terrain.

Le futur cheminement surplombe le flanc Sud de l'ouvrage. Les fondations des éventuelles structures d'observation (passerelle, cheminements...) doivent être éloignées du talus Sud d'une distance égale à sa profondeur dans le cadre de fondations superficielles ou semi-profondes. Elles seront prédimensionnées dans le cadre d'une mission géotechnique G1 ou G2 AVP.

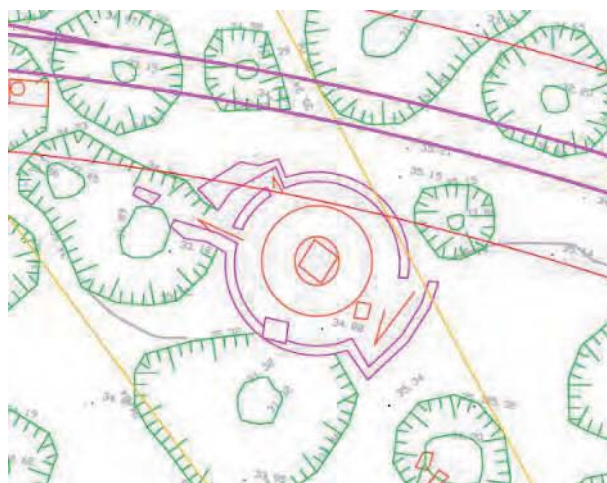
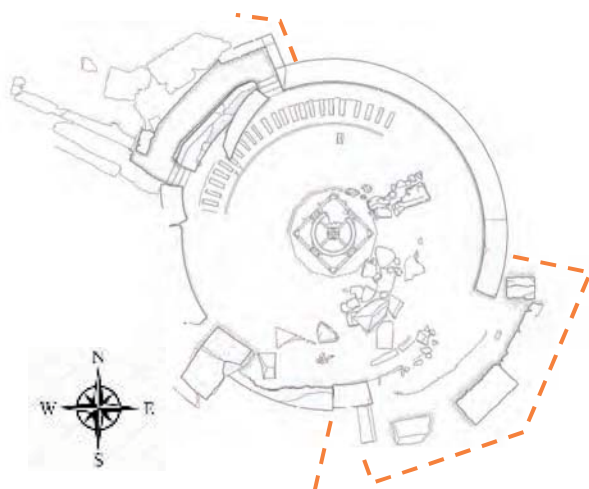
4.2 HOTSPOT 1BIS – Encuvement GE2

L'inspection de cet ouvrage amène les commentaires suivants :

- L'ouvrage a subi des dégradations profondes de sa structure porteuse. L'ouvrage, bien que fracturé, est toutefois dans un état d'équilibre stable ;
- De nombreux obstacles sont présents au sol et constituent autant de dangers pour les visiteurs (présence de blocs de béton brut, armatures, pièces métalliques du pivot central ou des soutes à munitions...) ;
- La présence des trois cratères adjacents à l'encuvement perturbe le cheminement piéton et contribue à augmenter le risque de chute lors des visites. L'assise des blocs de béton éclatés posés sur le flanc de ces cratères évoluera sensiblement dans le temps.

Analyse concernant les futurs aménagements

Dans le cadre de l'aménagement du futur cheminement, qui longe la partie Nord de l'ouvrage, aucune contrainte structurelle majeure n'est à prendre en considération.



La contrainte la plus significative **concerne la sécurité des visiteurs** puisque de nombreux obstacles s'opposent à un cheminement fluide des visiteurs. La présence des cratères complique l'aménagement des abords de l'ouvrage.

Si le cheminement piéton est souhaité autour de cet ouvrage, les cratères seront de préférence protégés par des clôtures naturelles (roncières...) ou physiques (barbelés...). Elles sont représentées à minima en pointillé ci-dessus.

Les armatures encore saillantes seront recourbées contre le béton. Les blocs de béton présents sur les cheminements seront déplacés.

Dans la mesure où cet ouvrage ne présente pas un intérêt historique ou structurel majeur, son cheminement pourrait tout simplement être interdit. Dans ce cas, le futur chemin de circulation, balisé et sécurisé, permettrait son observation dans de bonne condition de sécurité.

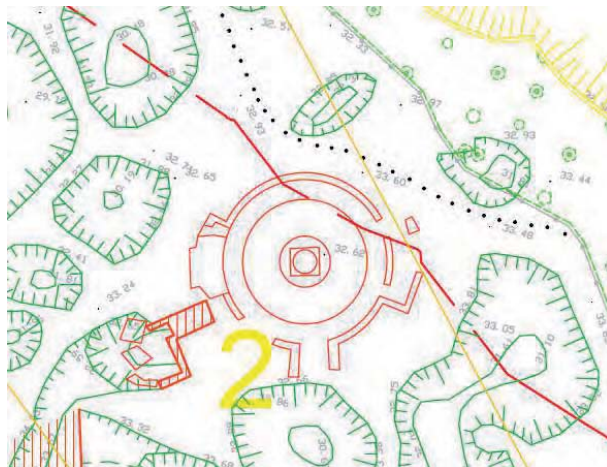
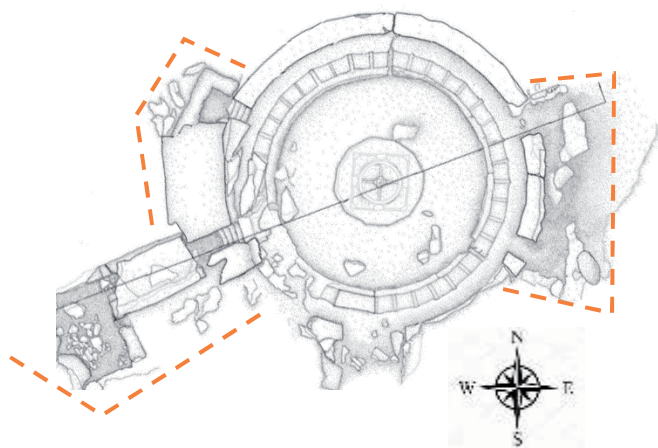
4.3 HOTSPOT 2 - Encuvement GE3

L'inspection de cet ouvrage amène les mêmes commentaires suivants :

- L'ouvrage a subi des dégradations profondes de sa structure porteuse. L'ouvrage, bien que fracturé, est toutefois dans un état d'équilibre stable, hormis la dalle de couverture d'une tranchée d'accès à la soute située en face Sud-Ouest de l'ouvrage ;
- Un bloc de béton, posé sur les ruines de la soute située en face Est de l'ouvrage, est dans une position d'instabilité évolutive à moyen terme ;
- De nombreux obstacles sont présents au sol et constituent autant de dangers pour les visiteurs (présence de blocs de béton brut, armatures, pièces métalliques du pivot central ou des soutes à munitions...) ;
- L'un des accès à l'ouvrage, au Sud, nécessite un cheminement entre plusieurs cratères de bombes. Par temps de pluie, ce cheminement est dangereux.

Analyse concernant les futurs aménagements

Dans le cadre de l'aménagement du futur cheminement, qui longe la partie Sud de l'ouvrage, les deux contraintes structurales mises en évidence ci-dessus sont à prendre en compte.



L'autre contrainte, également très significative, **concerne la sécurité des visiteurs** puisque de nombreux obstacles s'opposent à un cheminement fluide des visiteurs. La présence du cratère situé au Sud complique une circulation piétonne sécurisée aux abords de l'ouvrage.

Cet ouvrage se situe à plus de 15m du front de falaise et n'est pas encore concerné par les phénomènes de petits glissements de surface qui pourraient éroder la falaise.

Il est également éloigné du futur cheminement, n'offrant pas ainsi une observation optimale de sa structure.

Si le cheminement piéton est souhaité autour de cet ouvrage, les cratères et les soutes seront de préférence protégés par des clôtures naturelles (roncières...) ou physiques (barbelés...). Elles sont représentées à minima en pointillé ci-dessus.

Les armatures encore saillantes seront recourbées contre le béton. Les blocs de béton présents sur les cheminements seront déplacés.

Au Sud-Ouest, la dalle de couverture sera renforcée et le bloc instable à l'Est sera posé à plat au sol.

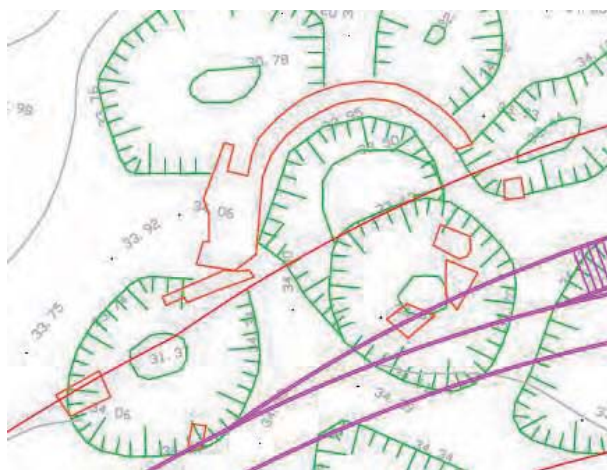
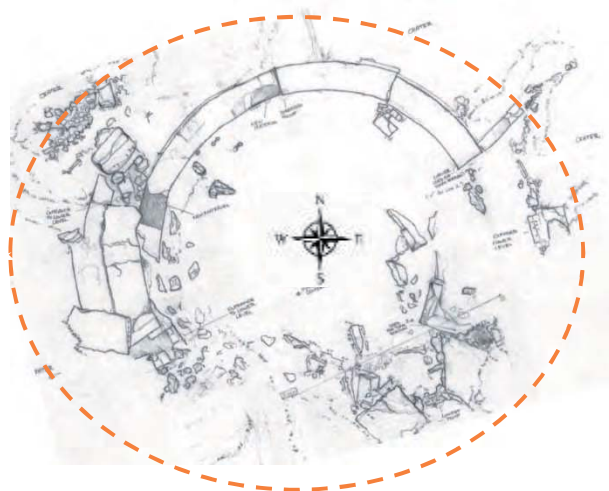
4.4 HOTSPOT 2bis - Encuvement GE4

L'inspection a permis de mettre en évidence les faits suivants :

- L'ouvrage a subi des dégâts très importants lors du débarquement de 1944. Sa visibilité structurelle et fonctionnelle est peu perceptible ;
- Un cratère est présent en partie Sud-Est de l'ouvrage et des éclats de béton sont dispersés. D'autres cratères intéressent les abords extérieurs de l'ouvrage, limitant son accessibilité ;
- Les structures en place en partie Nord sont fracturées et la soute située en face Ouest est encore accessible, malgré le resserrement des murs de la soute sous le souffle des bombes. La dalle de couverture et les blocs de béton adjacents sont stables à ce jour. Ils sont escaladés par certains visiteurs ;
- Le sol est jonché de débris de béton. Il est déformé par les bombardements. Ces nombreux obstacles constituent des dangers pour la circulation des visiteurs.

Analyse concernant les futurs aménagements

Dans le cadre de l'aménagement du futur cheminement, qui longe la partie Sud de l'ouvrage, aucune contrainte structurelle majeure n'est à prendre en considération.



La contrainte la plus significative **concerne la sécurité des visiteurs** puisque de nombreux obstacles s'opposent à un cheminement fluide des visiteurs. La présence du cratère situé au Sud-Est complique une circulation piétonne sécurisée aux abords de l'ouvrage.

Cet ouvrage n'offre pas un intérêt structurel majeur puisqu'il est très dégradé. Cependant, il illustre les dommages engendrés par les bombardements. De notre point de vue, cet ouvrage doit être enclos mais visible (pointillés sur la vue ci-dessus).

Le cheminement longe l'encuvement par sa face Sud-Est, où un cratère profond et de nombreux débris de bétons sont en place. Les fondations des éventuelles structures d'observation (passerelle, cheminements...) doivent être éloignées du cratère d'une distance égale à sa profondeur dans le cadre de fondations superficielles ou semi-profondes. Elles seront pré-dimensionnées dans le cadre d'une mission géotechnique G1 ou G2 AVP.

Dans tous les cas, des reconnaissances pyrotechniques préalables à ces opérations devront être engagées.

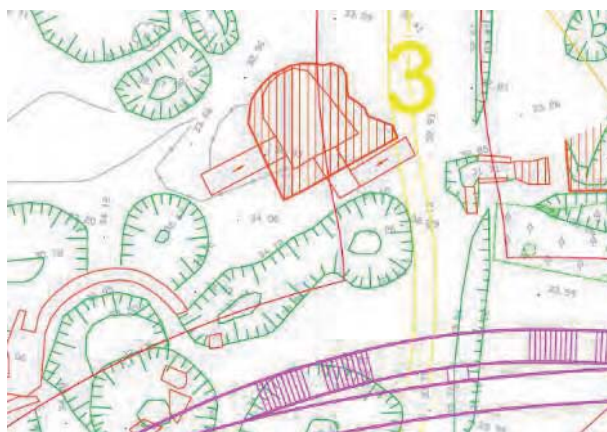
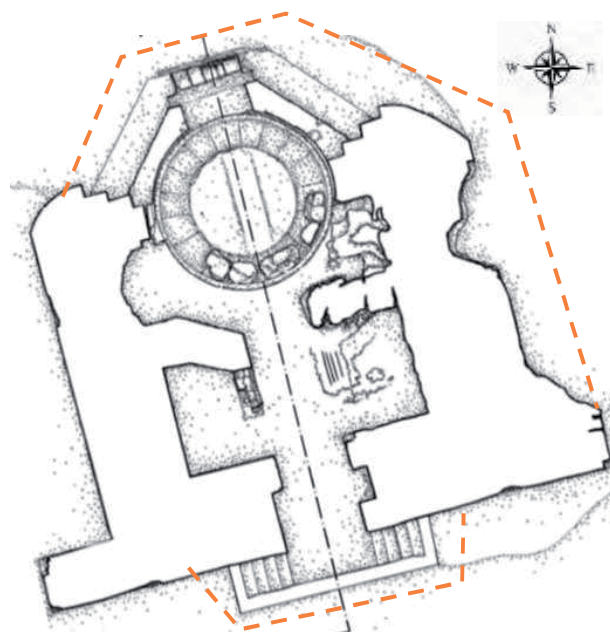
4.5 HOTSPOT 3 - Casemate R694-3

L'inspection a permis de mettre en évidence les faits suivants :

- Les structures intérieures et extérieures de l'ouvrage sont visitables. Une passerelle est présente sur son toit. Ces structures sont structurellement stables au regard des charges appliquées ;
- Plusieurs dommages de guerre sont identifiés (impacts de bombes notamment). Ils n'affectent pas la structure porteuse massive de la casemate ;
- Plusieurs armatures sont visibles. Certaines sont dangereuses ;
- Les murs intérieurs formant les soutes sont soit déformés, soit absents. La circulation dans l'ouvrage est périlleuse du fait des nombreux obstacles créés par les faits de guerre et la présence de l'encuvement du canon, non sécurisés à ce jour ;
- Un impact en about de toit Nord a provoqué la fracturation du béton et la mise à nu de certaines armatures. Des chutes de béton sont à craindre à long terme (pas de risque imminent) ;
- Quelques profilés métalliques utilisés pour la construction sont corrodés. Leur dégradation n'impacte pas la structure mais plutôt l'intégrité esthétique d'origine de l'ouvrage. Certaines tôles peuvent tomber, créant un danger pour les visiteurs.

Analyse concernant les futurs aménagements

Dans le cadre de l'aménagement du futur cheminement, qui longe la partie Sud de l'ouvrage, aucune contrainte structurelle majeure n'est à prendre en considération.



De façon comparable aux autres ouvrages, la contrainte prépondérante **concerne la sécurité des visiteurs** puisque de nombreux obstacles s'opposent à un cheminement fluide des visiteurs, à l'intérieur et à l'extérieur de la casemate.

Aucun risque géotechnique majeur n'est identifié aux abords de l'ouvrage.

Cet ouvrage présente un intérêt structural et historique majeur compte tenu de sa fonction dans la batterie. L'observation de la casemate peut être réalisée à distance, c'est pourquoi nous recommandons d'éviter la circulation dans l'ouvrage en isolant les entrées Nord et Sud, ainsi que le flanc Est, par des barrières physiques (pointillés sur la vue ci-dessus).

Les cratères à proximité de l'ouvrage sont déjà isolés par des clôtures en bois. Elles pourraient s'étendre davantage pour plus de sécurité.

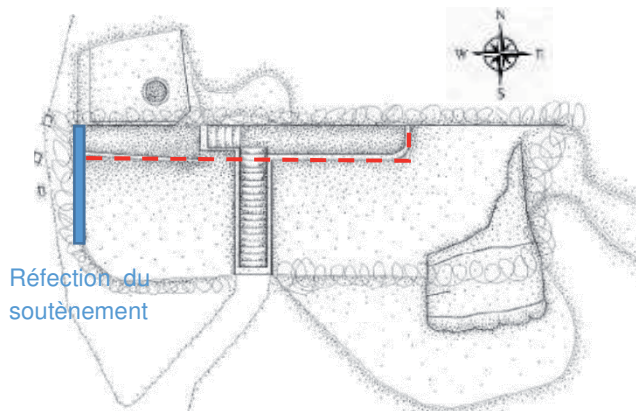
4.6 HOTSPOT 3bis - Bunker R502-2

L'inspection de l'ouvrage a mis en évidence les points suivants :

- L'ouvrage est dans un très bon état général. Il fait partie des rares ouvrages indemnes sur site ;
- L'aménagement existant permet une visite en sécurité ;
- Un mur de soutènement, composé de pierres et de blocs à bancher (blocs similaires à ceux utilisés pour la construction des casemates par exemple) soutient les terres sur le flanc Ouest de l'ouvrage. A ce jour, il ne présente pas de pathologie majeure mettant en cause sa stabilité. Son mode constructif est atypique et ne peut pas être vérifié par le calcul ;
- Des fractures sont présentes sur les ouvrages, favorisant les infiltrations d'eau ;
- Un talus naturel encadre l'escalier d'accès à la partie enterrée de l'ouvrage. Les terres s'accumulent en pied ;
- La circulation dans la partie enterrée implique une vigilance accrue car des seuils de portes d'environ 8 cm d'épaisseur sont disposés à l'entrée de chaque pièce ;
- Quelques éléments métalliques corrodés sont présents dans les escaliers d'accès à l'ouvrage ;
- Une dalle affaissée émerge de terre sur le flanc Est de l'ouvrage ;
- Le Tobrouk accolé au Bunker est dans un bon état général.

