



Revue de géographie historique

14-15 | 2019

Impacts environnementaux et approches spatiales de la Grande Guerre

Un exemple de structure cellulaire de défense : la Butte de Brimont, apport des plans directeurs et du Lidar (France)

Alain Devos, Sébastien Laratte, Pierre Taborelli et Frank Lesjean



Édition électronique

URL : <https://journals.openedition.org/geohist/660>

DOI : 10.4000/geohist.660

ISSN : 2264-2617

Éditeur

Association française de la Revue de géographie historique

Référence électronique

Alain Devos, Sébastien Laratte, Pierre Taborelli et Frank Lesjean, « Un exemple de structure cellulaire de défense : la Butte de Brimont, apport des plans directeurs et du Lidar (France) », *Revue de géographie historique* [En ligne], 14-15 | 2019, mis en ligne le 07 juin 2021, consulté le 12 juin 2021.

URL : <http://journals.openedition.org/geohist/660> ; DOI : <https://doi.org/10.4000/geohist.660>

Ce document a été généré automatiquement le 12 juin 2021.



Ce(tte) œuvre est mise à disposition selon les termes de la Licence Creative Commons Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale - Pas de Modification 4.0 International.

Un exemple de structure cellulaire de défense : la Butte de Brimont, apport des plans directeurs et du Lidar (France)

Alain Devos, Sébastien Laratte, Pierre Taborelli et Frank Lesjean

Cet article s'intègre dans le programme de recherche Émergence Impact 14-18 porté par l'EA 3795 - GEGENAA et financé par la région Grand Est. Les auteurs tiennent à remercier les associations de la Cote 108, de la Main de Massiges et du Souvenir de Sommepey-Tahure ainsi que les musées de Meaux et de la Pompelle.

Introduction

- 1 Les forts du système Séré de Rivières occupent une place particulière dans la conscience collective de la Grande Guerre, notamment dans le cadre de la bataille de Verdun (forts de Douaumont, de Vaux) et du Chemin des Dames (fort de la Malmaison) et font l'objet de nombreuses actions associatives de revalorisation (Coutant *et al.*, 2017). Pourtant ils restent peu étudiés par la communauté scientifique (Saur, 2013) qui les traite essentiellement par l'approche paysagère (Amat, 2015 ; Durup de Baleine, 1998, 2001), patrimoniale (Séramour, 2010) ou l'histoire militaire (Buffetaut, 2011, 2016, 2017 ; Kaluzko, 2016a, 2016b ; Neuville, 1980 ; Ortolan, 2004).
- 2 Pourtant, après la crise de l'obus torpille, et l'apparition de la poudre sans fumée, ces forts du système Séré de Rivières structurés en trois rideaux de défense sont alors frappés d'obsolescence. Les essais réalisés par l'armée française au cours de l'année 1886 sur le fort de la Malmaison ont démontré leur vulnérabilité face à ces nouvelles armes. Certaines places fortifiées sont donc en partie modernisées notamment dans le premier rideau (de Belfort-Epinal-Toul-Verdun) par du blindage, du cuirassement, une couverture de béton armé, le creusement d'abris et de casemates d'intervalles avant le conflit, mais également durant l'année 1917 (« travaux 17 » ;

Kaluzko, 2017). Par contre, les forts du second rideau de Reims, Laon, La Fère sont déclassés et désarmés (Le Hallé, 2001, 2002 ; Neuville, 1980) afin de fournir en pièces d'artillerie les troupes de campagne au début du conflit. Néanmoins, généralement situés sur les sommets, en bordure des plateaux ou sur les buttes et avant-buttes du système de cuestas de l'est de la France, ils bénéficient de sites d'observation et de contrôle des vallées, d'importance capitale pour la défense (Devos *et al.*, 2017 ; Devos *et al.*, 2018). Ils contraignent la triple Alliance à contourner le premier rideau de fortifications par le nord en envahissant la Belgique (Plan Schlieffen).

- 3 Au lendemain de la bataille de la Marne, le commandement allemand est conscient de l'échec d'une guerre courte et à l'automne 1914, la guerre de mouvement s'oriente progressivement vers une guerre de position. Si cette évolution du conflit est considérée par l'armée française comme un simple répit nécessaire à la reconstitution des forces avant la reprise de l'offensive, elle s'impose stratégiquement au commandement allemand pour des raisons militaires et économiques.
- 4 L'ouverture simultanée de deux fronts, Est et Ouest, était justifiée par une guerre de mouvement rapide. Mais l'échec du plan Schlieffen remet en cause cette prévision et l'Allemagne doit difficilement faire face à deux fronts pour une durée indéterminée. Dès lors, l'armée allemande se retranche durablement en utilisant avantageusement les ressources et les caractéristiques du terrain. Si ces deux fronts sont représentatifs de la Grande Guerre, l'armée allemande va devoir soutenir également les alliés des empires centraux en intervenant sur les fronts dits secondaires (fronts des Alpes, des Balkans, d'Orient...).
- 5 L'établissement d'une ligne de feu continue, stable et étroite va décupler les forces destructrices des armements. Si les hommes utilisent dans un premier temps les couverts offerts par les paysages pour se protéger, ils vont devoir rapidement s'enterrer dans le sol afin de survivre aux grêles de projectiles métalliques que le ciel expédie au quotidien.
- 6 Au regard d'un contexte général offrant peu de perspectives avantageuses et à l'inverse du commandement français prônant une vision à court terme du conflit, le commandement allemand souhaite ménager ses ressources. Ainsi tirant les leçons des conflits du début du XX^e siècle, l'armée allemande va faire preuve d'une grande faculté d'adaptation sur le front Ouest en utilisant au mieux les ressources du terrain tout en y déployant des moyens conséquents et répondant à l'adage militaire : une position bien placée et bien organisée nécessite moins d'hommes pour la défendre.
- 7 Dans le secteur de Reims, le front se fixe à l'est sur les Monts de Champagne et à l'ouest dans la vallée de la Loivre, le long du talus de la voie ferrée Reims-Laon, contournant la ville. Les troupes allemandes restent ainsi maître des hauteurs commandant les axes venant du nord et du nord-est en se retranchant sur les buttes-témoins boisées de Brimont et de Berru (Nogent l'Abesse). Le massif de Brimont est au plus près des premières lignes et le château éponyme fait l'objet de combats dès l'automne 1914, mais sans commune mesure avec l'ampleur de l'offensive française du printemps 1917. À ce titre, les troupes allemandes occupent une partie des forts du second rideau de défense du système Séré de Rivières (Reims, Laon, La Fère) composé dans le secteur de Reims, d'une ceinture constituée de 7 forts détachés autour de la ville. Début septembre 1914 (3 et 4 septembre), la butte de Brimont et son fort sont pris par les Allemands sans combattre (la ville de Reims est déclarée « ville ouverte ») à l'image de l'intégralité de la partie septentrionale de la ceinture de fort. Seul le fort de la Pompelle est repris par les