Actions à mener à court terme (moins d'un an)

Dans le cadre de l'aménagement du futur cheminement qui longe la partie Ouest de l'ouvrage, le mur de soutènement soutenant les terres du cheminement devra faire l'objet d'une étude de stabilité et probablement d'un confortement réglementaire (rectangle bleu ci-dessous).



Réfection du
soutènement

Un mur de soutènement équipé d'un drain ou d'exutoires raccordés sera mis en place en pied de talus (pointillés rouge ci-contre).

A moyen terme (moins de 3 ans)

Les fissures présentes en façade Sud du Tobrouk et du bunker seront calfeutrées.



Analyse concernant les futurs aménagements

Cet ouvrage s'inscrit dans un environnement géotechniquement stable. Il constitue l'un des objets les plus remarquables du site. Il a d'ailleurs été aménagé pour recevoir du public (éclairage, escalier d'accès, protection des abords avec des barbelés). À ce jour, il est dans un très bon état de conservation et structurellement stable.

Les clôtures en fils barbelés pourraient être remplacées sauf si elles contribuent au respect de l'authenticité du site. Elles sont en effet dangereuses. Une main courante pourrait être installée le long de la descente d'escalier. Les futurs aménagements respecteront les principes énoncés dans le paragraphe 3 du présent rapport et seront éloignés des ouvrages construits (mur, tobrouk et bunker).

4.7 HOTSPOT 4 - Poste observation R636A

L'inspection des structures du Poste d'observation amène les commentaires suivants :

- L'ouvrage a subi un impact de bombe sur son flanc Est, qui a causé la fracturation du béton en profondeur. Des traces d'infiltrations d'eau sont clairement visibles dans la salle enterrée située sous l'impact. Plusieurs fissures chargées de calcite confirment la fracturation interne. En l'état, la stabilité de l'ouvrage n'est pas menacée ;
- Le toit arrondi du poste d'observation présente une fissuration radiale et horizontale en about. Sans incidence structurelle, elle favorise toutefois la corrosion des armatures du béton armé. Des armatures sortent du parement en béton le long de ce même toit en partie basse ;
- Les abords ont été aménagés pour éviter les chutes dans les formes de talus périphériques à l'ouvrage. Les cheminements d'eaux pluviales érodent ces talus ponctuellement ; le long des escaliers extérieurs situés du côté Est et Ouest de l'ouvrage ;
- A l'intérieur de l'ouvrage, des défauts de planéité du sol sont repérés dans chaque pièce. Des seuils épais, positionnés au droit de chaque porte, perturbent le cheminement piéton ;
- Au plafond des salles enterrées, les coffrages en bois ont été brûlés par des actes de vandalisme récents. Certains éclats superficiels du béton des voiles sont probablement liés également à ces événements ;
- Plusieurs encadrements de portes ou structures porteuses métalliques présentent des traces de corrosion avancée, pouvant constituer un danger pour les visiteurs ;
- La salle de jeux (cf le descriptif du TAMU) située, dans la cour à l'arrière de l'ouvrage, est une structure légère, au regard des bunkers. Elle présente un état de dégradation avancé, sans risque majeur d'instabilité. Toutefois pour pérenniser cette salle, des travaux devront être engagés à moyen terme ;
- Sur le toit du poste, le caillebotis mis en place pour couvrir la fosse présente un désaffleurement avec le béton environnant. Par ailleurs, les pavés autobloquants mis en place à l'Est et l'Ouest de l'ouvrage sont en surépaisseur. Enfin l'enduit hydraulique appliqué sur le toit est ponctuellement éclaté. Ces désordres sont des obstacles à la circulation piétonne.

Risque géotechnique

Le Bunker ainsi que le cheminement piéton sont à proximité immédiate de la falaise. Cette dernière a été renforcée en 2010 et des pieux ont été forés sous le poste pour le stabiliser. L'ouvrage est par ailleurs suivi à l'aide d'une instrumentation électronique. Dans ces conditions de suivi, nous pouvons considérer que le risque de glissement du poste d'observation est maîtrisé.

Cette conclusion n'est pas nécessairement valable pour le cheminement qui peut être soumis aux petits glissements de surface.

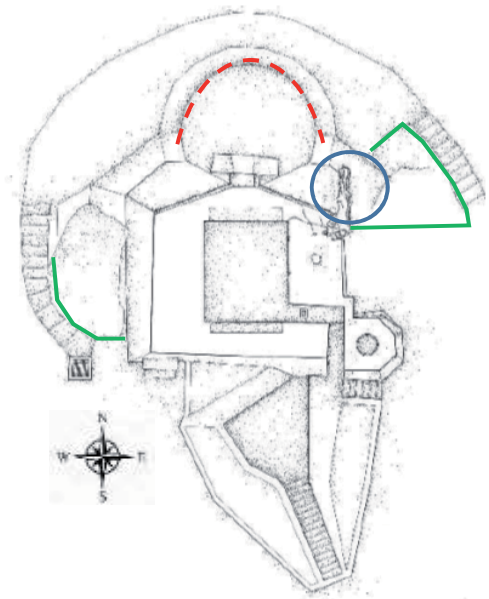


Dans ces conditions le client devra mener une réflexion sur la circulation piétonne en pied de falaise, au regard des études de confortement déjà menées sur l'ouvrage.

Actions à mener à moyen terme (moins de 3 ans)

Le balisage actuel, constitué d'un grillage fixé par des piquets métalliques, n'est pas suffisant pour empêcher les chutes en tête des talus. Les défauts de planéité des cheminements seront supprimés en fonction des itinéraires choisis dans le cadre du futur projet (remise à niveau des caillebotis, comblement des pavés autobloquants).

Enfin, l'impact de bombe identifié sur le flanc Est de l'ouvrage (cercle bleu ci-contre) sera décaissé pour retrouver la structure en béton et la protéger des intempéries en appliquant un enduit hydraulique de réparation de type R3 au sens de la norme NF EN 1504. Les terres de couverture seront remises en place après séchage.



Un calfeutrement de la fissure horizontale sera réalisé sur le toit du poste d'observation (pointillé rouge ci-contre).

Analyse concernant les futurs aménagements



Dans le cas où le cheminement situé en tête de falaise est conservé, des ouvrages de soutènement seront mis en œuvre le long des escaliers pour maintenir les terres en place et éviter leur ravinement lors des épisodes pluvieux (trait vert ci-dessus).

Le futur cheminement s'élève au-dessus de plusieurs cratères de bombes. Les fondations des éventuelles structures d'accès doivent être éloignées des cratères d'une distance égale à leurs profondeurs dans le cadre de fondations superficielles ou semi-profondes. Elles seront pré-dimensionnées dans le cadre d'une mission géotechnique G1 ou G2 AVP.

Dans tous les cas, des reconnaissances pyrotechniques préalables à ces opérations devront être engagées.

4.8 HOTSPOT 4bis - Encuvement GE6

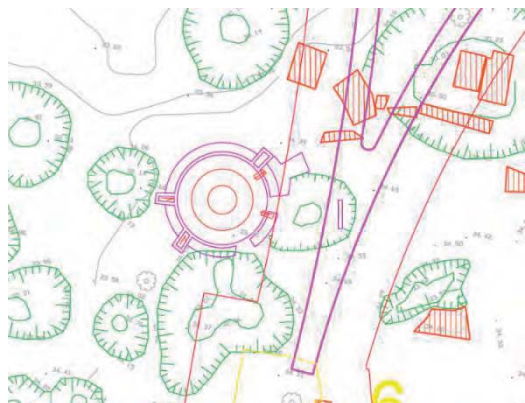
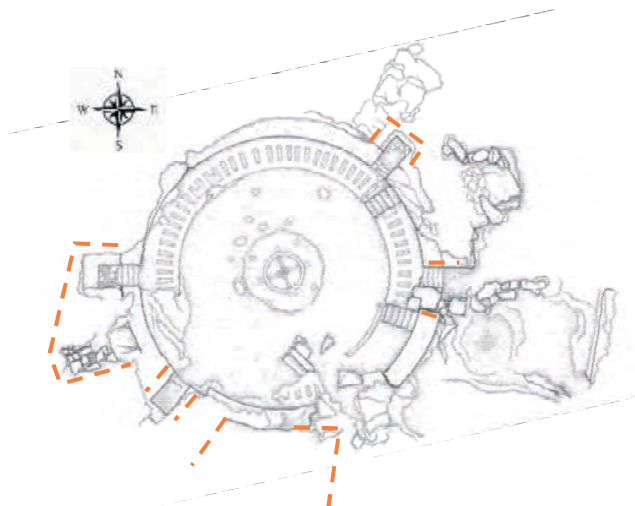
L'inspection menée sur site amène les commentaires suivants :

- Cet encuvement est probablement le mieux conservé de la batterie. Le pivot du canon, encore en place, est dans un état général satisfaisant. Il a tout de même été affecté par un impact de bombe sur sa partie Sud, qui a eu pour conséquence de fracturer profondément sa structure porteuse. De plus, l'impact de bombe a déformé le terrain naturel. La circulation piétonne est gênée. Plusieurs fractures et éclats de béton sont visibles sur la structure porteuse. Ces désordres sont stables en l'état ;
- Un autre impact est visible en dehors de l'ouvrage sur son flanc Est. Il a atteint une structure annexe à l'encuvement. En effet des débris de béton sont dispersés dans le cratère. La soute à munition de ce côté de l'ouvrage est visitable et présente un état général satisfaisant ;
- Un impact très localisé a affecté la soute à munition située en partie Ouest de l'encuvement. La dalle de couverture est très fracturée mais stable en l'état. La corrosion des armatures visibles se développera inévitablement dans le temps. A ce jour, aucun risque d'effondrement n'est à craindre sous le passage des visiteurs ;
- Les accès aux soutes sont encombrés de végétaux et de blocs de béton. La hauteur de circulation y est réduite. Les encadrements métalliques des soutes à munition sont corrodés et dangereux (profilés coupants).

Actions à mener à moyen terme

Cet ouvrage est probablement le plus représentatif exemple du mode de construction des encuvements à la Pointe du Hoc. Son état de dégradation illustre également l'intensité des faits de guerre.

La **sécurisation du site** constitue le principal axe de réflexion sur l'ouvrage. Les abords (présence de cratères notamment) et les dégâts provoqués par les impacts de bombes rendent la circulation périlleuse sur site.



L'isolement des parties les plus dangereuses de l'ouvrage doit être analysé au regard du projet d'aménagement retenu (a minima les traits en pointillés ci-contre).

La structure porteuse est dans un état de dégradation avancé, notamment la dalle de couverture de la soute Ouest, mais ces structures sont stables à ce jour. Les armatures et profilés métalliques tranchants seront sécurisés.

Analyse concernant les futurs aménagements

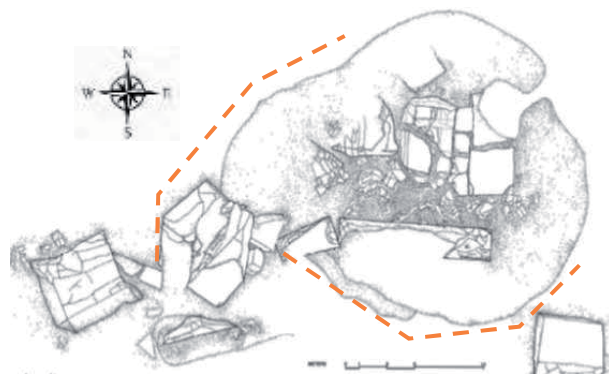
Le futur cheminement longe l'encuvement sur son flanc Est, à l'aplomb d'un cratère contenant les débris d'une structure en béton. Le mode de fondation de cette structure, si elle devait être portée, tiendra compte de la présence de ce cratère en respectant les mêmes recommandations que celles précisées dans les paragraphes précédents (éloignement, profondeur, pyrotechnie).

4.9 HOTSPOT 5 - Soute R134-3

Cette soute à munition a été complètement détruite par les bombardements. Cet ouvrage n'est plus structurellement lisible. De nombreux débris sont éparpillés autour d'un cratère de bombe.

L'inspection a mis en évidence les points suivants :

- Plusieurs blocs de béton de très grandes dimensions sont éparpillés dans et autour du cratère de bombe. Certains d'entre eux sont fichés dans le sol, alors que d'autres sont posés ;
- Le poids de ces blocs contribue à les maintenir dans un état d'équilibre stable ;
- Quelques blocs sont éloignés du cratère et isolés par des ronciers ;
- Plusieurs armatures saillantes sont identifiées sur site. Elles constituent un danger pour les visiteurs.
- Les blocs s'escaladent facilement et aucune disposition de sécurisation n'est en place ;
- Des cheminements abrupts ont été créés par les visiteurs pour accéder au centre du cratère. En cas de pluie, ils deviennent dangereux ;
- Au sud du cratère, des ravinements sont identifiés sous certains blocs. Ils entraînent progressivement le terrain naturel en fond de cratère et dégarnissent l'appui des blocs sur le sol. Dans leur position actuelle, certains blocs massifs servent de soutènement au terrain naturel situé en tête de cratère.



Actions à mener à moyen terme (moins de 3 ans)

La circulation piétonne autour de cet ouvrage est dangereuse. Il serait préférable de l'isoler en le clôturant sur sa périphérie complète. Les blocs éloignés seront également protégés et les armatures seront recourbées vers le béton.

A minima, les installations suivantes seront envisagées.

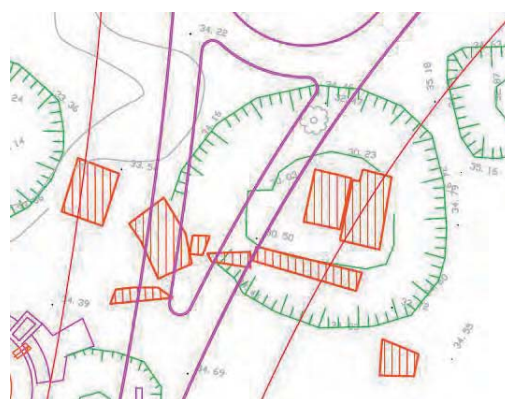
Les ronciers et arbustes en place, servant de barrière naturelle, seront maintenus.

Une analyse précise de la stabilité des blocs situés au Sud du cratère sera engagée pour statuer sur la nécessité de soutenir ou non les terres en tête de cratère.

Analyse concernant les futurs aménagements

Le futur cheminement longe la soute sur son flanc Ouest, en affleurant d'une part un cratère contenant les débris d'une structure en béton et d'autre part plusieurs blocs épars de béton posés sur le sol. Dans ces conditions, la structure d'observation sera nécessairement portée.

De ce fait, sa structure d'assise au sol tiendra compte de la présence de ces obstacles en respectant les mêmes recommandations que celles précisées dans les paragraphes précédents (éloignement, profondeur, pyrotechnie).



4.10 HOTSPOT 6 - Bunker R661

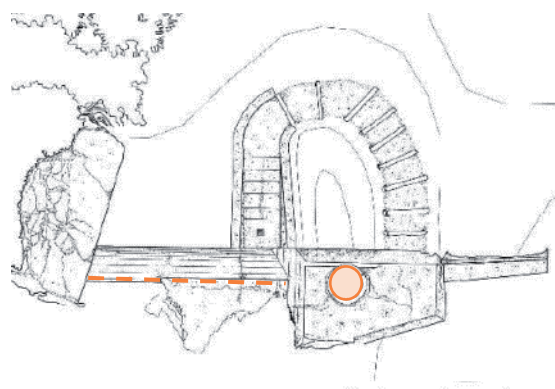
L'inspection menée sur cet ouvrage a permis de mettre en évidence les points suivants :

- Le bunker et le Tobrouk accolé sont dans un très bon état général. Ils n'ont pas été bombardés. A l'intérieur, une explosion a dégradé superficiellement l'entrée Ouest. Deux fractures traversantes sont identifiées sur ces structures ;
- La dalle de couverture d'un bâtiment annexe a été soufflée par une explosion. Elle est en appui sur le bunker. La dalle est très fracturée mais stable en l'état. Des déblais d'explosion ont comblé l'accès Est du Bunker ;
- Plusieurs obstacles sont recensés sur les accès à la partie enterrée du bunker. Les contremarches en bois et les emmarchements en terre sont glissants ;
- La circulation dans l'ouvrage est gênée par l'épaisseur des seuils de portes disposés à l'entrée de chaque salle ;
- Des risques de chutes de hauteurs sont identifiés au droit de l'encuvement du Tobrouk ainsi que sur le toit du Bunker en façade Sud.

Action à mener à moyen terme

L'ouvrage est dans un bon état général. Les conditions d'accès et de circulation autour du bunker doivent être améliorées de la manière suivante :

- Mise en place de garde-corps au droit de l'encuvement du Tobrouk et du toit en face Sud du Bunker (pointillés ci-contre) ;
- Interdiction d'accès sous la dalle de couverture posée sur le Bunker en face Est ;
- Nivellement des abords pour éliminer les obstacles entre le terrain naturel et les objets en béton ;
- Réalisation d'un escalier d'accès réglementaire comprenant une main courante et une assise stabilisée ;
- L'injection des fissures identifiées sur le toit et la façade Sud pour étancher l'ouvrage.



Analyse concernant les futurs aménagements

Le cheminement envisagé se termine à l'entrée Nord de l'ouvrage. De ce fait, il n'engendre pas d'interaction particulière avec l'ouvrage.

Sa proximité avec un cratère situé au Sud de l'encuvement GE6 a déjà été évoqué précédemment.



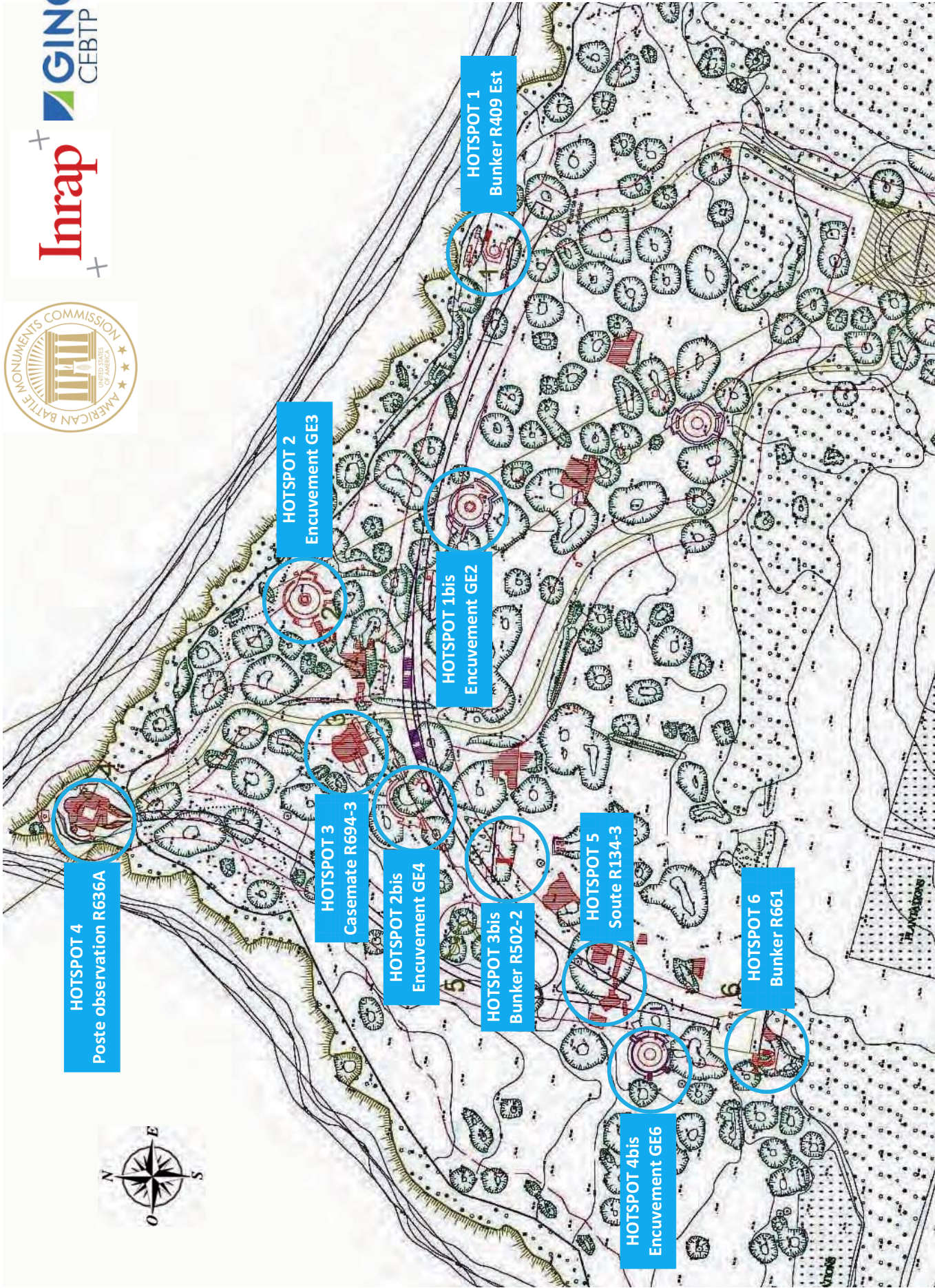
5 OBSERVATIONS

Ces résultats concernent les éléments de structures accessibles le jour de nos investigations. Ils ne sont pas généralisables sans mesures complémentaires.

GINGER CEBTP est à même de vous accompagner dans la poursuite de vos études, en assistance à maîtrise d'ouvrage et pour le suivi de vos travaux.

ANNEXE N°1

Implantation des désordres concernés par l'étude



ANNEXE N°2

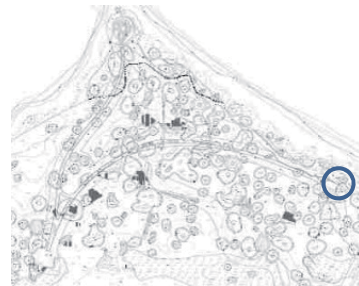
Fiches d'inspection

HOTSPOT 1

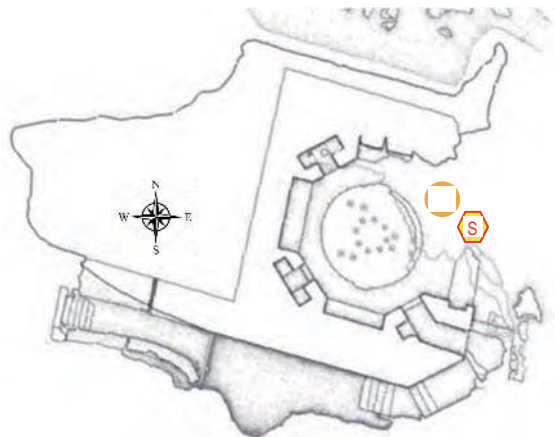
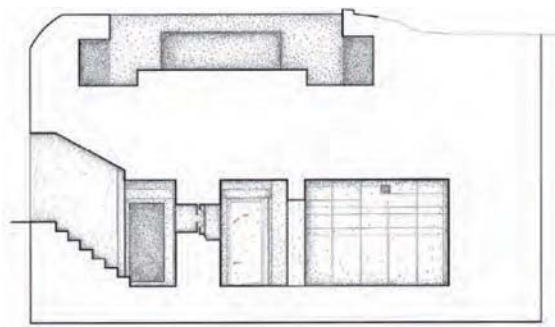
Bunker RL 409A Est

Criticité des désordres

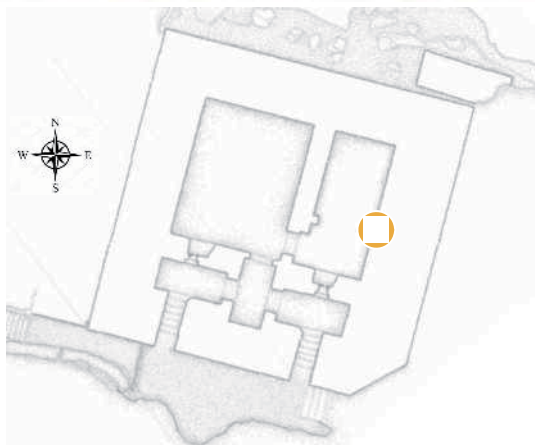
- Désordre stabilisé
- Désordre à caractère évolutif
- Désordre critique
- S Danger lié à la sécurité des usagers



Le bunker anti-aérien RL 409A Est s'élève sur deux niveaux : un encuvement sur le toit du bunker et une salle d'équipage enterrée. Un impact de bombe est perceptible dans l'angle Nord Est de l'encuvement (❶). A cet emplacement, le sol est meuble et boueux, provoquant un risque pour la circulation des visiteurs.



D'un **point de vue mécanique**, aucune instabilité majeure n'est identifiée sur la structure porteuse du bunker. Toutefois, l'impact de bombe a fracturé la structure en plusieurs emplacements. Dans la partie enterrée du Bunker, cet éclat a provoqué des dommages en profondeur car des éclats de béton avec armatures corrodées apparentes ainsi que des infiltrations d'eau sont visibles dans la salle située à l'Est (❷). Ils sont accompagnés d'une déformation de certains profilés métalliques.

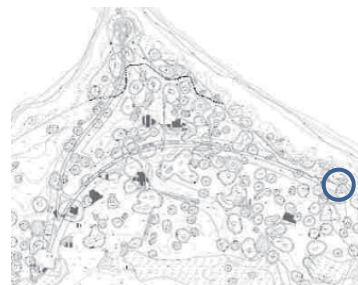


Cette humidité provoque une accélération des phénomènes de corrosion du métal dans le Bunker. Sans incidence structurelle majeure, ce processus est toutefois évolutif.

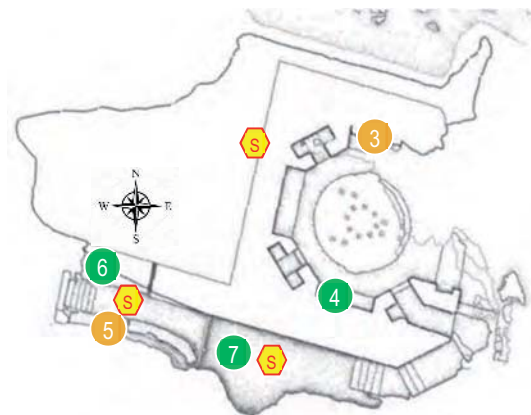
HOTSPOT 1 Bunker RL 409A Est

Criticité des désordres

- Désordre stabilisé
- Désordre à caractère évolutif
- Désordre critique
- S Danger lié à la sécurité des usagers



Les autres dégâts provoqués par l'impact de bombe sont visibles dans l'encuvement sous la forme d'éclats de béton, d'armatures apparentes (4) et d'inclinaison d'éléments en béton (5).



Ces dégradations n'engendrent **pas d'instabilité structurelle**. Elles sont peu évolutives. A l'extérieur du Bunker, **plusieurs dangers** sont identifiés. Ils peuvent provoquer la chute des visiteurs.

Du côté Ouest, un escalier présente un emmarchement incliné et une pente caillouteuse, sans main courante (5). Des armatures sortent du parement en béton (6).



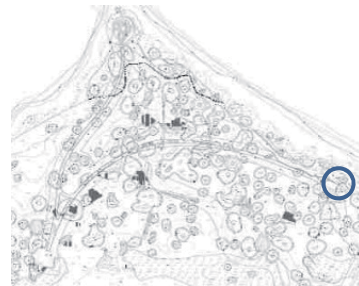
Dans la continuité de cet escalier, un soutènement en bois d'environ 50 cm de hauteur créé un obstacle à la circulation. En contrebas, des blocs de béton en surépaisseur peuvent provoquer la chute des visiteurs. Les terres boueuses autour sont glissantes (7).

HOTSPOT 1

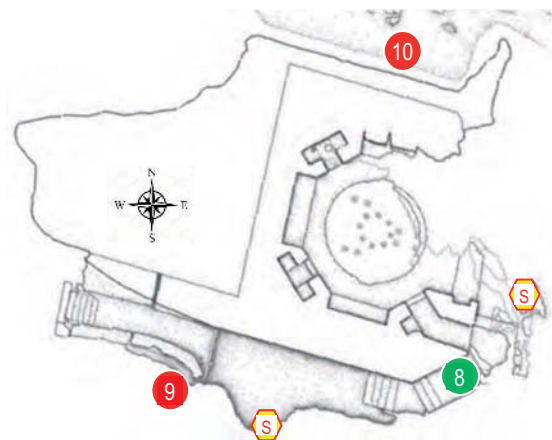
Bunker RL 409A Est

Criticité des désordres

- Désordre stabilisé
- Désordre à caractère évolutif
- Désordre critique
- S Danger lié à la sécurité des usagers



L'accès situé à l'Est de l'ouvrage présente un emmarchement incliné et encombré. L'absence de main courante est à noter (8).



L'érosion de surface des sols a provoqué un ravinement à l'arrière d'un mur de soutènement en pierres maçonnées, menaçant sa stabilité à court terme (9). **Cet ouvrage doit être consolidé.** Sous ce même effet, un soutènement en bois s'est déplacé en pied de talus.



En front de falaise, des blocs de béton sont visibles dans la pente menant à la mer (10).

Cet état de fracturation du béton est probablement lié à l'impact d'une bombe. L'observation rapprochée de cette zone n'est pas envisageable compte tenu du risque de chute. Nous n'observons pas de signe évident de glissement en cours depuis le dessus de la falaise (fractures dans le sol, tassement majeur).

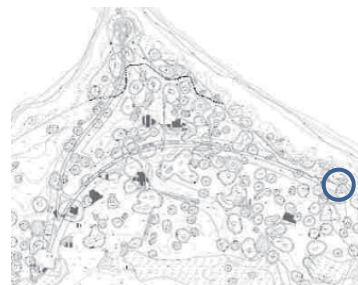


Toutefois, ce risque n'est pas exclu compte tenu de l'état de fracturation de la roche et de sa nature calcaire.

HOTSPOT 1 Bunker RL 409A Est

Criticité des désordres

- Désordre stabilisé
- Désordre à caractère évolutif
- Désordre critique
- S Danger lié à la sécurité des usagers



Cet ouvrage doit donc être considéré comme **critique vis-à-vis du risque de petit ou grand glissement** naturel de la falaise. A ce titre, il doit faire l'objet d'une attention géotechnique et géologique particulière, au même titre que le Poste d'observation. Des études complémentaires d'observations et de mesures doivent être engagées à court terme.

Une analyse du dispositif de recueillement des eaux pluviales devra également être menée pour comprendre le cheminement de ces eaux : sont-elles canalisées ou s'épandent-elles dans le terrain naturel ?

En face Sud, le terrain naturel est abrupt et des sillons ont été formés par les circulations d'eau pluviale.



Ces terrains ne sont pas maintenus par des ouvrages de soutènement. De ce fait, le risque d'éboulement est réel et peut se manifester à chaque épisode pluvieux.



HOTSPOT 1bis Encuvement GE2

Criticité des désordres

- Désordre stabilisé
- Désordre à caractère évolutif
- Désordre critique
- S Danger lié à la sécurité des usagers

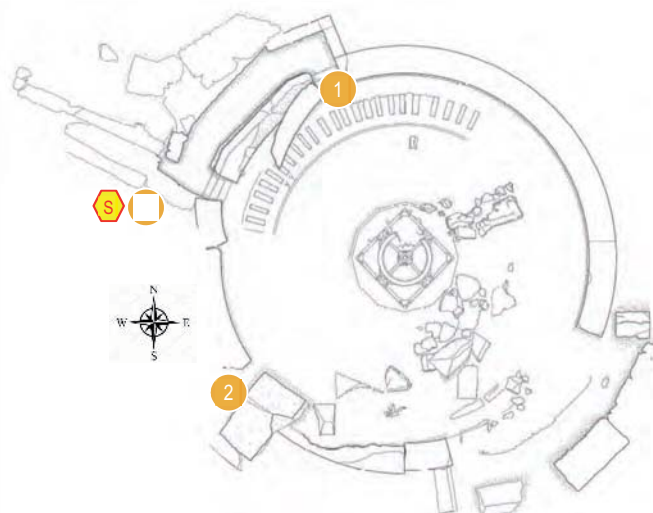


L'encuvement GE2 présente un état de conservation permettant de comprendre aisément son fonctionnement structurel.

D'un **point de vue mécanique**, aucune instabilité majeure n'est identifiée. Les blocs sont posés sur un sol suffisamment meuble pour éviter leur glissement (2, 3 et 4). Les structures fracturées sont encore liées par de nombreuses armatures et les blocs détachés sont maintenus en place par leur masse très importante (1).



La présence de nombreux éclats de béton massifs au sol et l'altération des structures enterrées le rendent **dangereux à la circulation des usagers**. Les blocs de béton dispersés sur le terrain sont parfois recouverts de végétation. Plusieurs armatures sectionnées sont visibles sur site et sont autant de dangers pour les visiteurs (3).

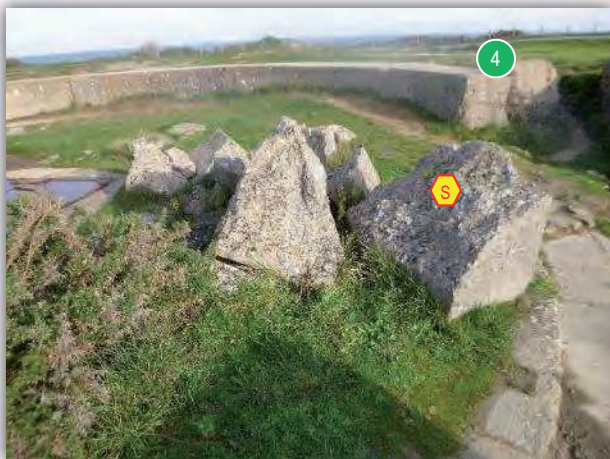


Les blocs saillants peuvent être escaladés. Certains, proches de cratères de bombes, présentent un risque accru.

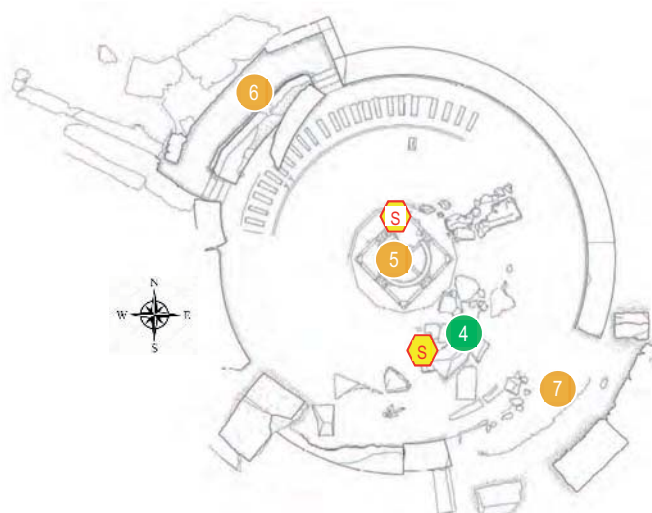
HOTSPOT 1bis Encuvement GE2

Criticité des désordres

- Désordre stabilisé
- Désordre à caractère évolutif
- Désordre critique
- S Danger lié à la sécurité des usagers



Le pivot métallique positionné au centre de l'ouvrage est très corrodé (S). Ces éléments se dégraderont progressivement dans le temps compte tenu de la présence d'humidité permanente. Le chemin de roulement circulaire est déformé par la corrosion et présente un danger lors de la circulation piétonne.



Les deux soutes enterrées ne possèdent plus de dalle de couverture. Les structures sont stables en l'état mais leur accès est dangereux. Les cadres métalliques des soutes sont corrodés et saillants (danger 6 et 7).