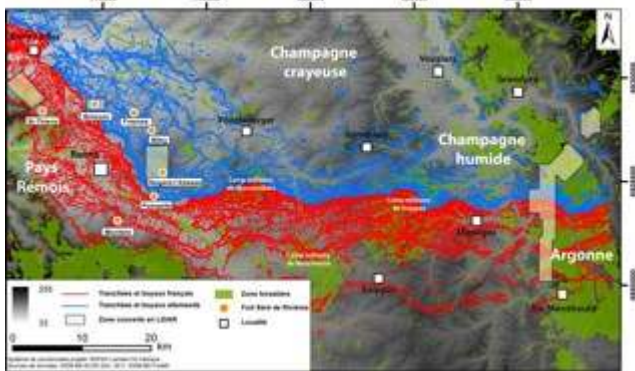
Français les 23 et 24 septembre 1914 (Buffetaut, 2016) dans le cadre d'une offensive française. Reims libérée le 13 septembre 1914 est, durant toute la durée de la guerre à portée des canons allemands et s'intègre dans la première position française (Devos *et al.*, 2015) alors que les forts de Brimont, Fresnes, Witry et Nogent constituent des centres de résistance allemande et ne seront libérés qu'en octobre 1918. Si l'objectif premier de l'offensive Nivelle du 16 avril 1917 dans ce secteur est la conquête du fort de Brimont, sa réalisation va vite se démontrer impossible dès les premières heures de l'attaque. Les vagues d'assaut français et russes (1er et 2nd régiments de la 1ère brigade russe) conquièrent Loivre et Courcy, mais elles ne peuvent déboucher au-delà du canal et du talus de la voie ferrée. Fin avril 1917, les positions françaises sont situées dans le contrebas de la nouvelle première ligne allemande épousant la bordure ouest et sud-ouest du massif. Un glacis dénué de toute protection sépare ce nouveau front qui n'évoluera pas jusqu'à l'offensive allemande du 27 mai 1918.

- 8 L'objectif de cette contribution est de comprendre comment les fortifications Séré de Rivières s'intègrent aux réseaux de défense cellulaire dans la guerre de position alors qu'elles sont déclassées et désarmées. Elle repose sur des approches sectorielle et diachronique avec l'étude du fort de Brimont dans le secteur de Reims et sur une analyse spatiale des plans directeurs de 1918 et des images lidar de 2015. Cette analyse permet ainsi d'évaluer les polémo-morphologies associées aux forts du système Séré de Rivières et à leur intégration aux réseaux de défense.

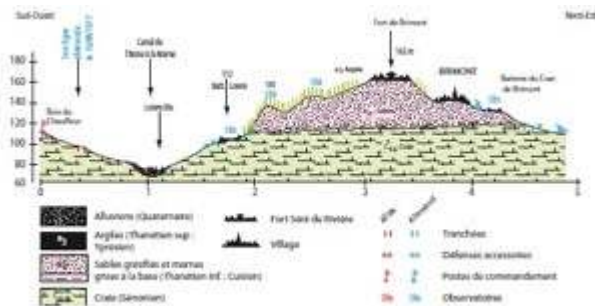
A. Cadre géographique

- 9 Le fort de Brimont s'inscrit dans la ceinture de forts autour de Reims, du second rideau Séré de Rivières, avec les forts de Montbré, de la Pompelle, de Nogent, de Witry, de Fresnes, de Saint-Thierry, le réduit de Chenay, la vigie de Berru et sa batterie (Fig. 1). Situé sur une butte-témoin à 170 m d'altitude, à 6 km de la côte d'Ile de France, il domine d'une centaine de mètres et contrôle le nord de la ville (vallée de la Suippes inférieure) et la vallée de la Loivre à l'ouest, utilisée par le canal de l'Aisne à la Marne, le chemin de fer de Reims à Tergnier et la route nationale de Reims à Laon. La butte armée à sa base dans la craie de Champagne est coiffée par un lambeau d'argiles de l'Yprésien supérieur (exploitées par une ancienne briqueterie antérieure au fort) reposant sur les sables grésifiés du Thanétien (Fig. 2). Les flancs de la butte sont ondulés par des croupes de sables culminant entre 140 et 150 m d'altitude et sont exploités par de nombreuses carrières à ciel ouvert fournissant des grès et sables pour la construction et le pavage de la voirie à Reims depuis le XIV^e siècle (Povillon-Piérard, 1826). La butte offre de bonnes conditions au creusement en roche meuble (sable) ou cohérente, mais tendre (sables grésifiés) bénéficiant de la zone non saturée de l'aquifère crayeux, car la nappe de la craie se rencontre entre 15 et 30 m de profondeur. L'alimentation en eau des ouvrages est assurée par des puits et citernes au cran de Brimont et dans la Batterie de Loivre qui captent les eaux de la nappe de la craie. Le village de Brimont s'adosse sur le flanc oriental de la butte, couvert par la vigne, contrastant avec l'ensemble de la butte principalement boisée. Les ouvrages fortifiés (fort, batterie de Loivre et Cran de Brimont) inscrits dans un glacis militaire dégagé sont exempts de couverture forestière.

- 10 Document 1 : Inscription de la ceinture de forts du système Séré de Rivières de Reims dans les réseaux de défense de la Grande Guerre en Champagne en mai 1918 et emprise des images Lidar utilisées dans le cadre du programme IMPACT 14-18 (Taborelli, 2018)



Document 2 : Coupe géologique du massif de Brimont et réseaux de défense de mai 1918



- 11 Le fort de Brimont est le plus imposant de la ceinture de Reims (sur une surface de 5 ha, garnison de 729 hommes), à massif central, pentagonal de même type que le fort de Douaumont dans le secteur de Verdun, mais à la différence de ce dernier n'a pas connu de modernisation (enveloppe de béton armé, tourelles). Il porte des plateformes de tir de canons de Bange séparées par des traverses-abris, entourant un massif central de tirs indirects pour obusiers. Il est renforcé par des batteries annexes détachées à l'est (Cran de Brimont) et à l'ouest par la Batterie de Loivre. Son fossé est défendu par 2 caponnières doubles et 1 caponnière simple. Sa gorge exposée au sud-ouest, donc à l'ennemi durant la Grande Guerre, est percée d'une porte d'entrée avec pont-levis, poterne devant le casernement. Ce dernier est semi-enterré dont les façades s'ouvrent sur des cours.
- 12 Le fort est originellement armé par 27 pièces de rempart et en casemate, 10 pièces de flanquement, et possède 2 magasins à poudre de 82 tonnes. À l'image des autres forts du secteur de Reims, il est construit par une maçonnerie en pierres meulières pour l'élévation, et en pierre de taille calcaire pour les baies (linteaux, jambages) et le chaînage d'angle. Les matériaux extraits *in situ* sont utilisés pour recouvrir le fort afin d'amortir l'effet des obus. Mais la pierre en œuvre est réemployée après-guerre expliquant le démantèlement partiel de la façade de son casernement, de l'escarpe et de la contre-escarpe.
- 13 Sa surface est originellement dénuée de couverture forestière formant un glacis qui lui garantit de bons champs de tir et la liaison optique avec les autres forts de la ceinture fortifiée.