HOTSPOT 1bis Encuvement GE2

Criticité des désordres

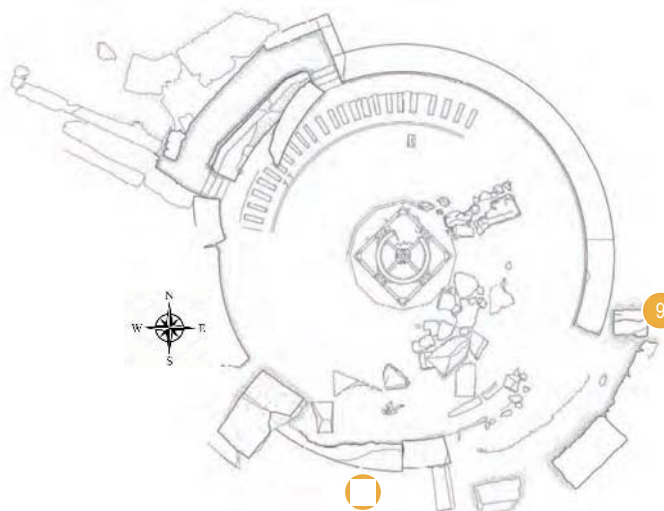
- Désordre stabilisé
- Désordre à caractère évolutif
- Désordre critique
- S Danger lié à la sécurité des usagers



La **présence de 3 cratères proches** favorise les ravinements de terrain, sans impact majeur à ce jour (8). Ponctuellement, l'ancrage de certaines fondations d'ouvrage est mis à jour. Ce désordre est faiblement évolutif.



Le contexte géotechnique n'est pas différent du reste du site.



Des ravinements se manifestent entre les blocs de béton ou en tête de cratères. Ils se sont formés par l'érosion naturelle provoquée par l'écoulement des eaux pluviales (9).

A ce jour, ils n'impactent pas la stabilité des terrains ou des structures adjacentes.

HOTSPOT 2 Encuvement GE3

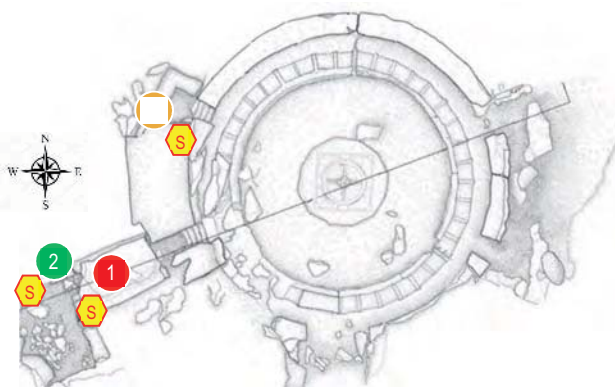
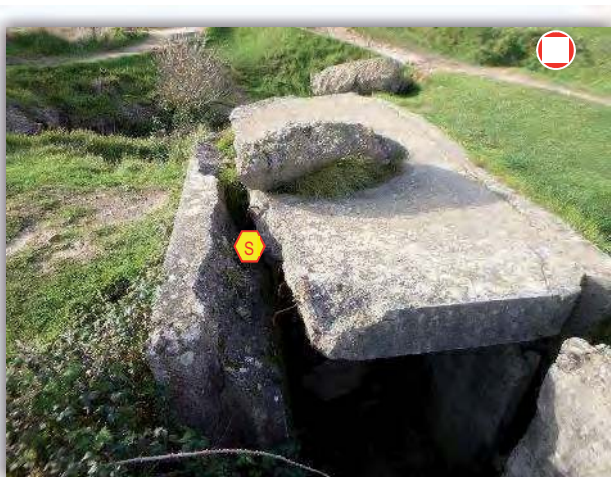
Criticité des désordres

- Désordre stabilisé
- Désordre à caractère évolutif
- Désordre critique
- S Danger lié à la sécurité des usagers

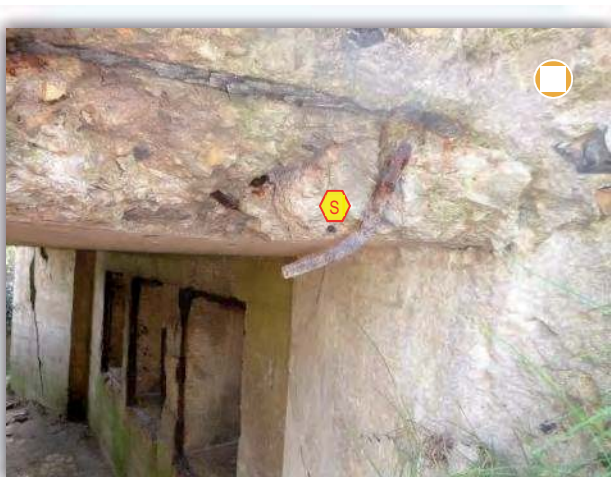


Tout comme l'encuvement GE2, l'encuvement GE3 présente un état de conservation permettant de comprendre aisément son fonctionnement structurel. Il a néanmoins subi des dégradations importantes lors des bombardements et présente une soute couverte ainsi qu'un couloir d'accès au Sud-Ouest.

D'un **point de vue mécanique**, une instabilité potentielle est identifiée à la sortie de la soute à munition située dans l'angle Sud-Ouest de l'ouvrage. La liaison mécanique entre le toit et le mur Sud est rompue (❶). Cet état n'est pas précaire car il persiste depuis les bombardements de 1944. Toutefois pour garantir la sécurité des usagers, cette liaison devra être renforcée et l'écart entre les deux parties d'ouvrage sera comblé.



Plusieurs blocs de béton sont dispersés autour de l'ouvrage et certains d'entre eux laissent apparaître des armatures rompues (❷), représentant un danger pour les visiteurs.

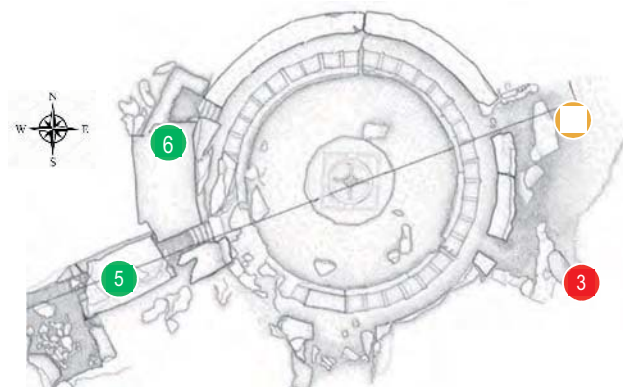


A l'entrée de la soute à munitions située au nord de l'ouvrage, des éclats de béton laissent apparaître des armatures (❸).

HOTSPOT 2 Encuvement GE3

Criticité des désordres

- Désordre stabilisé
- Désordre à caractère évolutif
- Désordre critique
- S Danger lié à la sécurité des usagers



Un bloc de béton est en appui sur la structure de l'encuvement. Son équilibre est précaire (3). Les blocs saillants peuvent être escaladés. Certains, proches des soutes à munitions, présentent un risque accru. D'autres sont posés sur des formes de pentes pouvant évoluer (4).



Les deux soutes enterrées ont subi des dommages de guerre. Les structures sont stables en l'état mais leur accès est dangereux (danger 5 et 6).

Les escaliers d'accès sont ponctuellement éclatés.



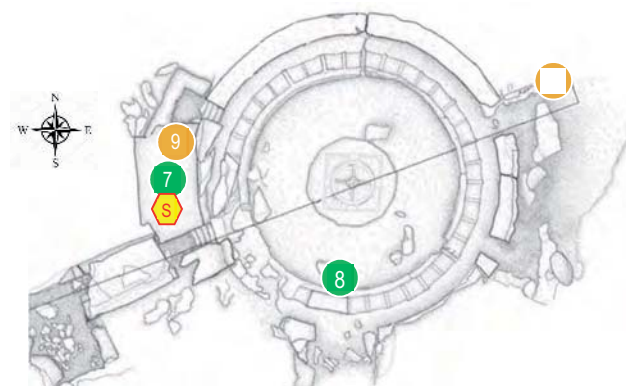
HOTSPOT 2 Encuvement GE3

Criticité des désordres

- Désordre stabilisé
- Désordre à caractère évolutif
- Désordre critique
- S Danger lié à la sécurité des usagers



Les cadres des soutes à munitions sont en très corrodés (7). Ces éléments se dégraderont progressivement dans le temps compte tenu de la présence d'humidité permanente. Une plaque métallique posée au sol présente un danger lors de la circulation piétonne (8).



La dalle de couverture de la soute Ouest a été déplacée par le souffle d'une explosion. Elle est stable dans cette position (9). L'entrée des soutes n'est pas protégée des risques de chute.



Autour de la soute Est, qui a subi un impact de bombe, la dénivellation des terres a provoqué la formation de ravinements (10).



Les eaux pluviales de surface contournent les blocs de béton sans risque d'instabilité majeure à ce jour.

HOTSPOT 2bis Encuvement GE4

Criticité des désordres

- Désordre stabilisé
- Désordre à caractère évolutif
- Désordre critique
- S Danger lié à la sécurité des usagers



L'ouvrage a subi des dégâts très importants lors du débarquement de 1944. Sa visibilité structurelle et fonctionnelle est peu perceptible.

Un cratère est présent en partie Sud-Est de l'ouvrage et des éclats de béton sont dispersés. D'autres cratères intéressent les abords extérieurs de l'ouvrage, limitant son accessibilité (1).

D'un **point de vue mécanique**, cet ensemble disloqué est stabilisé.



Le sol est recouvert de débris de béton. Il est déformé par les bombardements. Ces nombreux obstacles constituent des dangers pour la circulation des visiteurs (2).



Les structures en place en partie Nord sont fracturées et la soute située en face Ouest est encore accessible, malgré le resserrement des murs de la soute sous le souffle des bombes (3).



La dalle de couverture et les blocs de béton adjacents sont stables à ce jour. Ils sont escaladés par certains visiteurs (4). La dalle étant en appui simple (pas d'armatures de liaison entre la dalle et le voile), elle s'est soulevée lors de l'explosion.



Le décalage de plusieurs centimètres a rétréci la largeur de la soute à munition. Cet état est stable à ce jour.

POINTE DU HOC

STABILITE DES OUVRAGES ET DE LEURS ABORDS

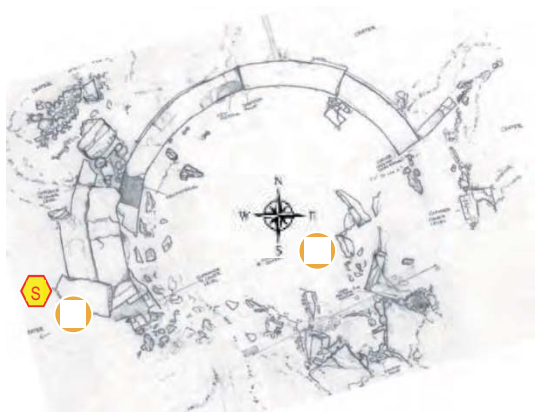
HOTSPOT 2bis Encuvement GE4

Criticité des désordres

- Désordre stabilisé
- Désordre à caractère évolutif
- Désordre critique
- ⚠ Danger lié à la sécurité des usagers



Quelques blocs de béton armé laissent apparaître des armatures qui devront être recourbées pour des raisons de sécurité (4).



Les abords du cratère s'érodent progressivement en tête, sous l'effet du ruissellement des eaux pluviales (5). Ces accès deviennent glissant lors des épisodes pluvieux.



HOTSPOT 3

Casemate R694-3

Criticité des désordres

- Désordre stabilisé
- Désordre à caractère évolutif
- Désordre critique
- S Danger lié à la sécurité des usagers



La casemate est composée d'une partie couverte comprenant l'encuvement du canon et deux salles de munitions à l'arrière. Sur le toit, une plateforme métallique a été aménagée pour l'accueil des visiteurs. Cette plateforme est accessible par les faces Sud et Ouest de l'ouvrage. Cette passerelle est dans un bon état général (1).

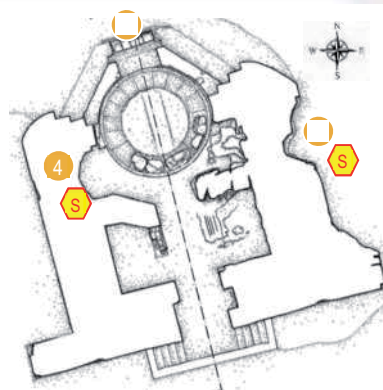
Les structures intérieures et extérieures de l'ouvrage sont visitables. Ces structures sont structurellement stables au regard des charges appliquées.

Plusieurs impacts de bombes sont identifiés :

- en bout de la dalle de couverture (2) ;
- Sur le flanc extérieur Est (3) ;
- A l'intérieur de la casemate (4 et 5).



L'impact en bout de toit Nord a provoqué la fracturation du béton et la mise à nu de certaines armatures. Des chutes de béton sont à craindre à long terme (pas de risque imminent).

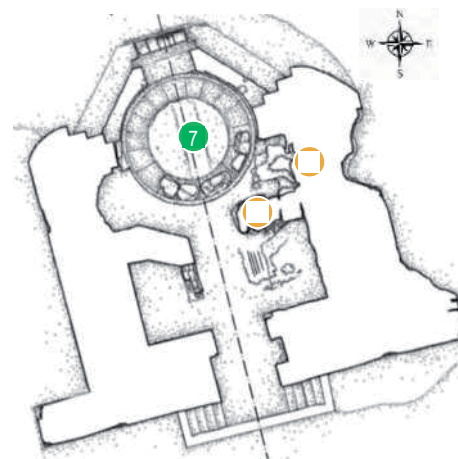


De nombreuses armatures sont visibles. Certaines sont dangereuses. Ces désordres n'affectent pas la structure porteuse massive de la casemate, même si les pertes d'épaisseur de béton sont localement significatives.

HOTSPOT 3 Casemate R694-3

Criticité des désordres

- Désordre stabilisé
- Désordre à caractère évolutif
- Désordre critique
- ⬡ Danger lié à la sécurité des usagers



Les murs intérieurs formant les soutes sont soit déformés, soit absents. En sous-face de la dalle de couverture, les poutrelles métalliques ayant servi à la construction ne sont plus en appui sur les murs refends (6). Ces désordres n'amènent pas d'instabilité car la dalle de couverture monolithique est suffisamment ferraillée et épaisse pour reprendre les charges. Les tôles pourraient se détacher dans le temps et représenter alors un danger pour les visiteurs.



La circulation dans l'ouvrage est périlleuse du fait des nombreux obstacles créés par les dommages de guerre et la présence de l'encuvement du canon (6), non sécurisé à ce jour.



HOTSPOT 3

Casemate R694-3

Criticité des désordres

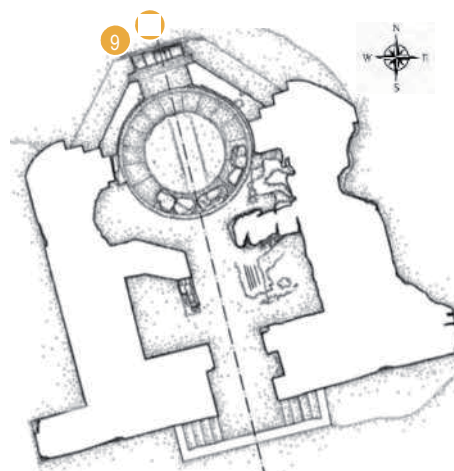
- Désordre stabilisé
- Désordre à caractère évolutif
- Désordre critique
- ⬡ Danger lié à la sécurité des usagers



Les profilés métalliques visibles en face Nord de la casemate sont corrodés par l'atmosphère marine et humide. Le foisonnement de l'acier et les pertes de section visibles ponctuellement continueront de se développer, sans risque structurel. A long terme, ces éléments pourraient se détacher de la façade (8).



En sous-face des redans du toit, des armatures corrodées amorcent des éclats de béton (9).



HOTSPOT 3bis Bunker R502-2

Criticité des désordres

- Désordre stabilisé
- Désordre à caractère évolutif
- Désordre critique
- S Danger lié à la sécurité des usagers

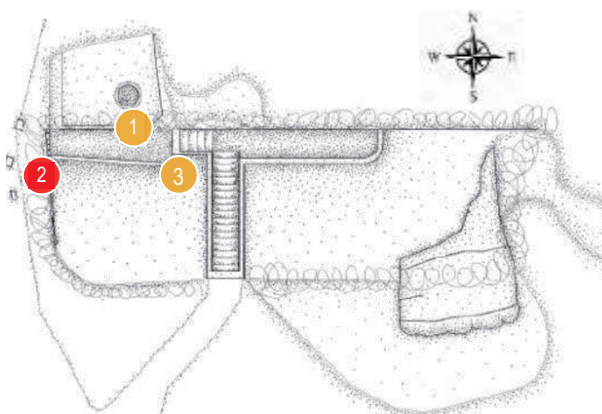


Cet ouvrage constitue l'un des objets les plus remarquables du site. Il a d'ailleurs été aménagé pour recevoir du public (éclairage, escalier d'accès, protection des abords avec des barbelés). À ce jour, il est dans un très bon état de conservation et structurellement stable.

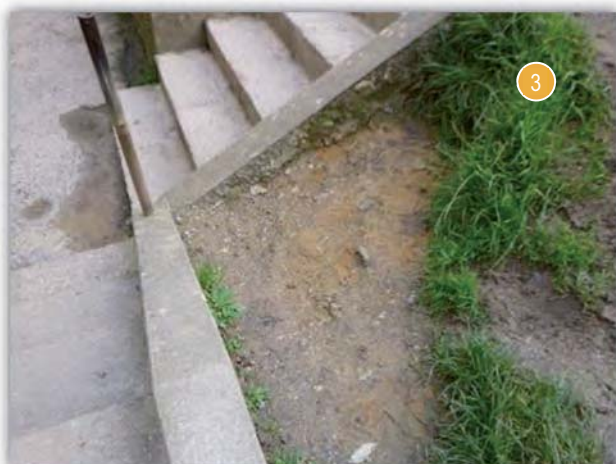


Il est constitué d'un Tobrouk accolé à un bunker. Le Tobrouk est visitable dans de bonnes conditions. Deux fractures sont visibles en façade Sud (1).

Un mur de pierres et blocs empilés soutient les terres du cheminement situé sur le côté Ouest de l'ouvrage (2). A ce jour, il ne présente pas de pathologie majeure mettant en cause sa stabilité.



Son mode constructif est atypique et ne peut pas être vérifié par le calcul.



Un talus naturel encadre l'escalier d'accès à la partie enterrée de l'ouvrage.

Les terres s'accumulent en pied de talus et affleurent avec les ouvrages de soutènement (3).

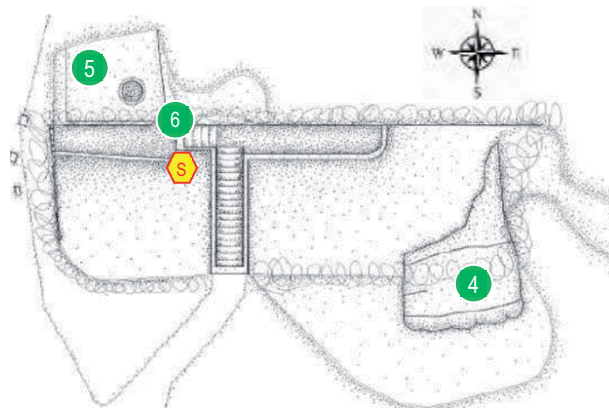
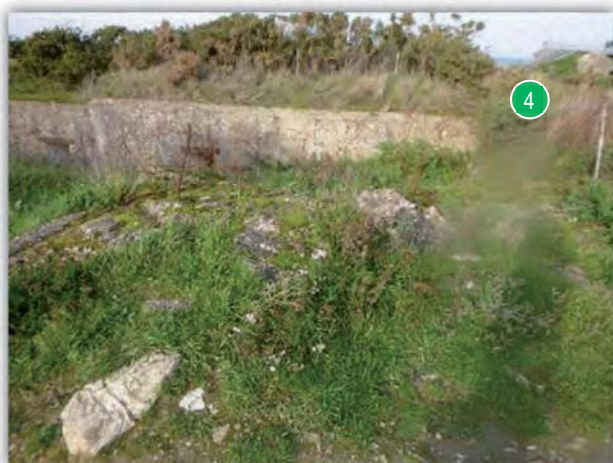
HOTSPOT 3bis Bunker R502-2

Criticité des désordres

- Désordre stabilisé
- Désordre à caractère évolutif
- Désordre critique
- S Danger lié à la sécurité des usagers



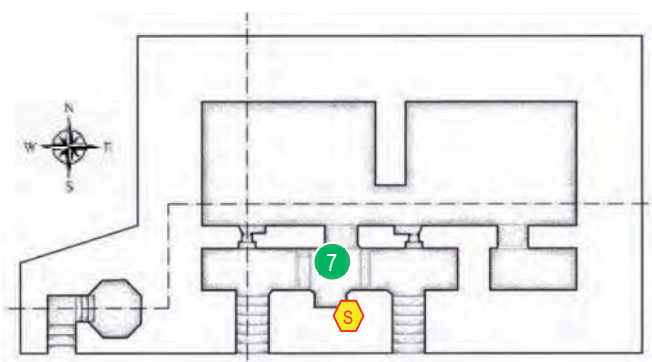
Une dalle affaissée émerge de terre sur le flanc Est de l'ouvrage (4). Elle est isolée par un grillage en fils barbelés.



Ce fil est également disposé autour du Tobrouk.



Plusieurs dispositions constructives font obstacle à la circulation en sécurité sur site (emmarchement trop haut, seuils aux portes d'entrées des salles du bunker).

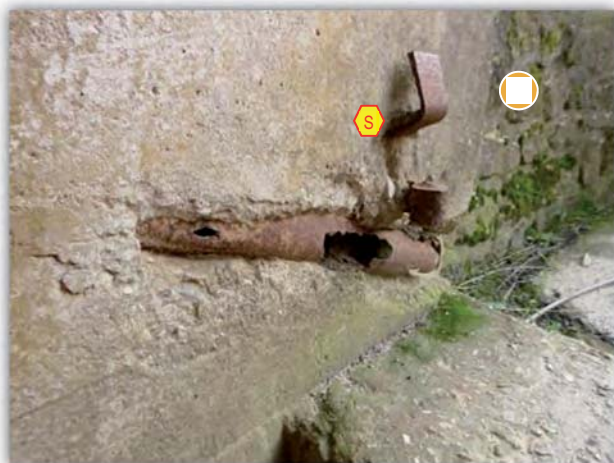


La circulation dans le bunker implique une vigilance accrue car des seuils de portes d'environ 8 cm d'épaisseur sont disposés à l'entrée de chaque pièce.

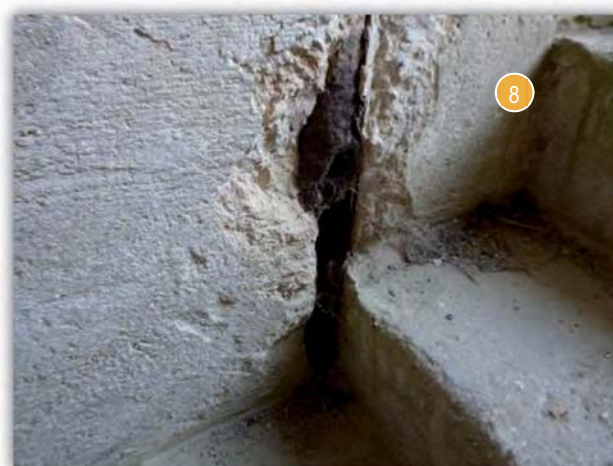
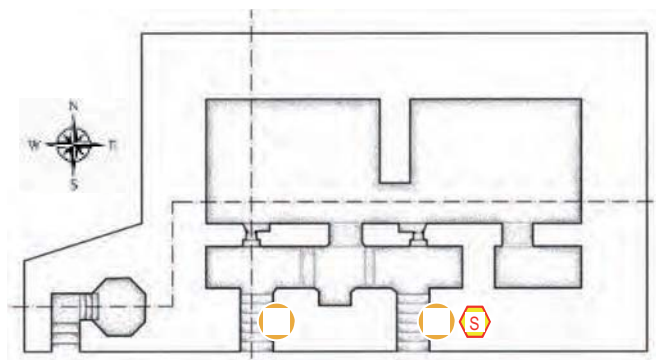
HOTSPOT 3bis Bunker R502-2

Criticité des désordres

- Désordre stabilisé
- Désordre à caractère évolutif
- Désordre critique
- S Danger lié à la sécurité des usagers



Des équipements métalliques sont affleurant dans les escaliers étroits. Ils constituent un danger.



Enfin, à l'intérieur du bunker, les salles sont saines et éclairées.



Des crochets fixés aux poutrelles métalliques du plafond sont des vestiges à mettre en valeur dans le cadre des visites sur site.

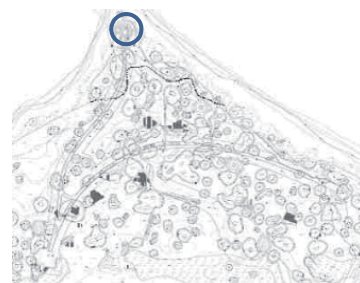


HOTSPOT 4

Poste observation R636A

Criticité des désordres

- Désordre stabilisé
- Désordre à caractère évolutif
- Désordre critique
- ⚠ Danger lié à la sécurité des usagers

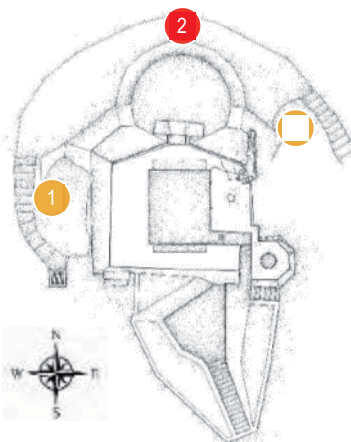


Le Poste d'Observation est composé de plusieurs objets :

- Les abords extérieurs,
- Le bunker comprenant une partie enterrée (salles) et une partie extérieure (poste d'observation) ;
- Une salle de jeux dans la cour arrière.

Les abords de l'ouvrage

Les abords ont été aménagés pour éviter les chutes dans les formes de talus périphériques à l'ouvrage.



Les cheminements d'eaux pluviales érodent ces talus ponctuellement le long des escaliers extérieurs situés du côté Est et Ouest de l'ouvrage (1).



Le Bunker ainsi que le cheminement piéton sont à proximité immédiate de la falaise. Des pieux ont été forés sous le poste pour le stabiliser en cas de grand glissement.

L'érosion de surface, sous la forme de petit glissement de tête de falaise peut affecter le cheminement piéton situé entre le front de falaise et le bunker (2).



Une soule est présente dans la pente de la falaise. Elle n'a pas été visitée dans le cadre de cette étude.

HOTSPOT 4

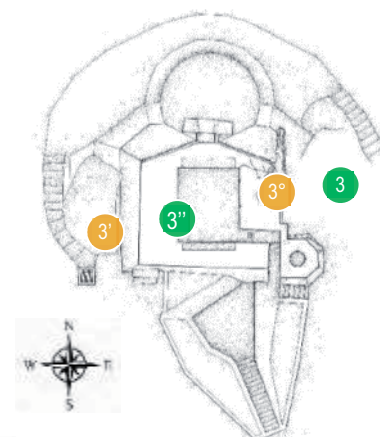
Poste observation R636A

Criticité des désordres

- Désordre stabilisé
- Désordre à caractère évolutif
- Désordre critique
- S Danger lié à la sécurité des usagers



Les pavés autobloquants mis en place aux abords des entrées Est et l'Ouest de l'ouvrage sont fortement dégaris. Le risque de chute est important sur ces ouvrages en pente. Du côté Ouest, l'assise de ces pavés est dégarie (3°).



Parties extérieures du poste d'observation



L'enduit hydraulique appliqué sur le toit est ponctuellement éclaté (3°). Ces désordres sont des obstacles à la circulation piétonne.



Sur le toit du poste, le caillebottis mis en place pour couvrir la fosse présente un désaffleurement avec le béton environnant (3°).



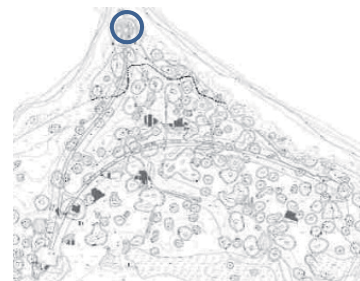
Les barrières de sécurité installées à l'entrée Sud de l'ouvrage sont insuffisantes pour garantir la sécurité des visiteurs.



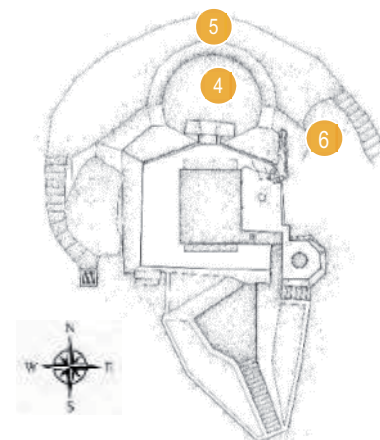
HOTSPOT 4
Poste observation R636A

Criticité des désordres

- Désordre stabilisé
- Désordre à caractère évolutif
- Désordre critique
- ⚠ Danger lié à la sécurité des usagers



Le toit arrondi du poste d'observation présente une fissuration radiale et horizontale en about (4).



De la calcite suinte localement, indiquant un cheminement d'eau dans le béton. Sans incidence structurelle, elle favorise toutefois la corrosion des armatures du béton armé.



Des armatures sortent du parement en béton le long de ce même toit, en partie basse (5).

L'ouvrage a subi un impact de bombe sur son flanc Est, qui a causé la fracturation du béton en profondeur.



Le béton est fracturé sur son parement extérieur (6).

HOTSPOT 4

Poste observation R636A

Criticité des désordres

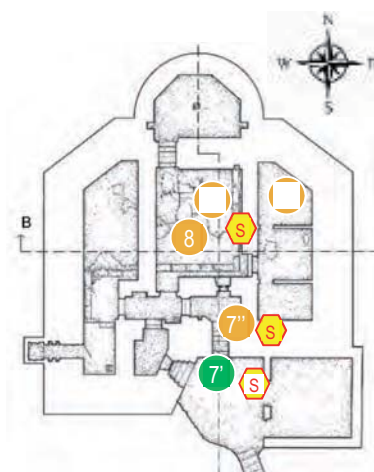
- Désordre stabilisé
- Désordre à caractère évolutif
- Désordre critique
- S Danger lié à la sécurité des usagers



Parties intérieures du poste d'observation



Des traces d'infiltrations d'eau sont clairement visibles dans la salle Est du bunker située sous l'impact (6). Plusieurs fissures chargées de calcite confirment la fracturation interne et la circulation d'eau.



A l'intérieur de l'ouvrage, des défauts de planéité du sol sont repérés dans chaque pièce. Des seuils épais, positionnés au droit de chaque porte, perturbent le cheminement piéton (7, 7').



Certaines marches d'escalier sont épaufrées (7'').



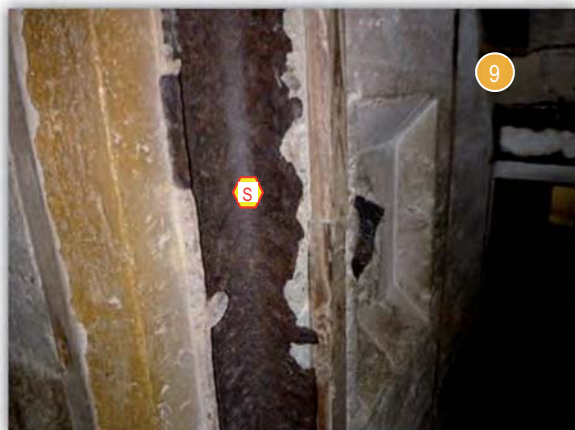
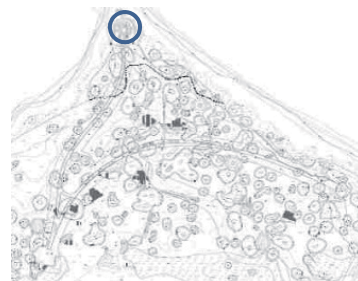
Au plafond des salles enterrées, les coffrages en bois ont été brûlés lors d'actes de vandalisme récents (8). Certains éclats superficiels du béton des voiles sont probablement liés également à ces événements.

Ces dégradations altèrent l'authenticité du site.

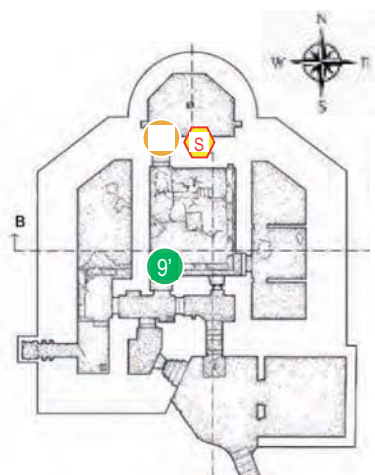
HOTSPOT 4
Poste observation R636A

Criticité des désordres

- Désordre stabilisé
- Désordre à caractère évolutif
- Désordre critique
- ⚠ Danger lié à la sécurité des usagers



Plusieurs encadrements de portes ou structures porteuses métalliques présentent des traces de corrosion avancée, pouvant constituer un danger pour les visiteurs (9).

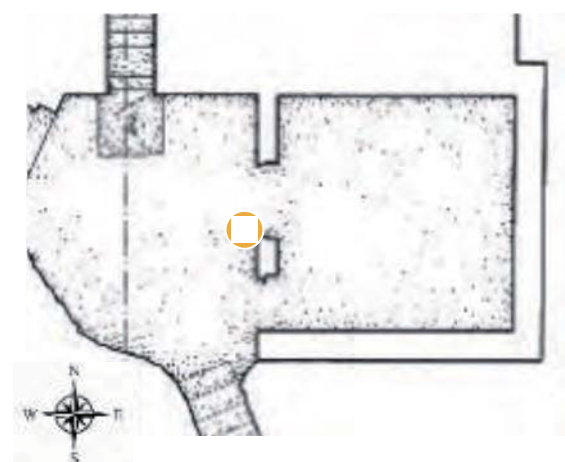


Quelques nids de cailloux sont identifiés sur site. Le plus important est localisé à l'entrée de la salle principale du Bunker (9').



Selon le descriptif du TAMU, une salle de jeux est située dans la cour à l'arrière de l'ouvrage. Elle est constituée d'une structure légère, au regard des bunkers. Elle présente un état de dégradation avancé, sans risque majeur d'instabilité (10).

La maçonnerie est disjointoyée à l'appui de la porte d'entrée. Des éclats d'enduits apparaissent localement.

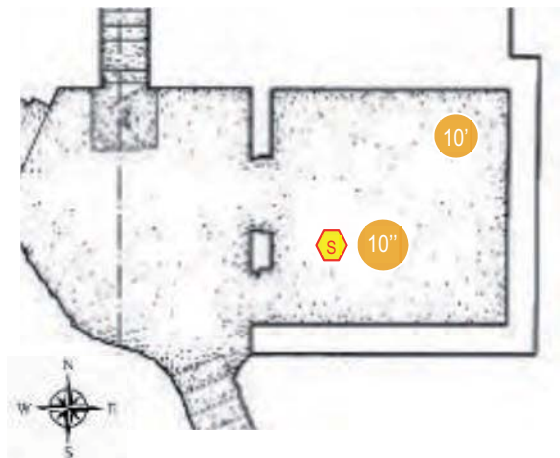


HOTSPOT 4

Poste observation R636A

Criticité des désordres

- Désordre stabilisé
- Désordre à caractère évolutif
- Désordre critique
- ⚠ Danger lié à la sécurité des usagers



La structure porteuse verticale située dans l'angle Nord-Est est fracturée, déformée et humide (10'). Le sol est en terre. Il est très humide.



Ces désordres sont peut-être liés à l'impact de bombe localisé dans l'angle Nord-Est du Poste d'observation.



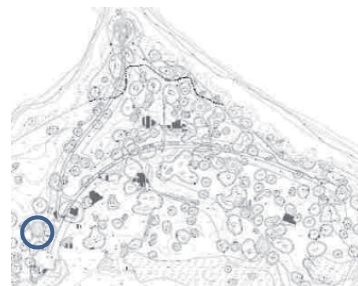
Au plafond, des éclats d'enduit sont identifiés. Ils constituent un danger en cas de chute (10''').

Pour pérenniser la structure porteuse de cette salle, des études et travaux devront être engagés à moyen terme : Ils consisteront en une sécurisation du site (rejointoiement des maçonneries, purges des enduits éclatés) et à l'analyse de la structure porteuse.