B. Méthodes

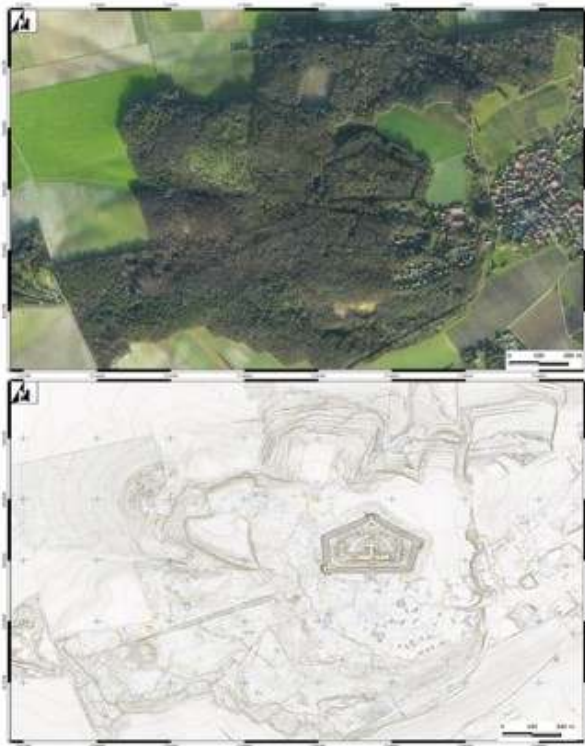
- 14 Les plans directeurs « ordinaires » et « avec les organisations alliées » des GCTA (Combaud *et al.*, 2016) de la feuille de Brimont au 1/20 000 ainsi que les équivalents allemands (StellungKarte de Reims) sont utilisés et scannés à haute résolution, d'une part pour connaître l'évolution des réseaux de défense de 1914 à 1918 et d'autre part pour digitalisation et traitement sous SIG de l'état de 1918 avant d'être comparés aux traces ou polémo-morphologies révélées par le lidar et observées sur le terrain (Tab. 1).

Tab. 1 : Plans directeurs des GCTA et StellungKarte utilisés.

Types de plan directeur	Nom de la feuille	Dates	Sources	Échelles
Ordinaire-GCTA	Brimont	01/05/1915	Historial de la Grande Guerre Péronne	1/20 000
Stellung-Karte	6. Reims	15/10/1916	Fort de La Pompelle-Musées de Reims	1/25 000
Stellung-Karte	6. Reims	05/05/1917	Fort de La Pompelle-Musées de Reims	1/25 000
Ordinaire-GCTA	Brimont	06/05/1917	Coll. Pers.	1/20 000
Ordinaire-GCTA	Brimont	28/10/1917	Coll. Pers.	1/20 000
GCTA	Brimont	02/04/1918	Coll. Pers.	1/20 000

Pour un inventaire des morphologies héritées des réseaux de défense, la télédétection par l'analyse des orthophotoplans est opérationnelle en zone cultivée et pour des clichés contemporains et post-conflit (Stichelbaut *et al.*, 2016). Par contre, sous couverture forestière, comme pour le massif de Brimont (Fig. 3), le lidar est utilisé, car il permet l'acquisition d'un modèle numérique de terrain à haute résolution et révèle les polémoformes de la Grande Guerre (Rodriguez et Benailly, 2014 ; De Matos Machado *et al.*, 2016 ; Tadorelli, *et al.*, 2017b ; Tadorelli *et al.*, 2018). Les données issues de la mission lidar aéroportée, effectuée par AERODATA pour le GEGENAA dans le cadre du programme de recherches IMPACT14-18 (financé par la Région Grand-Est) sont traitées sous Global Mapper 5blue MARble Geographics. Les paramètres de vol de décembre 2015, à 650 m d'altitude, à 130 nœuds, le taux de recouvrement (65 %), et la densité de points émis (12 points/m²) garantissent une résolution respectivement de 30 cm latéralement et de 3 cm en altitude. Un traitement automatique des données lidar permet de détecter et de discrétiser les polémo-formes de la Grande Guerre aux autres morphologies. L'Index de Position Topographiques ou TPI de GDAL (Geospatial Data Abstraction Library ; Guisan, *et al.*, 1999) dont Brenot et ses collaborateurs (2017) ont démontré l'efficacité dans des contextes similaires en Argonne est utilisé. Le traitement de l'information géographique est réalisé sous QGIS 3.2 (2018). Les micromorphologies révélées au lidar sont reconnues lors de plusieurs campagnes de terrain constituant un filtrage manuel final qui supprime les artefacts (chemins forestiers, chablis, ...).

Document 3 : Photographie aérienne et Image Lidar du massif de Brimont (situation en 2015)

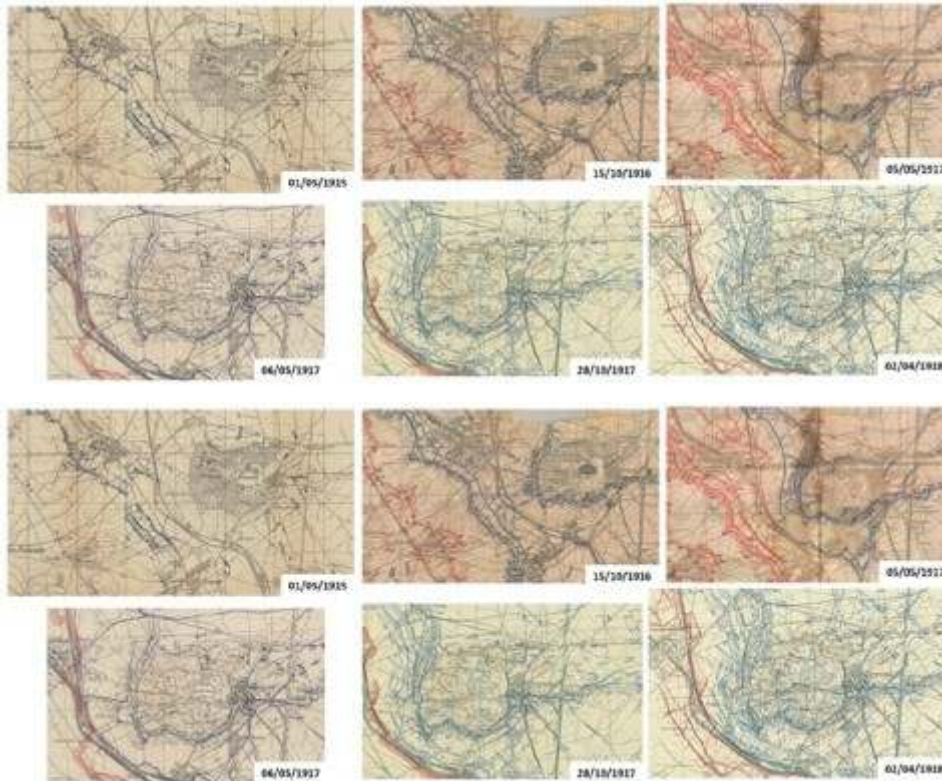


I. Résultats

A. Apport des plans directeurs

- 15 L'analyse diachronique des plans directeurs montre une évolution structurelle des réseaux de défense de 1915 à 1918 (Fig. 4).