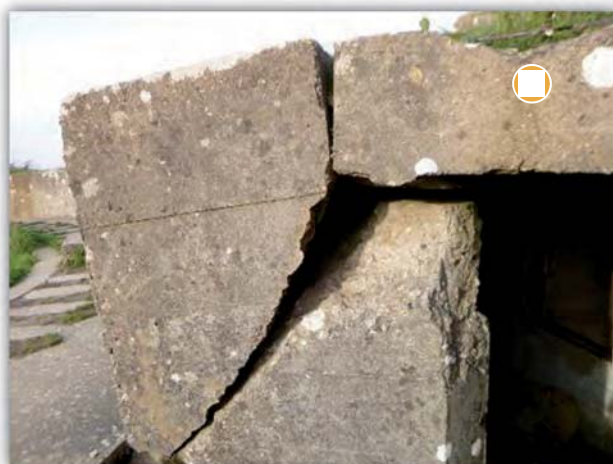
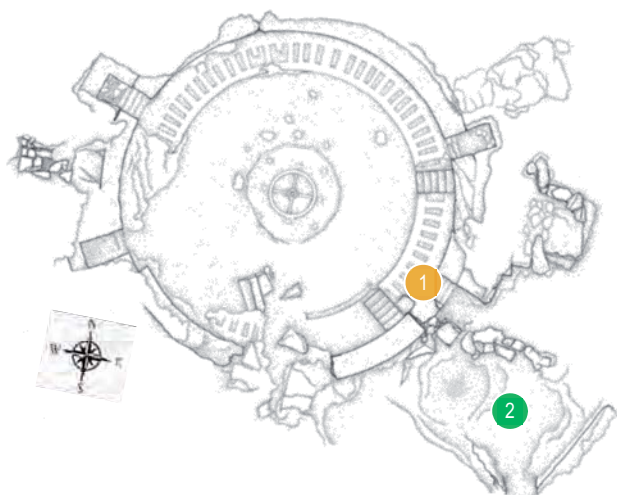
HOTSPOT 4bis Encuvement GE6

Criticité des désordres

- Désordre stabilisé
- Désordre à caractère évolutif
- Désordre critique
- ⬢ Danger lié à la sécurité des usagers



L'état de conservation de cet encuvement permet de comprendre aisément son fonctionnement structurel. Il est probablement le mieux conservé de la batterie. Le pivot du canon, encore en place, est dans un état général satisfaisant.



Toutefois, il a subi des dégradations importantes lors des bombardements sur sa partie Sud, qui ont eu pour conséquence de fracturer profondément sa structure porteuse et de déformer le terrain naturel.

La circulation piétonne est rendue dangereuse par la présence des blocs de bétons dispersés sur site ainsi que les déformations du sol.



Plusieurs fractures et éclats de béton sont visibles sur la structure porteuse. Ces désordres sont stables en l'état (1).

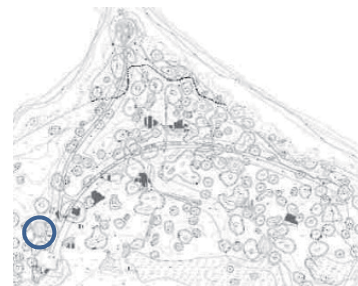


Un autre impact est visible en dehors de l'ouvrage sur son flanc Est. Il a atteint une structure annexe à l'encuvement. En effet, des débris de béton sont dispersés dans le cratère (2).

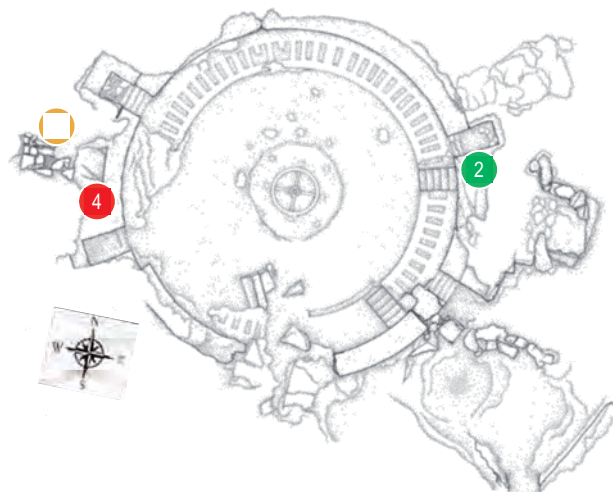
HOTSPOT 4bis Encuvement GE6

Criticité des désordres

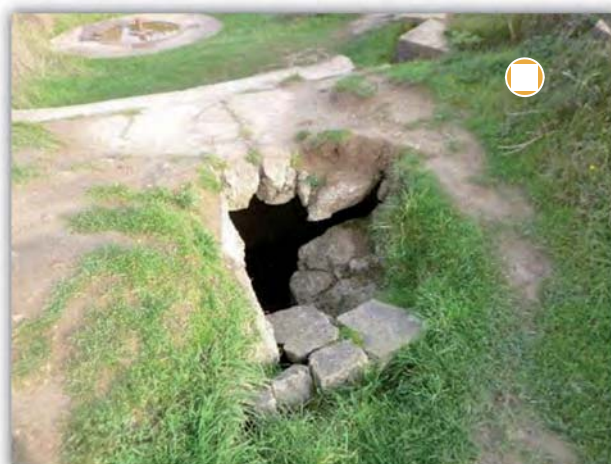
- Désordre stabilisé
- Désordre à caractère évolutif
- Désordre critique
- ⬢ Danger lié à la sécurité des usagers



La soute à munition de ce côté de l'ouvrage est visitable et présente un état général satisfaisant.



Un impact très localisé a affecté la soute à munition située en partie Ouest de l'encuvement (⬢).



La dalle de couverture est très fracturée mais stable en l'état (4).

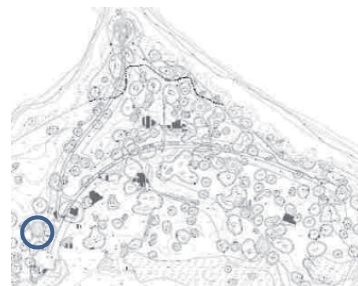


HOTSPOT 4bis

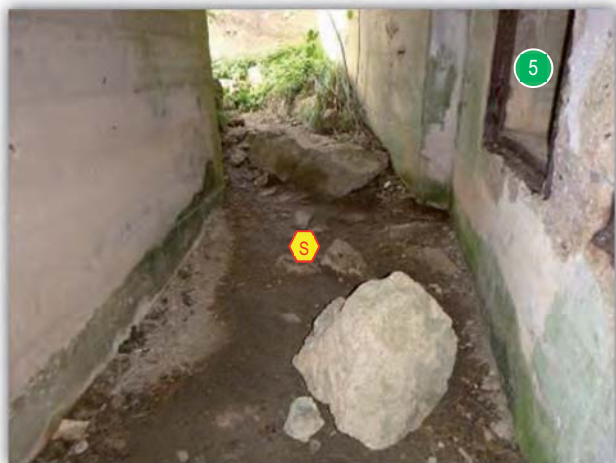
Encuvement GE6

Criticité des désordres

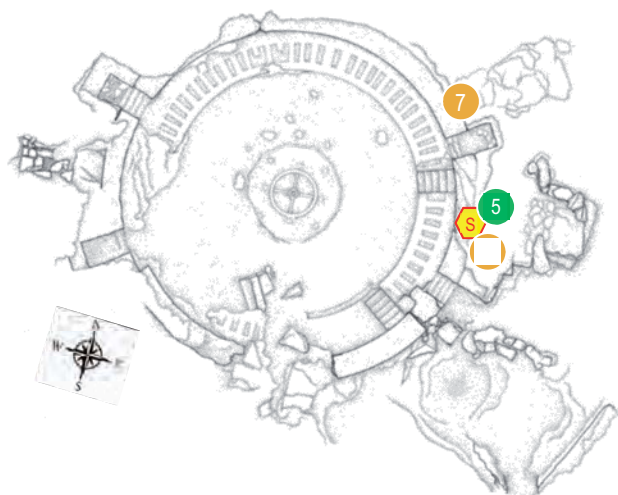
- Désordre stabilisé
- Désordre à caractère évolutif
- Désordre critique
- S Danger lié à la sécurité des usagers



Les accès aux soutes sont encombrés de végétaux et de blocs de béton. La hauteur de circulation y est réduite (5).



Les encadrements métalliques des soutes à munition sont corrodés et dangereux (profilés coupants 6).



Par ailleurs, quelques points d'armature ou d'anciens crochets de levages dépassent des structures en béton (7).



D'un point de vue de la stabilité des terrains situés à proximité de l'encuvement, aucune disposition de stabilité n'est à envisager.

HOTSPOT 5 Soute R134-3

Criticité des désordres

- Désordre stabilisé
- Désordre à caractère évolutif
- Désordre critique
- S Danger lié à la sécurité des usagers

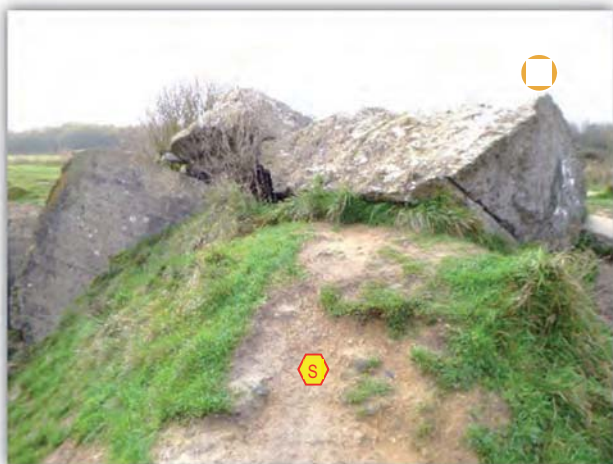


Cette soute à munition a été complètement détruite par les bombardements. Cet ouvrage n'est plus structurellement lisible.



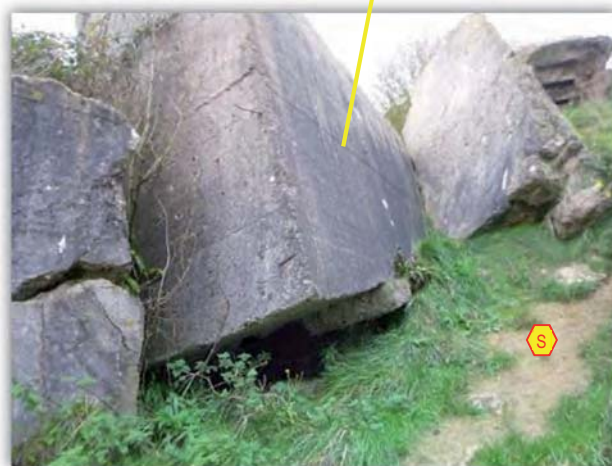
Plusieurs blocs de très grandes dimensions sont éparpillés dans et autour du cratère de bombe. Certains d'entre eux sont posés sur le sol (1).

Le poids de ces blocs contribue à les maintenir dans un état d'équilibre stable à ce jour.



D'autres blocs sont fichés dans les pentes du cratère (2) et ne sont pas en appui sur toute leur sous-face. Dans leur position actuelle, certains blocs massifs servent de soutènement au terrain naturel situé en tête de cratère.

Des cheminements abrupts ont été créés par les visiteurs pour accéder au centre du cratère. En cas de pluie, ils deviennent dangereux.



HOTSPOT 5 Soute R134-3

Criticité des désordres

- Désordre stabilisé
- Désordre à caractère évolutif
- Désordre critique
- S Danger lié à la sécurité des usagers



Au sud du cratère, des ravinements sont identifiés sous certains blocs. Ils entraînent progressivement le terrain naturel en fond de cratère et dégarnissent l'appui des blocs sur le sol (3).



Quelques blocs sont éloignés du cratère et isolés par des ronciers (4).

D'autres blocs sont à la portée des visiteurs, qui n'hésitent pas à les escalader (5).



Plusieurs armatures saillantes sont identifiées sur site (6).



HOTSPOT 5 Soute R134-3

Criticité des désordres

- Désordre stabilisé
- Désordre à caractère évolutif
- Désordre critique
- S Danger lié à la sécurité des usagers



Les cheminements au sol impliquent de franchir ou contourner des blocs ancrés dans le terrain naturel. La circulation est dangereuse (7, 8 et 9).



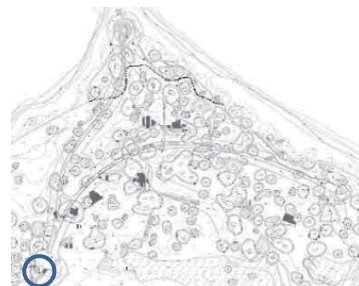
Pour conclure, la circulation autour de cet ouvrage est très dangereuse et doit être de préférence interdite.

HOTSPOT 6

Bunker R661

Criticité des désordres

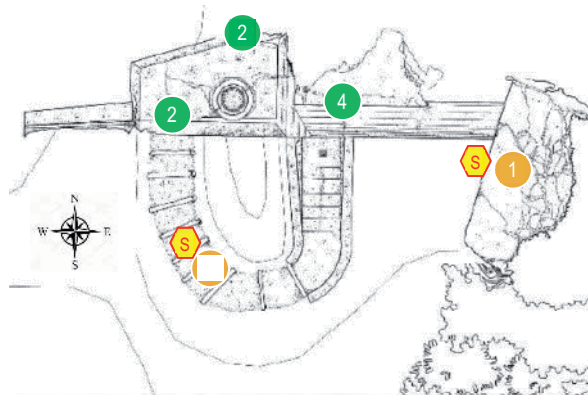
- Désordre stabilisé
- Désordre à caractère évolutif
- Désordre critique
- ⬡ Danger lié à la sécurité des usagers



Le bunker et le Tobrouk accolé sont dans un très bon état général. Ils n'ont pas été touchés par les bombardements.



La dalle de couverture d'un bâtiment annexe a été soufflée par une explosion. Elle est en appui sur le bunker (1). La dalle est très fracturée mais stable en l'état. Son accès est dangereux.



Plusieurs dangers sont recensés aux abords du bunker. Tout d'abord, il est nécessaire de franchir le toit du Tobrouk pour accéder au Bunker (surépaisseur pentue de plus de 40 cm (2)).



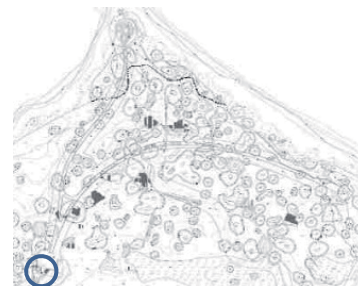
Ensuite, les contremarches en bois et les emmarchements en terre sont glissants (3).

Enfin, aucun dispositif de protection contre la chute n'est présent sur le toit du bunker, à l'aplomb de la façade Sud et au droit de l'encuvement du Tobrouk (4).

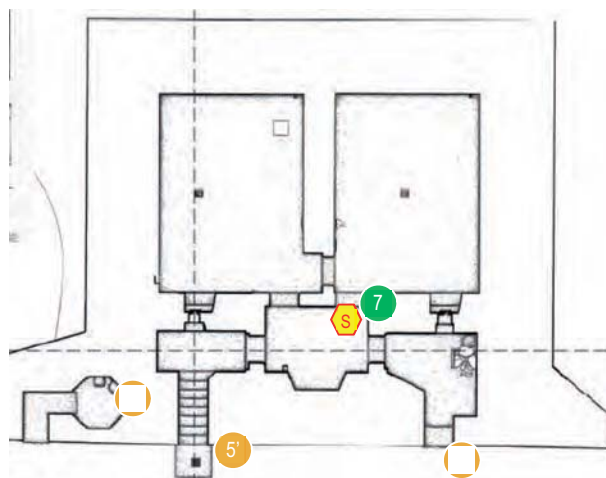
HOTSPOT 6 Bunker R661

Criticité des désordres

- Désordre stabilisé
- Désordre à caractère évolutif
- Désordre critique
- S Danger lié à la sécurité des usagers

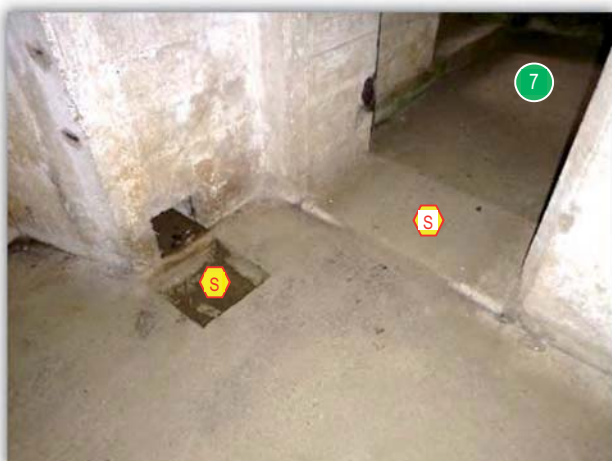


A l'intérieur, une explosion a dégradé superficiellement l'entrée Ouest. Deux fractures traversantes sont identifiées sur la façade Sud du Bunker et le toit du Tobrouk (S et S').



Des débris d'explosion ont comblé l'accès Est du Bunker. Ces gravats sont susceptibles de glisser dans le bunker (6).

La circulation dans l'ouvrage est gênée par l'épaisseur des seuils de portes disposés à l'entrée de chaque salle (7).

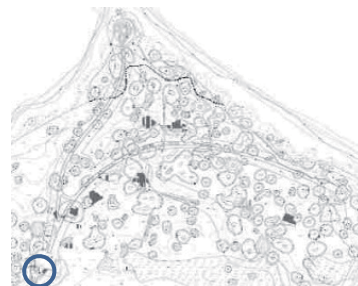


A noter la présence de regards creusés dans le sol (7) dans les circulations et au centre des salles.

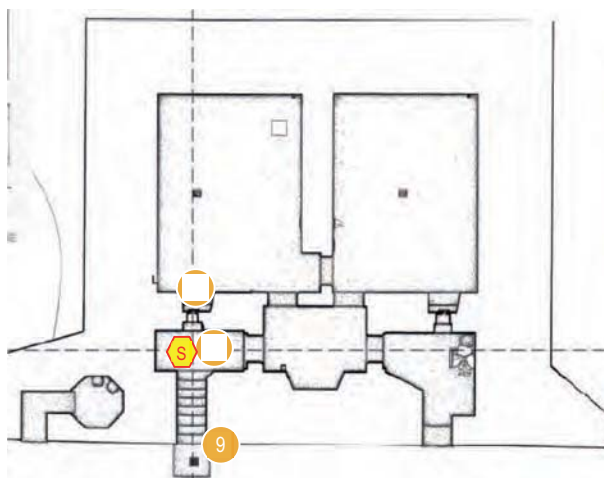
HOTSPOT 6 Bunker R661

Criticité des désordres

- Désordre stabilisé
- Désordre à caractère évolutif
- Désordre critique
- S Danger lié à la sécurité des usagers



Un éclat de béton probablement engendré par un engin explosif a mis à nu les armatures du béton et a provoqué des épaufures de part et d'autre du mur. D'autres fissures sont identifiées sur les murs périphériques, sans incidence structurelle majeure (8).