Document 4 : Évolution des réseaux de défense du massif de Brimont de 1915 à 1918 (extraits des plans directeurs des GCTA et des StellungKarte - Historial de Péronne).



- 16 En 1915, la structure est linéaire et discontinue avec une seule position de défense allemande, de une à trois lignes de tranchées desservies par des boyaux, au fond de la vallée de la Loivre, calée sur le canal de l'Aisne à la Marne et sur la voie ferrée de Reims à Laon alors que les Français s'adosent au talus de la route nationale 44 de Reims à Cambrai. La butte et son fort ne sont pas fortifiés, mais cachent des yeux de l'ennemi des pièces d'artillerie situées derrière le relief au nord du village de Brimont.
- 17 En 1916, les réseaux de défense se multiplient en profondeur avec plusieurs positions et se densifient avec de multiples lignes de tranchées continues. Chaque position est protégée par un réseau de défenses accessoires (barbelés). La structure devient cellulaire avec des centres de résistance en première position fixés dans les villages de Loivre et de Courcy où la densité de tranchées est exacerbée. La seconde position allemande épouse la partie méridionale et occidentale de la butte de Brimont avec deux lignes de tranchées en position de lisière bénéficiant aussi d'un site de crête militaire alors que le fort situé sur la crête topographique n'est pas fortifié, mais relié au réseau de défense par des pistes et des boyaux.
- 18 En 1917, suite à l'offensive Nivelles et à la prise par les troupes françaises de la première position allemande, la butte de Brimont s'inscrit en première ligne. Les réseaux de défense se densifient davantage, de part et d'autre du no man's land limité au canal de la Marne à l'Aisne. La butte de Brimont constitue alors une cellule de défense fortement défendue par cinq lignes de tranchées, de nombreux réduits (dont celui du château de Brimont), par plusieurs rideaux de barbelés, avec de nombreux observatoires situés en lisière, mais toujours sous couvert forestier, mais aussi au sommet à l'ouest du fort. Elle est alors totalement circonscrite par le dispositif de défense de première position, mais

les pièces d'artillerie restent essentiellement positionnées en arrière, derrière la butte sur son flanc nord-est, à l'abri des yeux de l'ennemi. Cet effet de masque est largement exploité par les Allemands qui entretiennent de nombreuses pistes et chemins de fer desservant ce côté de la butte. Deux boyaux d'accès au fort sont représentés, l'un par le nord manifestement relié à sa caponnière de tête et l'autre par l'ouest proche de sa caponnière de gorge. Le témoignage du Général Buat, commandant la réserve générale d'artillerie, illustre bien la perception qu'ont les Français du massif de Brimont : « *Le Brimont est une hauteur boisée - à 2 ou 3 km de Loivre - supportant l'un des forts de Reims. À ses pieds sud et sud-est, le canal de la Marne à l'Aisne et le chemin de fer de Reims à Laon cheminent en commun pour se séparer, la colline dépassée, et se diriger, l'un vers le nord-ouest sur Sapigneul, l'autre vers le nord sur Berméricourt. Le Brimont est donc en plein chez l'ennemi à qui pentes et sommets fournissent de splendides observatoires. Aussi, à tout événement, les Allemands ont-ils construit à mi-côte une deuxième position comportant plusieurs lignes de tranchées toujours maintenues en parfait état d'entretien et bien protégées par d'abondants réseaux de fils de fer. Quant à leur artillerie, elle est en mineur partie au sud du canal, la masse des batteries s'étant mise à l'abri de ce fossé protecteur* » (Buat, 1922).

- 19 En 1918, la densification des réseaux se manifeste par la multiplication des rideaux de défense accessoires, de nœuds de tranchées, d'observatoires, de lignes téléphoniques et de pistes.

B. Apports du lidar et des campagnes de terrain

- 20 Aujourd'hui encore, les images lidar (Fig. 5) et les artefacts du terrain offrent une lecture surprenante du réseau défensif allemand, de son déploiement et de sa profondeur. Chaque emplacement de tranchée, de pièce d'artillerie ou d'observatoire obéit judicieusement au relief du massif dont le but est d'être indécélable des positions françaises.

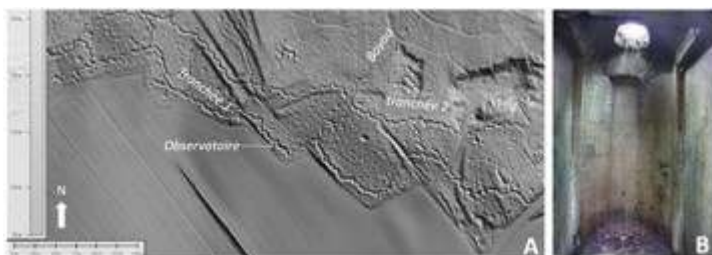
Document 5 : Synthèse de l'analyse spatiale des polémo-formes du massif de Brimont à partir du traitement automatique de l'image Lidar (fond Sky View Factor dérivé du Lidar).



- 21 Le réseau de défense est remarquablement préservé avec 27,8 km de tranchées et de boyaux, intégralement sous forêt. En effet, on ne retrouve aucune trace morphologique de tranchées en zone cultivée, manifestement comblées après-guerre. Le sommet de la

butte est peu fortifié par rapport à ses flancs sud et ouest qui offrent de nombreux sites de crêtes de tirs (ou crêtes militaires). On observe une position de lisière à deux lignes de tranchées dont le tracé paraphrase celui des plans directeurs (Fig. 6). Des boyaux desservent ces tranchées, mais aussi des éléments de tranchées associés à des plateformes d'artillerie. Un réseau dendritique particulièrement dense de boyaux se développe en lisière sur les promontoires de sables thanétiens au sud-ouest et au nord-ouest de la butte, associés à des observatoires (10 reconnus sur le terrain) dont certains sont bétonnés voire préfabriqués avec un toit percé d'un trou pour un périscope, des parois inscrites à gauche d'un « 4L » (Links) et à droite d'un « 4R » (Recht). Ils sont accolés à un blockhaus bétonné doté de lignes téléphoniques.

- 22 Document 6 : A. Image Lidar de la position allemande de lisière, composée de deux tranchées ; B. poste d'observation bétonné (cl. A. Devos)



- 23 Les structures du fort apparaissent nettement avec son fossé (escarpe et contre-escarpe), ses trois caponnières, ses traverses-abris, son casernement dont le toit est éventré à 3 endroits. On observe un boyau d'accès à la caponnière double de tête, creusant la contre-escarpe, et une rampe d'accès au fossé au niveau de la caponnière simple qui répondent à la mauvaise orientation du fort par rapport à la ligne de front. Sa surface apparaît remarquablement lisse, dénuée d'impacts d'obus sur les pentes non exposées à l'ennemi (escarpe et fossé nord) à la différence des pentes exposées où la rugosité s'explique par la coalescence d'entonnoirs d'obus.
- 24 Les impacts d'obus sont remarquables sur l'image lidar, puisque le traitement automatique décèle plus de 4 100 entonnoirs d'obus, mal répartis sur la butte, car concentrés autour des batteries (tirs de destruction ou contre-batterie), au niveau des nœuds de tranchées et surtout sur le fort, notamment sur ses reliefs exposés au sud-ouest et ses traverses-abris. Le traitement statistique des diamètres d'entonnoirs d'obus montre une distribution unimodale très concentrée autour de diamètres compris entre 1,1 et 1,6 m correspondant à des obus de 75 mm (Fig. 9). Les plus gros impacts (4 à 5 m de diamètre) sont observés sur le fort et plus particulièrement sur le casernement (Fig. 7 et 8A-B), et ses caponnières. Certains pics mineurs (correspondant 1,8 et 2,2 m) peuvent correspondre à des impacts de munitions de calibre plus important où à la coalescence d'entonnoirs de même diamètre. Cette coalescence s'exprimant préférentiellement autour des objectifs prioritaires au regard de l'artillerie. Les campagnes de terrain révèlent de nombreux obus foirés, mal explosés, en chou-fleur, probablement associés à la forte pénétrabilité des sables thanétiens (faible percussion) ou à des défauts de fabrication (Fig 10).

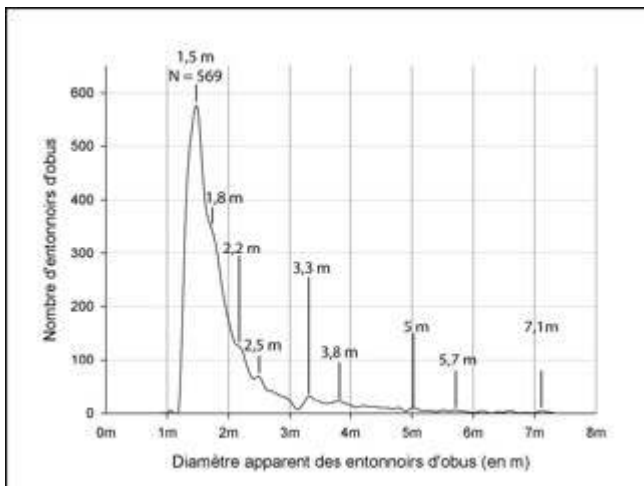
Document 7 : Image Lidar (Sky view Factor – SVF) du fort de Brimont avec ses structures, les travaux d'intégration au réseau de défense et ses entonnoirs d'obus.



Document 8 : A. Effondrement de la voûte du casernement suite à l'impact d'un obus de 400 mm, B. Crevasse de la voûte du casernement par l'obus, C. Façade du casernement démantelée après-guerre, D. Entrée du fort (cl. A. Devos).



Document 9 : Diagramme de distribution des diamètres des entonnoirs d'obus du massif de Brimont (effectif N = 4 100)

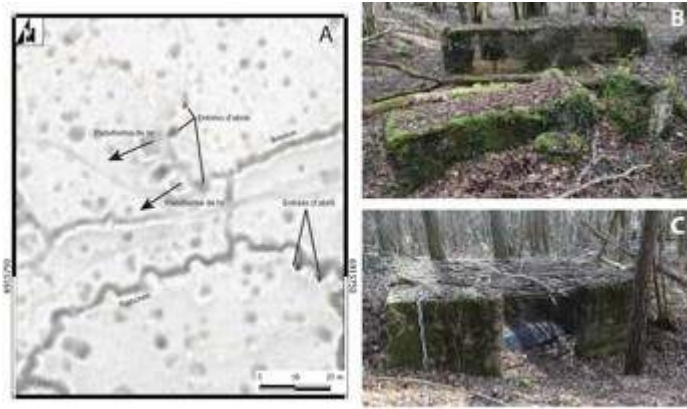


Document 10 : Enveloppes d'obus « foirés » ou mal explosés en « chou-fleur » (cl. A. Devos)

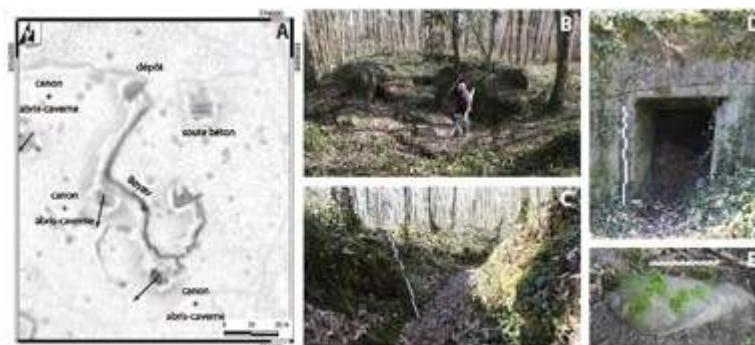


Les données lidar et leurs traitements montrent également de nombreux emplacements d'artillerie qui défendent la butte de Brimont :

- 25 - Les emplacements d'artillerie à tir courbe. Composée de Minenwerfer de calibres 76 et 170 mm (Leiter et Mitlerer MinenWerfer - MW) ainsi que d'obusiers de 150 mm, les positions de tir des MW sont ancrées dans la 2^{ème} tranchée allemande et surplombent la 1^{ère} tranchée. Ces derniers semblent avoir été placés sous abris équipés d'une cheminée de tir. Ces lances-mines ont une portée de 1 000 à 1 200 m pouvant battre toute la surface du no'man's land jusqu'à la première ligne française. Un replat sur le versant nord du massif héberge l'emplacement d'une batterie d'obusier de 150 mm (3 pièces) par l'aménagement de plateformes et de sapes. Son utilisation permet de battre les contre-pentes de talus et de chemins creux jusqu'à une distance de 7 400 m.
- 26 - Les emplacements d'artillerie à tir tendu se retrouvent sur le niveau supérieur de la 2^{ème} tranchée allemande, il est surprenant de constater la présence de trois structures en béton de forme triangulaire et comprenant une embrasure (Fig. 11). Ces abris ont été édifiés pour accueillir des canons de campagne de 77 mm pouvant effectuer des tirs directs ou tendus sur les assaillants et les positions françaises. D'une portée de 8 400 m, leur champ de feu dominait la plaine jusqu'aux abords de Reims.
- 27 - Les emplacements d'artillerie lourde (moyenne portée) sont davantage morphogènes, car plus imposants avec leurs bourrelets pare-éclats, leurs boyaux d'accès aux plateformes, et leurs entrées d'abris-caverne (Fig. 12). Au sud du fort et au sommet du massif, la surface du sol comporte les traces importantes d'une batterie de canons longs de 150 mm avec des obus encore en place. Ces dernières nous apportent de réelles informations sur l'organisation de la batterie (emplacements des pièces dont deux sont bétonnés, fosses à munitions, PC de tir, réseau de boyaux de communication et observatoire). D'une portée de 12 000 à 18 000 m selon le modèle, cette batterie pouvait atteindre les arrières Français du massif de Saint Thierry et une partie de la vallée de la Vesle (axes majeurs, camps de repos, dépôts divers, épis de tirs...).
- 28 Document 11 : Emplacements de batterie de campagne à tir tendu en image Lidar et sur le terrain (cl. A. Devos)



- 29 Document 12 : A. Emplacement de batterie d'artillerie lourde en image Lidar, B. Plateforme de tir avec bourrelet pare-éclats, C. Boyau, D. Entrée d'abris-caverne bétonnée, E. Obus de 150 mm (cl. : A. Devos).