Un éclatement de béton est localisé à l'entrée Ouest du Bunker (9). Il est en lien avec la fracture observée à l'extérieur. L'appui du linteau métallique est concerné par cet éclat, actuellement stable.



Les tôles métalliques disposées en sous-face du toit du Bunker sont corrodées. Avec le temps, certaines peuvent chuter et constituer en conséquence un danger pour les visiteurs (10).



Aménagement d'un circuit de visite POINTE DU HOC CRICQUEVILLE-EN-BESSIN (14)

Étude géotechnique préalable Phase Etude de Site – G1 ES
Référence dossier : DRN3.J.8011

Janvier 2020



Agence de CAEN • 1, rue des Bourrelliers • 14123 IFS

Tél. 33 (0) 2.31.52.56.50

Adresse e-mail : cebtp.caen@groupeginger.com



<i>INRAP</i> Aménagement d'un circuit de visite POINTE DU HOC – CRICQUEVILLE-EN-BESSIN (14) Rapport – Etude géotechnique préalable phase Etude de Site – G1 ES							
Dossier : DRN3.J.8011				Contrat : DRN3.J.0055			
Indice	Date	Chargé d'affaires	Visa	Vérifié par	Visa	Contenu	Observations
1	06/01/2020	Jean-Philippe ESCUDIÉ		Virginie LEMARIEY		Rapport de 16 pages et 2 annexes	

A compter du paiement intégral de la mission, le client devient libre d'utiliser le rapport et de le diffuser à condition de respecter et de faire respecter les limites d'utilisation des résultats qui y figurent et notamment les conditions de validité et d'application du rapport.



SOMMAIRE

1. Plans de situation	4
1.1. Extrait de la carte IGN.....	4
1.2. Image aérienne.....	4
2. Contexte de l'étude.....	5
2.1. Données générales	5
2.2. Description du site.....	5
2.3. Caractéristiques de l'étude	6
2.4. Contextes géotechnique, hydrogéologique et sismique.....	7
2.5. Risques naturels.....	8
3. Etude de site	13
4. Adaptations générales vis-à-vis des futurs aménagements	14
4.1. Localisation des futurs aménagements	14
4.2. Réalisation des terrassements	14
4.3. Terrassabilité des matériaux	14
4.4. Traficabilité en phase chantier	15
4.5. Pentes de talus.....	15
4.6. Drainage en phase chantier	15
5. Observations majeures	16

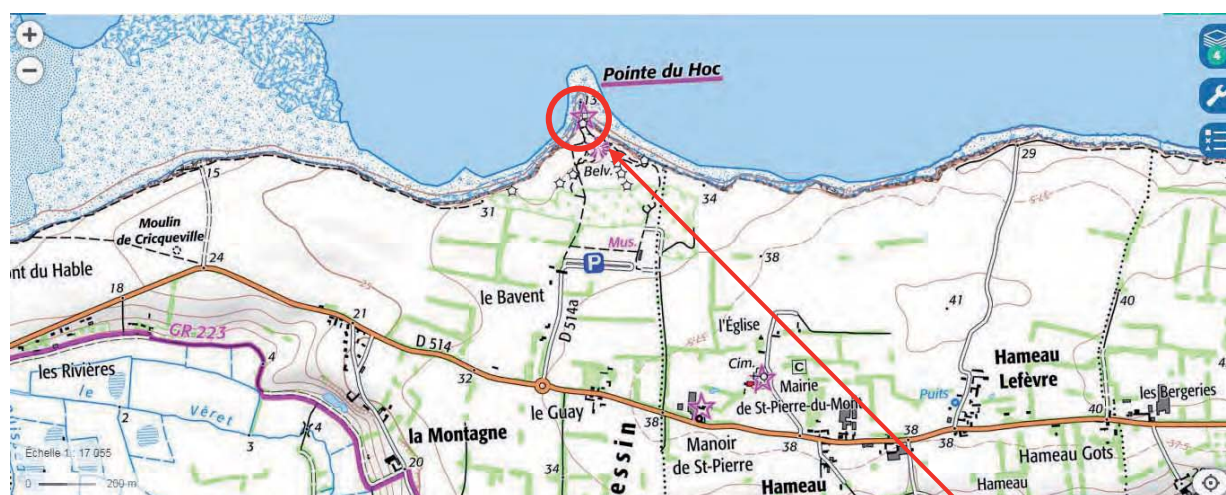
ANNEXES

ANNEXE 1 – NOTES GENERALES SUR LES MISSIONS GEOTECHNIQUES

ANNEXE 2 – EXTRAIT DE L'ATLAS DE PREDISPOSITION AUX CHUTES DE BLOCS DE BASSE-NORMANDIE

1. Plans de situation

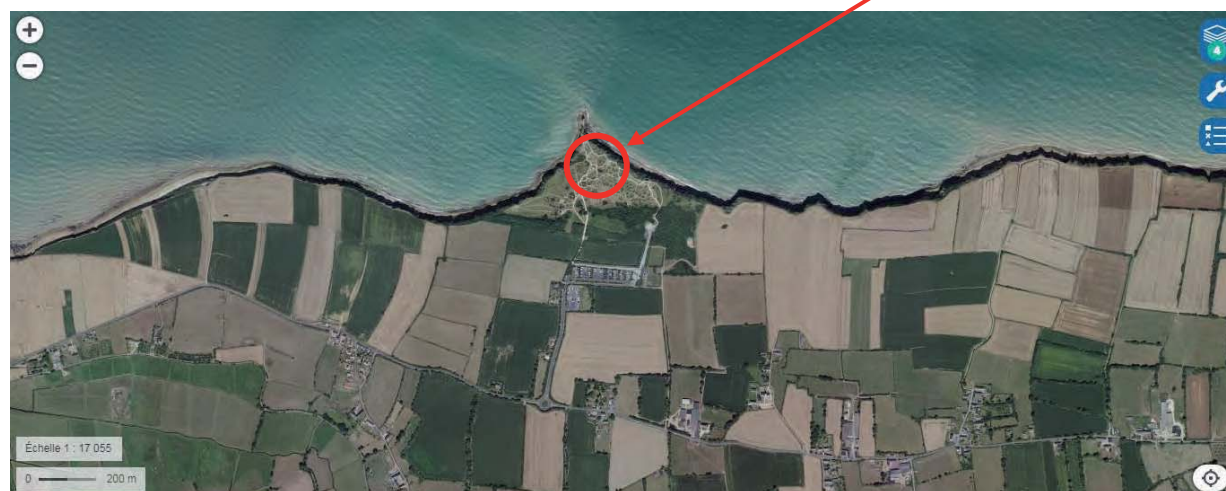
1.1. Extrait de la carte IGN



Source : www.geoportail.gouv.fr

Site étudié

1.2. Image aérienne



Source : www.geoportail.gouv.fr

2. Contexte de l'étude

2.1. Données générales

Nom de l'opération :	Aménagement d'un circuit de visite / Analyse structurale de plusieurs ouvrages en béton
Localisation / adresse :	Pointe du Hoc
Commune :	CRICQUEVILLE-EN-BESSIN (14)
Code postal :	14450
Demandeur de la mission / Client :	INRAP Grand Ouest 37, rue du Bignon 35577 CESSON-SEVIGNE

2.2. Description du site

La zone concernée par le projet se situe au niveau de la Pointe du Hoc, sur la commune de CRICQUEVILLE-EN-BESSIN (14).

D'après la carte IGN du secteur, la cote topographique du site varie de +26 NGF à +33 NGF. La surface topographique présente une pente générale orientée vers le Nord-Ouest. Elle est accidentée en raison de la présence d'ouvrages en béton construits pendant la seconde guerre mondiale et de cratères issus des bombardements.



Profil altimétrique Nord-Sud du site de la Pointe du Hoc – Source : www.geoportail.gouv.fr



2.3. Caractéristiques de l'étude

Il est prévu l'aménagement d'un circuit de visite sur le site de la Pointe du Hoc, sur la commune de CRICQUEVILLE-EN-BESSIN (14).

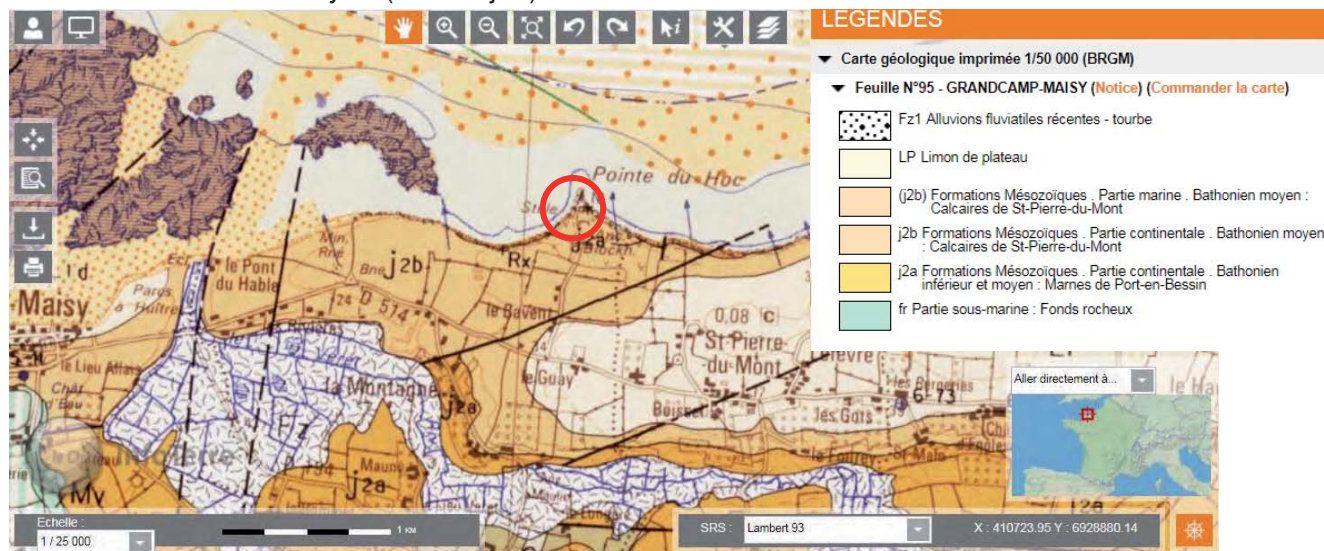


Aucun renseignement précis concernant l'implantation, la nature et l'emprise au sol des futurs ouvrages n'est actuellement défini au stade actuel de l'étude.

2.4. Contextes géotechnique, hydrogéologique et sismique

2.4.1. Contexte géologique

D'après notre expérience locale et la carte géologique de « GRANDCAMP-MAISY » au 1/50000^{ème}, le site serait constitué, sous d'éventuels remblais d'aménagement, d'une argile à silex résultant de la décalcification de la formation sous-jacente j2b, des Calcaires de St-Pierre-du-Mont (notés j2b) d'âge Bathonien moyen, puis les Marnes de Port-en-Bessin datées du Bathonien inférieur et moyen (notées j2a).



Source : www.infoterre.fr

2.4.2. Contexte hydrogéologique

D'après la carte hydrogéologique du Calvados datée de 1991, le toit de la nappe se situerait à **moins de +20 NGF environ**, soit à moins de 6 m de profondeur environ sous le niveau du terrain naturel le plus bas (+26 NGF) dans ce secteur.

Toutefois, des circulations anarchiques / ponctuelles ne sont pas exclues au sein des formations superficielles.

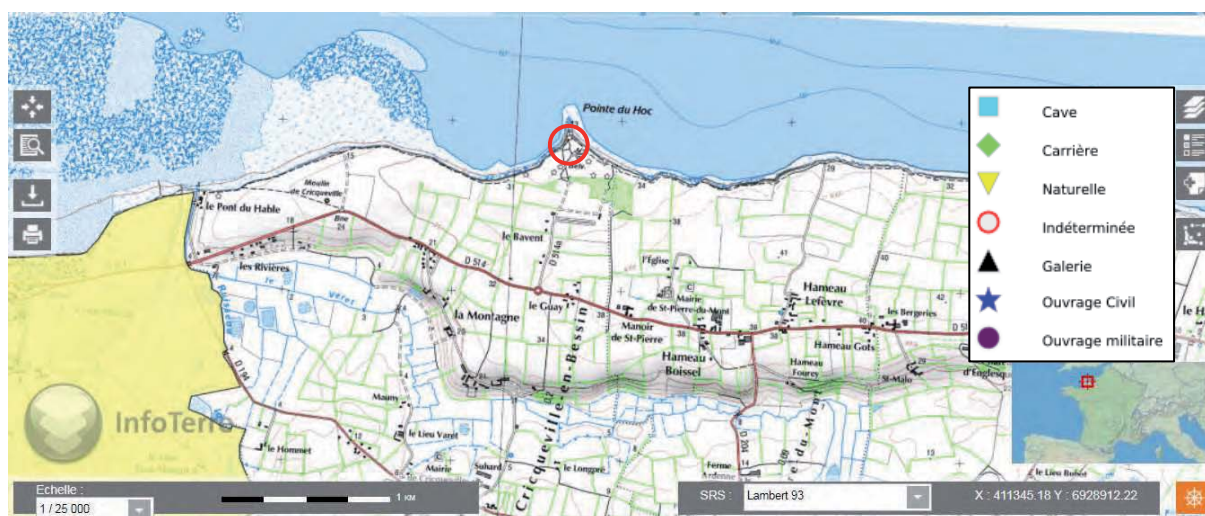
2.4.3. Contexte sismique

En fonction de la catégorie d'importance de l'ouvrage à créer, les règles de construction vis-à-vis du risque sismique sont celles de l'Eurocode 8 depuis le 1^{er} Janvier 2014 (Calcul des structures pour leur résistance aux séismes NF EN1998-1, NF-EN1998-2, NF EN1998-3, NF EN1998-5 et annexes nationales associées de septembre 2005). La délimitation des zones de sismicité du territoire français est régie par le décret n°2010-1255 du 22 octobre 2010. Selon celui-ci, le site étudié est classé en zone de **sismicité 2 (aléa faible)**.

2.5. Risques naturels

2.5.1. Présence de cavité

D'après le site www.infoterre.brgm.fr (BRGM, Bureau de Recherches Géologiques et Minières), **aucun indice de cavité souterraine** n'a été recensé à proximité du projet (< 100 m), cf. carte ci-après.



Extrait de la carte des cavités souterraines sur la commune de CRICQUEVILLE-EN-BESSIN

Toutefois, il conviendra de s'assurer auprès des autorités compétentes (Mairie, DDTM 14...) que le site du projet n'est effectivement pas concerné par ce risque.

2.5.2. Instabilité – Glissement – Chutes de blocs

A la suite de notre intervention sur le site, nous estimons que les **risques liés à un aléa d'instabilité / de glissement / de chutes de blocs ne sont pas négligeables** compte tenu de la présence de cratères (liés à des bombardements) et d'ouvrages en béton (dans un état de conservation plus ou moins dégradé) provenant de la seconde guerre mondiale ainsi que de la proximité avec le bord de la falaise existante.

D'après l'extrait de l'Atlas de prédisposition aux chutes de blocs de Basse-Normandie établie par la DREAL en Novembre 2011 (cf. carte jointe en annexe 2), **le site présente des prédispositions faibles en partie Est de la Pointe du Hoc et forte en partie Ouest.**

D'après le site www.infoterre.brgm.fr (BRGM, Bureau de Recherches Géologiques et Minières), **aucun mouvement de terrain n'est répertorié à moins de 100 m du site étudié** (cf. carte ci-après).

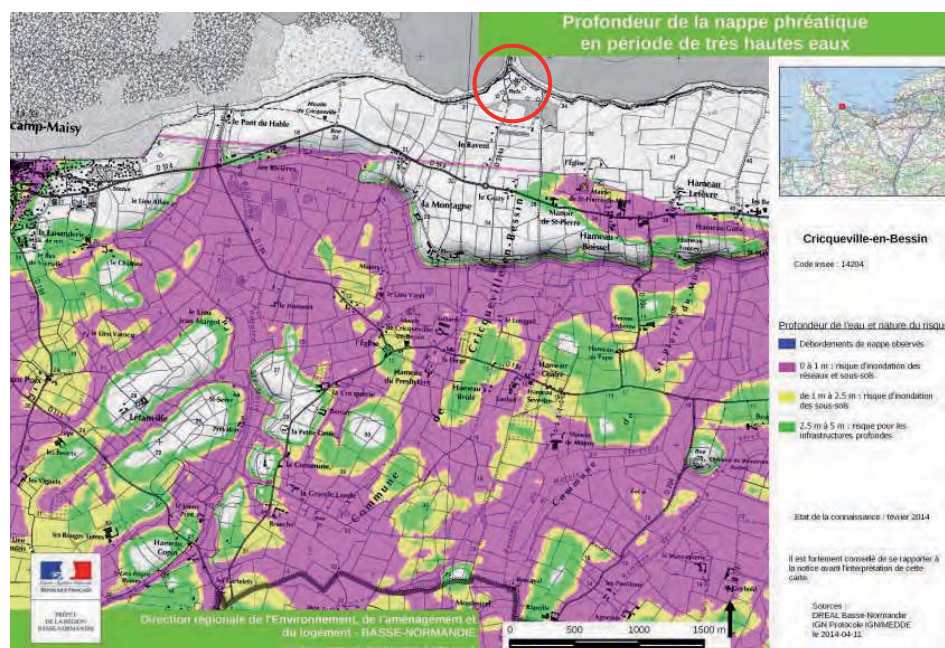


Extrait de la carte des mouvements de terrain sur la commune de CRICQUEVILLE-EN-BESSIN

Compte-tenu de la présence de mouvement de terrain non localisés précisément sur la commune de CRICQUEVILLE-EN-BESSIN, il conviendra toutefois de s'assurer auprès des autorités compétentes (Mairie, DDTM 14...) que le site du projet n'est effectivement pas concerné par ce risque.

2.5.3. Inondabilité

D'après les données de la DREAL de Basse-Normandie (cf. carte ci-dessous), la parcelle du projet n'est pas concernée par le risque de débordement de la nappe phréatique.



Par ailleurs des informations précises sur le risque réel d'inondation peuvent être fournies dans les documents d'urbanisme (P.L.U.) et dépendent des travaux de protection réalisés, donc susceptibles de varier dans le temps. S'agissant de données d'aménagement hydraulique et non de données hydrogéologiques, elles ne font pas partie de notre mission d'étude géotechnique.

2.5.4. Risque sismique – données parasismiques réglementaires

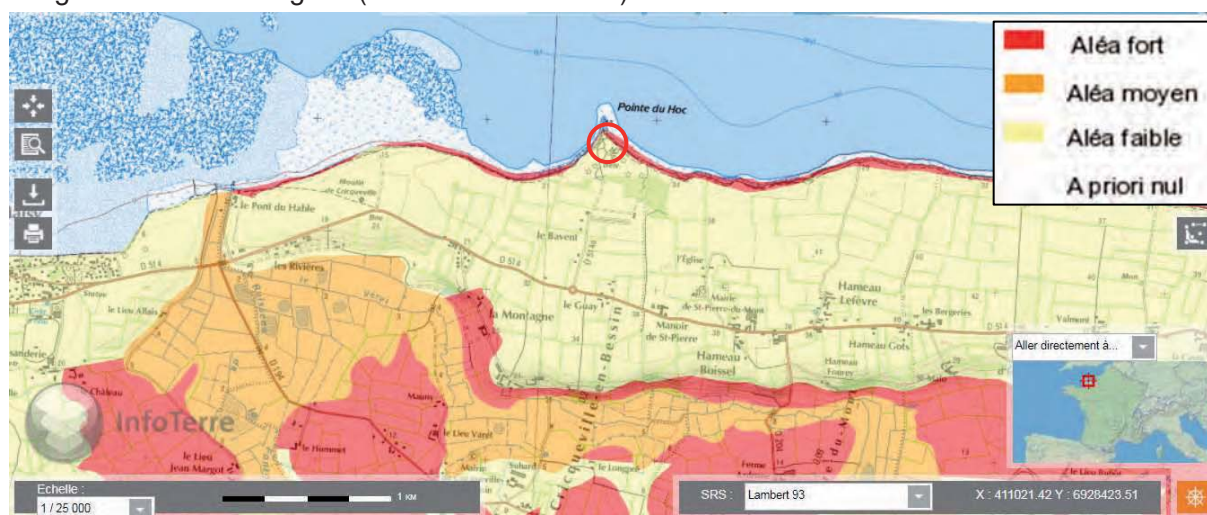
Selon le décret n°2010-1255 et la norme NF EN 1998 (EUROCODE 8), les principales données parasismiques déduites des éléments du projet et des reconnaissances effectuées dans le cadre de cette étude et présentées dans les paragraphes précédents, figurent dans le tableau ci-dessous :

Zone de sismicité	2 (faible)
Type de sol	C
Paramètre de sol S	1,5

Les exigences sur un bâtiment dépendent de la catégorie d'importance du bâtiment et de la zone de sismicité. Dans le cas présent, l'ouvrage appartiendra à la catégorie d'importance II (pouvant être assimilé à un parc de stationnement ouvert au public) situé dans une zone de sismicité 2 (aléa faible), il n'y a pas lieu d'appliquer les règles parasismiques.

2.5.5. Retrait-gonflement des argiles

D'après le site www.infoterre.brgm.fr (BRGM, Bureau de Recherches Géologiques et Minières), le projet se situe en **zone d'aléa faible à localement fort en front de falaise** vis-à-vis des risques de retrait / gonflement des argiles (cf. carte ci-dessous).



Extrait de la carte « Aléa retrait-gonflement des argiles »

2.5.6. Arrêtés de catastrophes naturelles

Il est à noter que la commune de CRICQUEVILLE-EN-BESSIN (14) a fait l'objet des arrêtés de catastrophe naturelle suivants :

Atlas de Zone Inondable

Localisation recensée dans un atlas des zones inondables : Oui

Nom de l'AZI	Aléa	Date de début de programmation	Date de diffusion
Vire - Aure	Inondation	23/03/2004	23/03/2004
AZI	Inondation - Par une crue à débordement lent de cours d'eau		

Informations Historiques sur les Inondations

9 événements historiques d'inondations sont identifiés dans le département CALVADOS

Date de l'évènement (Date début / Date Fin)	Type d'inondation	Dommages sur le territoire national		Pour plus de détail
		Approximation du nombre de victimes	Approximation dommages matériels(€)	
21/07/2013 - 21/07/2013	Ruissellement urbain	inconnu	inconnu	Voir BDHI
15/06/1997 - 16/06/1997	Crue pluviale éclair (tm < 2 heures),Lave torrentielle, coulée de boue, lahar,Ecoulement sur route,Ruissellement rural,Ruissellement urbain	de 1 à 9 morts ou disparus	3M-30M	Voir BDHI
01/12/1925 - 28/01/1926	Crue nivale,Crue pluviale lente (temps montée tm > 6 heures)	inconnu	inconnu	Voir BDHI
30/11/1882 - 27/01/1883	Crue nivale,Crue pluviale lente (temps montée tm > 6 heures),Drainage des eaux pluviales	de 1 à 9 morts ou disparus	inconnu	Voir BDHI
27/01/1881 - 28/01/1881	Crue nivale,Crue pluviale (temps montée indéterminé)	inconnu	inconnu	Voir BDHI
06/07/1875 - 06/07/1875	Crue pluviale (temps montée indéterminé),Ruissellement rural,Ruissellement urbain	de 10 à 99 morts ou disparus	inconnu	Voir BDHI
31/01/1784 - 27/03/1784	Crue nivale,Crue pluviale (temps montée indéterminé)	inconnu	inconnu	Voir BDHI

Source : www.georisques.gouv.fr

Ces données ne sont pas cartographiées et il sera du ressort du Maître d'Ouvrage de s'assurer de l'absence de tels phénomènes au niveau du site.

2.5.7. Historique du site par photographie aérienne du site

D'après le site <https://remonterletemps.ign.fr/comparer>, la parcelle concernée par l'étude entre 1950 et 1965 présente globalement les mêmes impacts de bombes qu'aujourd'hui. Seuls des chemins piétonniers bien plus nombreux sont visibles aujourd'hui.



Comparaison photographie aérienne 1950-1965 et photographie aérienne actuelle

A noter qu'en 2010, l'American Battle Monuments Commission (ABMC) et l'Université du Texas ont missionné une entreprise spécialisée qui a stabilisé le terrain en partie haute et le pied de la falaise. Dans le même temps, l'entreprise a installé des pieux métalliques verticaux sous le blockhaus qui descendent à 24 m, et traversent la quasi-totalité de la falaise. Des tirants complètent le dispositif qui a permis d'éviter que cet ouvrage du mur de l'Atlantique ne sombre définitivement.



3. Etude de site

Au stade actuel de l'avancement du projet et des données générales et géotechniques précisées précédemment, seules des orientations sur les principes d'adaptation des ouvrages au site (mission de type G1 phases ES) peuvent être fournies.

D'après la carte géologique du secteur (cf. paragraphe 2.2.1 précédent) et notre expérience locale, la nature et les caractéristiques mécaniques des terrains susceptibles d'être rencontrés seraient les suivants :

- **Formation n°1** : des limons plus ou moins argileux ou argiles à silex présentant généralement des caractéristiques mécaniques faibles à moyennes ;
- **Formation n°2** : le substratum calcaire d'âge Bathonien moyen de bonne compacité pouvant localement être altérée en tête.

D'après la carte hydrogéologique du site, aucun niveau d'eau ne devrait être rencontré jusqu'à 1 / 2 m de profondeur lors des terrassements au droit du projet.

Toutefois, le régime hydrogéologique peut varier en fonction de la saison et de la pluviosité. Des circulations d'eau localisées et anarchiques dans les terrains de surface sont toujours possibles.

D'après le site www.infoterre.brgm.fr concernant les risques naturels, aucun indice de cavité souterraine ni aucun mouvement de terrain ne sont présents au droit et à proximité des parcelles concernées par le projet.

Cependant, compte tenu de la présence de cratères (liés à des bombardements) et d'ouvrages en béton (dans un état de conservation plus ou moins dégradé) provenant de la seconde guerre mondiale ainsi que de la proximité avec le bord de la falaise existante, nous estimons que les **risques liés à un aléa d'instabilité / de glissement / de chutes de blocs ne sont pas négligeables.**

L'aléa vis-à-vis du risque de retrait / gonflement des argiles est faible à localement fort en front de falaise au droit de la parcelle étudiée.

Dans tous les cas, il conviendra de s'assurer auprès des autorités compétentes (Mairie de CRICQUEVILLE-EN-BESSIN, DDTM 14, ...) que le site du projet n'est effectivement pas concerné par ces risques.

A noter qu'à la fin du mois d'octobre 2019, une énorme quantité de matière s'est éboulée de la falaise, à une centaine de mètres à l'est du poste de tir de la Pointe du Hoc. Cet éboulement rappelle que quelquesoit les aménagements ou les confortements réalisés par l'homme, les terres reculent irrémédiablement face au phénomène d'érosion littorale (actions du vent, de la mer et de la pluie), et de montée du niveau des mers, d'autant plus sur ce type de falaise de nature calcaire et donc plus ou moins friable.

4. Adaptations générales vis-à-vis des futurs aménagements

Nota : les indications données dans les chapitres suivants, qui sont fournies en estimant des conditions normales d'exécution pendant les travaux, devront être forcément adaptées aux conditions réelles rencontrées (intempéries, niveau de nappe, matériels utilisés, provenance et qualité des matériaux, phasages, plannings et précautions particulières).

Nous rappelons que les conditions d'exécution sont absolument prépondérantes pour obtenir le résultat attendu et qu'elles ne peuvent être définies précisément à l'heure actuelle. A défaut, seules des orientations seront retenues.

4.1. Localisation des futurs aménagements

Compte tenu de la configuration du site (pointe en bordure de falaise) et des éléments décrits précédemment, on conseillera d'implanter les futurs aménagements à une distance minimal d'environ 15 m du bord de la falaise.

4.2. Réalisation des terrassements

En l'absence d'informations concernant les futurs aménagements, nous considérerons la réalisation de terrassements en déblais de l'ordre de 1.0 m/TN de profondeur environ.

4.3. Terrassabilité des matériaux

Compte tenu de notre expérience locale et des formations lithologiques attendues sur site, la réalisation des déblais ne présentera a priori pas de difficulté particulière d'extraction. Les terrassements pourront donc se faire à l'aide d'engins classiques de moyenne puissance.

Toutefois, il n'est pas exclu de rencontrer des blocs ou des vestiges de fondations. Cela nécessitera alors l'emploi d'engins adaptés ou d'outils adaptés tels qu'une pelle puissante ou un BRH.

4.4. Traficabilité en phase chantier

Les matériaux concernés par les terrassements seront a priori de nature limono-argileuse. S'agissant de sols sensibles aux faibles variations de teneur en eau, leur état peut évoluer rapidement en fonction des conditions atmosphériques qui seront rencontrées à la date des travaux.

Au droit du projet, l'état de la plateforme pourra être de qualité médiocre voire mauvaise en cas d'intempéries, ce qui posera des problèmes de traficabilité.

Des travaux préparatoires devront être de type cloutage où mise en œuvre d'un géotextile résistant à la rupture où encore surépaisseur de matériaux propres de bonnes qualités.

Dans tous les cas, nous recommandons autant que possible de réaliser les travaux en période météorologique favorable.

4.5. Pentes de talus

Hors mitoyenneté, les pentes de talus des fouilles ou des terrains en place pourront être de l'ordre de 3H pour 2V à 2H pour 1V, à adapter lors des terrassements si cela s'avère nécessaire.

A noter que des hétérogénéités locales peuvent être rencontrées au fur et à mesure de l'ouverture des fouilles et provoquer des éboulements locaux. L'ensemble des talus devra être protégé des intempéries par des feuilles de polyane par exemple soigneusement fixées, des cunettes étanches en tête de talus.

Par ailleurs, le cas échéant, les futurs aménagements devront être réalisés à une distance au moins égale à la profondeur des cratères ou ouvrages en béton existants afin de s'affranchir de tout risques de déstabilisation de ces derniers.

4.6. Drainage en phase chantier

Suite aux observations faites au cours de la campagne d'investigations, le terrain devrait en principe être sec à la profondeur estimée des terrassements.

Toutefois, des venues d'eau peuvent également apparaître exceptionnellement en cours de terrassement. Elles seront alors collectées en périphérie et évacuées en dehors de la fouille (captage).



Ginger CEBTP - Agence de CAEN
 Affaire : Aménagement d'un circuit de visite
 POINTE DU HOC – CRICQUEVILLE-EN-BESSIN (14)

Les dispositions spécifiques prévisibles seront adaptées au cas par cas pour assurer la mise au sec de la plateforme de travail à tout moment.

Toute zone décomprimée fera l'objet d'un traitement spécifique si elle doit recevoir un élément de l'ouvrage à porter (purge, compactage).

Dans tous les cas, en fonction de l'avancement du projet, une étude géotechnique préalable phase principes généraux de construction (G1 PGC) puis une étude géotechnique de conception type G2 phase avant-projet (AVP) et de projet (PRO) associée à une mission d'investigations géotechniques (cf. Norme AFNOR NF P94-500 de novembre 2013 relative aux missions géotechniques) devront être réalisées afin de déterminer l'épaisseur et les caractéristiques géotechniques des différentes formations de façon à définir les types de fondations envisageables au droit des futurs ouvrages.

5. Observations majeures

On s'assurera que la stabilité des ouvrages et des sols avoisinants le projet est assurée pendant et après la réalisation de ce dernier.

Les conclusions du présent rapport ne sont valables que sous réserve des conditions générales des missions géotechniques de l'Union Syndicale Géotechnique fournies en annexe 1 (norme NF P94-500 de novembre 2013).

ANNEXE 1 – NOTES GENERALES SUR LES MISSIONS GEOTECHNIQUES

- Classification des missions types d'ingénierie géotechnique,
- Schéma d'enchaînement des missions types d'ingénierie géotechnique.

ANNEXE : CLASSIFICATION DES MISSIONS TYPES D'INGENIERIE GEOTECHNIQUE
Extrait de la norme AFNOR sur les MISSIONS D'INGENIERIE GEOTECHNIQUE (NF P 94.500 - version de Novembre 2013)

L'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (étapes 1 à 3) doit suivre les étapes de conception et de réalisation de tout projet pour contribuer à la maîtrise des risques géotechniques. Le maître d'ouvrage ou son mandataire doit faire réaliser successivement chacune de ces missions par une ingénierie géotechnique. Chaque mission s'appuie sur des données géotechniques adaptées issues d'investigations géotechniques appropriées.
ÉTAPE 1 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE PRÉALABLE (G1) Cette mission exclut toute approche des quantités, délais et coûts d'exécution des ouvrages géotechniques qui entre dans le cadre de la mission d'étude géotechnique de conception (étape 2). Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire. Elle comprend deux phases : <u>Phase Étude de Site (ES)</u> Elle est réalisée en amont d'une étude préliminaire, d'esquisse ou d'APS pour une première identification des risques géotechniques d'un site. — Faire une enquête documentaire sur le cadre géotechnique du site et l'existence d'avoisinants avec visite du site et des alentours. — Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats. — Fournir un rapport donnant pour le site étudié un modèle géologique préliminaire, les principales caractéristiques géotechniques et une première identification des risques géotechniques majeurs. <u>Phase Principes Généraux de Construction (PGC)</u> Elle est réalisée au stade d'une étude préliminaire, d'esquisse ou d'APS pour réduire les conséquences des risques géotechniques majeurs identifiés. Elle s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées. — Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats. — Fournir un rapport de synthèse des données géotechniques à ce stade d'étude (première approche de la ZIG, horizons porteurs potentiels, ainsi que certains principes généraux de construction envisageables (notamment fondations, terrassements, ouvrages enterrés, améliorations de sols).
ÉTAPE 2 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2) Cette mission permet l'élaboration du projet des ouvrages géotechniques et réduit les conséquences des risques géotechniques importants identifiés. Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire et est réalisée en collaboration avec la maîtrise d'œuvre ou intégrée à cette dernière. Elle comprend trois phases : <u>Phase Avant-projet (AVP)</u> Elle est réalisée au stade de l'avant-projet de la maîtrise d'œuvre et s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées. — Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats. — Fournir un rapport donnant les hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade de l'avant-projet, les principes de construction envisageables (terrassements, soutènements, pentes et talus, fondations, assises des dallages et voïeres, améliorations de sols, dispositions générales vis-à-vis des nappes et des avoisinants), une ébauche dimensionnelle par type d'ouvrage géotechnique et la pertinence d'application de la méthode observationnelle pour une meilleure maîtrise des risques géotechniques. <u>Phase Projet (PRO)</u> Elle est réalisée au stade du projet de la maîtrise d'œuvre et s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées suffisamment représentatives pour le site. — Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats. — Fournir un dossier de synthèse des hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade du projet (valeurs caractéristiques des paramètres géotechniques en particulier), des notes techniques donnant les choix constructifs des ouvrages géotechniques (terrassements, soutènements, pentes et talus, fondations, assises des dallages et voïeres, améliorations de sols, dispositions vis-à-vis des nappes et des avoisinants), des notes de calcul de dimensionnement, un avis sur les valeurs seuils et une approche des quantités. <u>Phase DCE/ACT</u> Elle est réalisée pour finaliser le Dossier de Consultation des Entreprises et assister le maître d'ouvrage pour l'établissement des Contrats de Travaux avec le ou les entrepreneurs retenus pour les ouvrages géotechniques. — Établir ou participer à la rédaction des documents techniques nécessaires et suffisants à la consultation des entreprises pour leurs études de réalisation des ouvrages géotechniques (dossier de la phase Projet avec plans, notes techniques, cahier des charges particulières, cadre de bordereau des prix et d'estimatif, planning prévisionnel). — Assister éventuellement le maître d'ouvrage pour la sélection des entreprises, analyser les offres techniques, participer à la finalisation des pièces techniques des contrats de travaux.