II. Discussions

- 30 Avec la guerre de position, les réseaux de défense constitués de tranchées et de boyaux, s'organisent autour de la ligne de front. Leur organisation peu étudiée (Villate, 1925) est récemment mise en évidence par l'analyse spatiale des Plans directeurs des Groupes de Canevas de Tirs des Armées (GCTA) sous Systèmes d'Information Géographique (Taborelli, *et al.*, 2017 ; Taborelli, 2018), par l'outil lidar (De Matos Machado, 2018 ; Taborelli, *et al.*, 2017, 2017) et l'approche archéologique (Brenot *et al.*, 2017).
- 31 L'étude du massif de Brimont témoigne d'une évolution structurelle des réseaux de défense, passant successivement d'éléments de tranchées en 1914, de structures linéaires et hiérarchisées en positions s'épaississant de 1915 à 1916 avant une structure cellulaire dès 1917 où la perméabilité des premières lignes est volontairement assurée (Devos *et al.*, 2015 ; Solard, 1935) conformément à la directive Pétain n° 4 du 22 décembre 1917 (Goya, 2014). Cette structure cellulaire autour des centres de résistance, basée sur une défense en profondeur, et des positions en bretelles permettant de dissocier les troupes ennemies par des tirs de flanquement à l'intérieur des réseaux, s'avère évidente dans le secteur de Reims. Mais cette évolution n'est pas spatialement homogène, car elle dépend des conditions géographiques, géologiques (Hanot *et al.*, 2015), géomorphologiques, de la végétation (Amat, 2015), et de l'hydrographie (Villate, 1925), habilement utilisées en fonction des conditions balistiques et militaires de l'époque. En effet, les réseaux de défense présentent une organisation spatiale différente selon les Pays traversés par la zone de front (Taborelli *et al.*, 2018b). Le secteur de Reims particulièrement dégagé, mais dominé par des reliefs surplombant les dispositifs de défense est particulièrement propice aux structures cellulaires profondes,

car les buttes-témoins, les avants-buttes et le front de côte sont plus faciles à fortifier par un feu croisé dont la portée est amplifiée par les dénivelés et l'efficacité assurée par l'observation, notamment en position de crêtes militaires. Ailleurs, en Champagne crayeuse, en Champagne humide et en Argonne, les réseaux de défense s'adaptent à d'autres conditions déterminant ainsi une autre organisation (Fig. 1).

- 32 L'intégration des forts dans les réseaux de défense dépend de leur orientation par rapport à la ligne de front. Si cette dernière s'installe devant la tête de l'ouvrage, davantage fortifiée, l'accès au fort à sa gorge sera moins visible et moins exposé à l'artillerie. Mais à l'inverse, du côté allemand, les forts de la ceinture de Reims inscrits dans la zone de front sont mal orientés comme à Brimont. La tête de l'ouvrage est orientée vers le nord, alors que sa gorge, ouverte par une entrée avec pont mobile regarde vers le sud donc vers les positions françaises. Les plateformes d'artillerie sont non seulement mal orientées, comme le casernement, mais sont exposées aux vues de l'ennemi dans le glacis périphérique autour du fort. Cela explique la répartition spatiale des entonnoirs d'obus concentrés sur les ouvrages exposés au sud-ouest et notamment ceux du casernement. Ce dernier est touché par des obus de 400 mm tirés par un obusier lourd situé à Trigny (« le Moustique ») en avril 1917 dont l'épi de tir est repéré sur une carte allemande (Artillerie Karte) du 6 juin 1917. Le casernement est alors délaissé pour un camp camouflé sous couverture forestière à l'extérieur du fort, sur le flanc nord de la butte comme le montrent les images lidar et les repérages de terrain. Ce flanc nord, à l'abri des observatoires ennemis, est desservi par un réseau impressionnant de lignes téléphoniques et par un chemin de fer.
- 33 L'intégration du fort dans le réseau de défense nécessite également des travaux de creusement de nouveaux accès par des boyaux reliés aux positions de l'arrière, par un boyau et une rampe dans la contre-escarpe du fossé nord vers la caponnière double, afin d'éviter la piste et le pont-levis trop exposés. L'étude des autres forts de la ceinture de Reims ou de Verdun (Kaluzko, 2016b) montre que de nombreux aménagements souterrains, et plus spécifiquement des tunnels d'accès aux observatoires et aux forts sont creusés de manière à se protéger du feu et de la vue de l'ennemi, comme au fort de la Pompelle et sa galerie dite du Métro (Bouxin, 2014 ; Devos *et al.*, 2017) ou au fort de Nogent (Coutant *et al.*, 2017) ce qui semble également très probable au fort de Brimont. En effet, des tunnels de liaison entre les caves des maisons du village de Brimont et le fort sont mentionnés sur des cartes anciennes ; les images lidar et les campagnes de terrain témoignent de nombreuses entrées d'abris-cavernes ou de tunnels, notamment dans les promontoires de sables grésifiés, mais leur exploration n'a pas encore été menée. Les travaux de creusement de tunnels induits la production de matériaux dont l'accumulation (verses) et le signal en photo-interprétation contraste fort avec l'environnement, notamment sur la craie blanche où les sables beiges-ocres thanétiens. Pour éviter d'être repérés, les déblais sont étalés et camouflés dans le casernement, comme dans le fort de la Pompelle, ou dans les fossés des ouvrages comme à Nogent (Coutant *et al.*, 2017).
- 34 Si les souterrains et les cavités du fort constituent des protections face aux intempéries, mais toutes relatives face aux obus, ils ne justifient pas l'intégration de l'ouvrage au réseau de défense qui reste peu développé. Le fort situé au sommet de la butte est trop exposé à la vue de l'ennemi, à l'artillerie à tir courbe, au milieu de son glacis sans camouflage ni masque. Non modernisé après la crise de l'obus torpille, il est vulnérable au pilonnage d'artillerie. C'est davantage l'effet de site, et plus spécifiquement un site

de butte-témoin coiffée par une auréole forestière qui structure la défense cellulaire. La butte est plus facile à défendre, car offrant de multiples potentialités d'observation, de tir, de creusement (en zone non saturée des aquifères) et surtout avec une couverture forestière périphérique qui camoufle les travaux et dispositifs de défense situés en lisière alors que le no mans' Land est dégagé. À ce titre, toute tentative d'offensive ennemie est repérée comme le signale le Général Edmond Buat : « Le Brimont lui, surplombe à la fois les deux camps ; nos troupes ne peuvent, en plein jour, faire aucun mouvement qui ne soit épié et aussitôt signalé au tir de l'artillerie ennemie. » (Buat, 1922).

- 35 Les vallons périphériques divergents ainsi que les promontoires de sables grésifiés autour de la butte confèrent de bonnes potentialités de couverture d'artillerie par le feu croisé de batteries disposées sur ses flancs sud et ouest. En outre les pentes et le dénivelé augmentent relativement la portée moyenne des projectiles alors que l'intégralité de la butte masque une forte concentration d'artillerie au nord de Brimont. Ce système défensif allemand utilisant les trois types d'artillerie (lourde, de campagne et de tranchée) dont le plan de feu couvre un angle à peu près de 45° entre le sud et l'ouest du massif s'avère d'une remarquable efficacité vérifiée par l'échec de l'offensive Nivelles du 16 avril 1917. En effet, si l'objectif premier de l'offensive française dans ce secteur est la conquête du fort de Brimont, sa réalisation va vite se démontrer impossible dès les premières heures de l'attaque. Les vagues d'assaut françaises conquièrent Loivre et Courcy, mais elles ne peuvent déboucher au-delà du canal et du talus de la voie ferrée.

Conclusion et perspectives

- 36 L'analyse spatiale des plans directeurs des GCTA et des images lidar du massif de Brimont montre que l'évolution des réseaux de défense de la Grande Guerre tend vers une structure cellulaire autour de centres de résistance plus faciles à fortifier. Les buttes-témoins, les avants-buttes, les saillants ou éperons du relief de côtes offrent de bonnes potentialités de défense par effets de masque et de lisière forestière tout en garantissant un feu croisé et l'observation de la zone de front. Ces sites exploités par le réseau de forts détachés du système Séré de Rivières, concentrent aujourd'hui des polémo-formes anté, syn et post Grande Guerre révélées par l'imagerie lidar. Elles sont remarquablement conservées dans le second rideau moins obusé par le déluge d'artillerie, qu'à Verdun, où la lisibilité des réseaux de défense est plus difficile sur les images lidar ou sur le terrain (De Matos Machado, 2018 ; De Matos Machado *et al.*, 2016). L'intégration des forts au réseau de défense induit de nombreux travaux en surface (boyaux d'accès à travers le fossé, abandon du casernement), mais surtout souterrains avec le creusement de tunnels et d'abris à l'épreuve (abris-cavernes, soutes à munitions, galeries de liaison). À ce titre, ces sites mériteraient des campagnes de prospection et de topographie souterraine et des opérations archéologiques programmées, associées aux images lidar et à la télétection sur des photographies contemporaines au conflit.

BIBLIOGRAPHIE

- Amat J.-P., 2015, *Les forêts de la Grande Guerre : histoire, mémoire, patrimoine*, Paris, Presses de l'Université Paris-Sorbonne, 548 p.
- Bouxin M., 2014, *Le fort de la Pompelle et le corps expéditionnaire russe*, Moscou, Koutkovo pole, 173 p.
- Brenot J., Saulière N., Léty C., Taborelli P., Zélie B., Blondeau R. et Devos A., 2017, « How much did the soldiers dig ? À quantification of WW1 remains in Argonne, France », *Geoarcheology*.
- Buat E.G., 1922, *La prise de Loivre par le 3^e Bataillon du 133^e RI. Un incomparable fait d'armes.*, Librairie Chapelot.
- Buffetaut Y., 2011, « Le grignotage, une tactique qui n'en était pas une », *Tranchées, Un regard nouveau sur la Grande Guerre*, Hors série N° 2, pp. 5-9.
- Buffetaut Y., 2016, « La reconquête du fort de la Pompelle - 23-30 septembre 1914 », *Tranchées, Un regard nouveau sur la Grande Guerre*, 27, pp. 23-38.
- Buffetaut Y., 2017, « La prise du fort de la Malmaison », *Tranchées, Un regard nouveau sur la Grande Guerre*, 31, pp. 57-64.
- Combaud A., Devos A., Chalumeau L., Taborelli P. et Bollot N., 2016, « Les plans directeurs de la Grande Guerre : Une nécessaire innovation cartographique », *Revue Internationale de Géomatique*, 26, 3, pp. 363-393.
- Coutant C., Tourtebatte P., Schmidt F., Quantinet D., 2017, *Le fort de Nogent-l'Abbesse. Quand la coopérative vinicole de Nogent l'Abesse et Cernay-lès-Reims adopte un fort Séré de Rivières*, Reims, Epernay, Éditions de l'Effervescence, 96 p.
- De Matos Machado R., 2018, *Paysages de guerre et Lidar : de la caractérisation des polémoformes à la conservation des patrimoines naturel et culturel de la forêt domaniale de Verdun (Meuse, France)*, Thèse de doctorat, Paris, Université de Paris La Sorbonne, 520 p.
- De Matos Machado R., Amat J.-P., Arnaud-Fassetta G. et Bétard F., 2016, « Potentialités de l'outil Lidar pour cartographier les vestiges de la Grande Guerre en milieu intra-forestier (bois des Caures, forêt domaniale de Verdun, Meuse) », *EchoGéo*, 38.
- Devos A., Taborelli P., Damien T., Bollot N., Blanc A., Fronteau G., Laratte S., Lejeune O., Desfosses Y. et Embry M., 2017, « La Grande Guerre sur la Cote d'Île-de-France, en Champagne crayeuse et en Argonne- Journées d'étude d'Automne - World War I in Ile-de-France cuesta, Chalky Champagne and Argonne- Days of autumn study - », *bulletin Information des Géologues du bassin de Paris*, 54, 3, pp. 3-19.
- Devos A., Taborelli P., Dodici M., Chalumeau L., Buridant J., Bollot N., Combaud A. et Desfossés Y., 2015, « Rôle des conditions géographiques sur l'organisation spatiale des réseaux de défense de la Grande Guerre. Application à la Champagne (région de Reims) », *Physio-Géo*, 9, 1, pp. 157-174.
- Devos A., Taborelli P., Laratte S., 2018, *Géologie et organisation spatiale des réseaux de défense de la Grande Guerre sur le front ouest (Pays rémois, Champagne et Argonne) -Apport des Plans directeurs et du SIG*, pp. 548.
- Durup de Baleine A., 1998, « Paysages hérités de la fortification «Séré de Rivières » au sein des Côtes lorraines », *Revue Géographique de l'Est*, 38, 1, pp. 57-84.

Durup de Baleine A., 2001, « L'ouvrage fortifié de Froideterre : de l'outil de défense au paysage de mémoire. », *Revue Historique des Armées*, numéro hors-série ministère de la Défense, Vincennes, pp. 50-60.

Équipe de développement de QGIS (2018). Système d'information géographique QGIS. Open Source Geospatial Foundation Project. URL : <http://qgis.osgeo.org>

Goya M., 2014, *L'invention de la guerre moderne. Du pantalon rouge au char d'assaut, 1871-1918*, Édition Tallandier, 479 p.

Guisan A., Weiss S.B., Weiss A.D., 1999, « GLM versus CCA spatial modeling of plant species distribution », *Plant Ecology*, 143, pp. 107-122.

Hanot F., Bergerat F., Gély J.-P., Porchier J.-C. et Vicelli J., 2015, « La géologie du front occidental de la Grande Guerre des Flandres à la Champagne. », *Bulletin d'information de l'Association des Géologues du Bassin de Paris*, 52, 3, pp. 27-44.

Kaluzko J.-L., 2016a, « « Douaumont ist gefallen » et alors... », *Tranchées, Un regard nouveau sur la Grande Guerre*, 24, pp. 36-47.

Kaluzko J.-L., 2016b, « Le fort de Tavannes pendant l'enfer de Verdun », *Tranchées, Un regard nouveau sur la Grande Guerre*, 26, p. 33-41.

Kaluzko J.-L., 2017, « Les travaux 17 à Verdun », *Tranchées, Un regard nouveau sur la Grande Guerre*, 31, pp. 48-56.

Le Hallé G., 2001, *Le système Séré de Rivières ou le témoignage des pierres*, Editions Ysec, Louviers, 224 p.

Le Hallé G., 2002, *Précis de la fortification*, Ysec, 192 p.

Neuville M., 1980, « La ceinture fortifiée de Reims et le fort de la Pompelle, Mélanges d'histoire militaire », *Travaux de l'Institut de l'Académie Nationale de Reims*, 159, pp. 91-128.

Ortolan H., 2004, « Le Système Séré de Rivières en 1914 », *le Magazine de la Grande Guerre 14-18*, 17, pp. 38-45.

Povillon-Piérard E.-F.-X., 1826, *Tableau historique et statistique de la montagne et du village de Brimont, près de Reims*, Châlons, Imprimerie Boniez-Lambert, 44 p.

Rodriguez P. et Benailly G., 2014, « Les traces archéologiques du Camp retranché de Paris dans le Val-d'Oise », *Les nouvelles de l'archéologie*, 137, pp. 45-50.

Saur S., 2013, « La fortification permanente », dans *A l'Est, du nouveau - archéologie de la Grande Guerre en Alsace et en Lorraine*, Strasbourg, Editions des Musées de Strasbourg, p. 367.

Séramour M., 2010, *L'iconographie du silence - Expression pariétale des systèmes fortifiés contemporains lorrains et alsaciens - Systèmes Séré de Rivières, position de la Moselle, position de la Bruche et Place de Strasbourg, Ligne Maginot, 1871-1945*, Thèse de doctorat, Metz, l'Université Paul Verlaine, 416 p.

Solard, 1935, *Fortification. Tome II : La fortification pendant la guerre 1914-1918*, École d'Application d'Artillerie, 148 p.

Stichelbaut B., Gheyle W., Saey T., Van Eetvelde V., Van Meirvenne M., Note N., Van den Berghe H. et Bourgeois J., 2016, « The First World War from above and below. Historical aerial photographs and mine craters in the Ypres Salient », *Applied Geography*, 66, pp. 64-72.

Taborelli P., 2018, *Les conditions géographiques et l'organisation spatiale du front de la Grande Guerre : application à l'évaluation environnementale post-conflit en Champagne-Ardenne (France)*, Thèse de doctorat, Reims, France, Université de Reims-Champagne-Ardenne, 425 p.

Taborelli P., Devos A., Laratte S., Bollot N., Pierre G., Brenot J., 2017, «Combining GIS, trenches maps and Lidar for WWI Landscapes in Champagne (FRANCE) », In : *Stellenbosch (12th International Conderence on Military Geosciences)*.

Taborelli P., Devos A., Laratte S. et Brenot J., 2018, « The role of geomorphic controls on the development of defensive networks along the western front during the Great War : case study of Champagne and Argonne (France) », *Scientia Militaria : South African Journal of Military Studies*, 46, 1, pp. 149-161.

Taborelli P., Devos A., Laratte S., Brenot J., Bollot N., Cancès B., et Desfossés Y., 2017, « Apport des plans directeurs et de l'outil Lidar aéroporté pour la caractérisation des impacts morphologiques de la Grande Guerre : exemple de la cote 108 (Berry-au-Bac, France) », *Géomorphologie : relief, processus, environnement* [En ligne], Articles sous presse.

Taborelli P., Devos A., Laratte S., Desfossés Y. et Brenot J., 2017, «Typologie et organisation spatiale des « polémo-formes » de la Grande Guerre révélées par l'outil Lidar et les Plans directeurs. Application à la Champagne et à l'Argonne », *Revue de Géographie Historique et guerre*, n°10-11.

Taborelli P., Devos A., Laratte S., Rabasté Y., Duchêne B., 2017, « Des polémo-paysages des champs de bataille de la grande guerre aux faciès agricoles. Apport de l'archéologie et de la pénétrométrie dynamique exemple de la croix-blandin (reims, france) ».

Villate R., 1925, *Les conditions géographiques de la guerre sur le front français de 1914 à 1918*, Paris, Payot (Bibliothèque géographique), 325 p.

RÉSUMÉS

Les fortifications du système Séré de Rivières du second rideau défensif autour de Reims sont, à la veille la Grande Guerre, désarmées et abandonnées. L'exemple du fort de Brimont, situé sur une butte-témoin de la cuesta d'Ile de France, montre que ces ouvrages servant de point d'appui sont englobés dans les réseaux de tranchées et de boyaux. Cet ensemble de polémoformes est d'abord étudié à partir d'une analyse spatiale des plans directeurs des Groupes de Canevas de Tirs des Armées (GCTA). Le flanc de la butte présente de bonnes potentialités de crêtes militaires et de sites d'observation en lisière de forêt alors que le sommet, coiffé du fort, à découvert donc trop exposé à l'ennemi, est peu fortifié en surface. Mal orienté par rapport à la ligne de front, il fait l'objet de réhabilitations (boyaux d'accès creusé dans le front de tête, souterrains), abrite de nombreux postes d'observation selon une organisation cellulaire, dont les morphologies révélées en image Lidar et repérées sur le terrain, restent bien conservées sous forêt. De nombreux impacts d'artillerie sont visibles, notamment sur les ouvrages de gorge (entrée, casernement), sur les caponnières et les traverses-abris.

The *Séré de Rivières* fortifications system of the second defensive curtain around Reims, are on the eve of the Great War, disarmed and abandoned. The example of the Brimont fort, located on a outlier of the Ile de France cuesta, shows that these works serving as point of support, are included in the networks of trenches studied from a Spatial analysis of trench maps from Army Fire Canvas Group (GCTA). The side hill has good potential for military ridges and observation sites on the edge of the forest while the top capped the fort, exposed so too exposed to the enemy, is little fortified on the surface. Misaligned with respect to the front line, it is the subject of rehabilitations (access ducts dug in the front of the head, underground), home to numerous observation posts according to a cellular organization, whose morphologies revealed in Lidar image and spotted in the field, remain well preserved under forest. Many artillery impacts are

visible especially on the throat works (entrance, barracks), the caponiers and the shelter-crossings.

INDEX

Mots-clés : Grande Guerre, réseaux de défense, fort Séré de Rivière, plans directeurs, Lidar, Brimont (France)

Keywords : ww1, defense network, Séré de rivières castle, trench map, Lidar, Brimont (France)

AUTEURS

ALAIN DEVOS

GEGENAA-URCA

SÉBASTIEN LARATTE

GEGENAA-URCA

PIERRE TABORELLI

GEGENAA-URCA