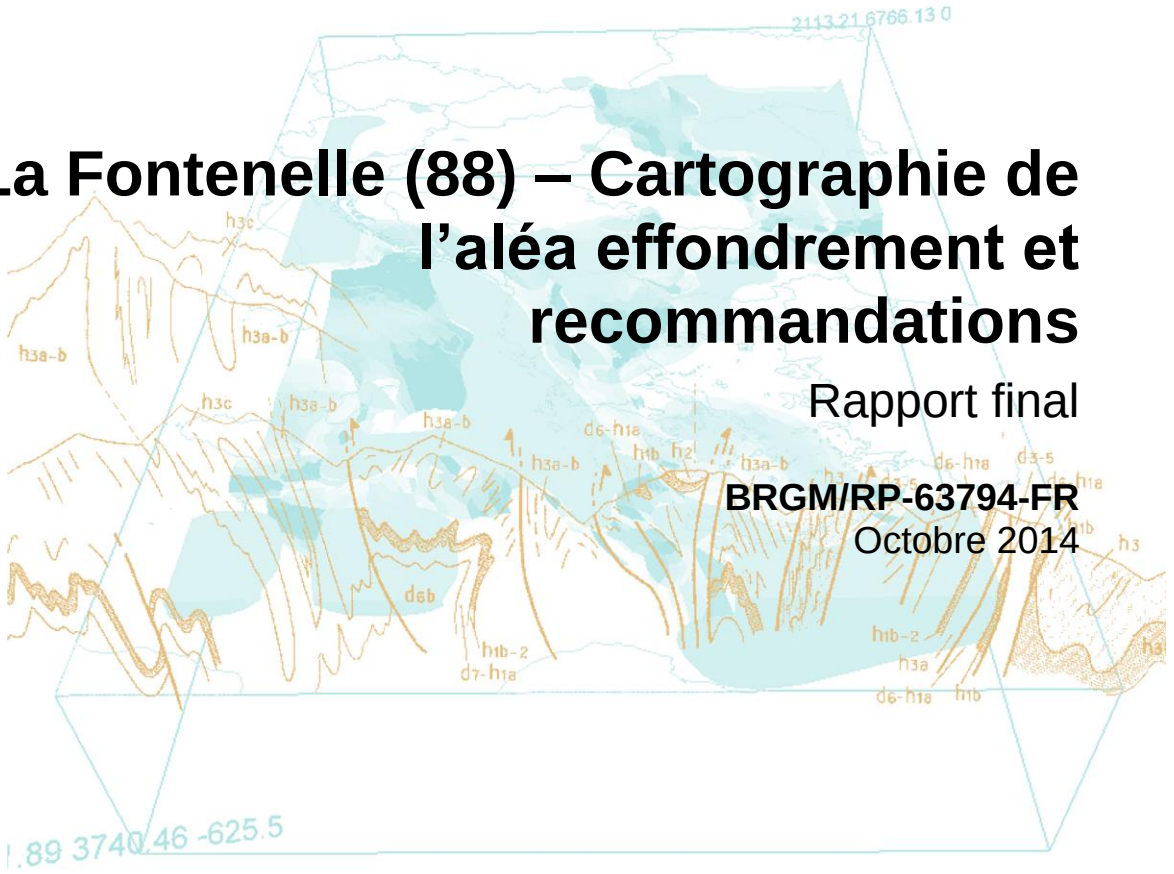
Document public

La Fontenelle (88) – Cartographie de l'aléa effondrement et recommandations

Rapport final

BRGM/RP-63794-FR
Octobre 2014



Géosciences pour une Terre durable

brgm

Document public

La Fontenelle (88) – Cartographie de l'aléa effondrement et recommandations

Rapport final

BRGM/RP-63794-FR
Octobre 2014

Étude réalisée dans le cadre des opérations de Service du BRGM PSP13LOR13

C. Cartannaz, N. Mastio

Vérificateur :	**Approbateur :**
Nom : E. Vanoudheusden	Nom : D. MIDOT
Date : 28/11/2014	Directeur régional Lorraine
Signature :	Date : 03/12/2014
	Signature :

Le système de management de la qualité et de l'environnement est certifié par AFNOR selon les normes ISO 9001 et ISO 14001.

Géosciences pour une Terre durable
brgm

Mots-clés : Risque naturel, cavités, effondrement, fontis, affaissement, sape, tranchée, champ de bataille, Ban-de-Sapt, La Fontenelle

En bibliographie, ce rapport sera cité de la façon suivante :

Cartannaz C., Mastio N. (2014) – La Fontenelle (88) – cartographie de l'aléa effondrement et recommandations. Rapport final. BRGM/RP-63794-FR, 17 p., 2 fig., 10 photos, 2 ann..

© BRGM, 2014, ce document ne peut être reproduit en totalité ou en partie sans l'autorisation expresse du BRGM.

Synthèse

Le développement touristique du Massif des Vosges constitue un enjeu économique prioritaire pour ce territoire rural. Connu pour la pratique de la randonnée, les Conseils Généraux du Haut-Rhin et des Vosges, par le biais de leur Agence Du Tourisme (ADT) ont décidé de mettre en valeur l'intérêt culturel et historique des Vosges et initié une démarche de mémoire des sites de la Grande Guerre. Porté par les acteurs locaux et le Commissariat à l'aménagement du Massif des Vosges, le pôle d'excellence rurale interdépartemental (PER) « tourisme de mémoire 14-18 » a été constitué et labellisé en 2011.

L'objectif de ce rapport est d'évaluer les zones à risque le long du sentier mémoire de la Fontenelle par rapport aux phénomènes d'effondrement/affaissement de cavités souterraines à faible profondeur (1 à 2 m) et sur le court terme (jusqu'à fin 2018).

Un premier travail de cartographie a été réalisé. Les observations ont été placées par rapport au sentier. L'ensemble du sentier et des ouvrages ne sont pas géoréférencés au mètre près. Les documents cartographiques sont schématiques et le positionnement des informations sont juste relatives entre elles.

Seuls des niveaux d'aléa écarté et non écarté sont cartographiés sur le site. Aucune zone n'a été cartographiée en aléa avéré. Les zones d'aléa non écarté nécessitent des investigations complémentaires (prospection des vides avec un accompagnement par une équipe de secouristes adéquate ou investigations par géoradar) pour l'affiner ou la mise en place de moyen de protection. Une solution de protection, lors de la création du sentier (donc non applicable maintenant sauf à enlever le béton maigre) aurait été d'équiper le sentier avec un géotexile sous le béton maigre.

Sommaire

1. Introduction 7

1.1. CONTEXTE ET CADRE DE LA MISSION DU BRGM 7

1.2. TYPE DE MOUVEMENT DE TERRAIN PRIS EN COMPTE 7

2. Présentation de la zone d'étude 9

2.1. PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE 9

2.2. HISTORIQUE DE LA ZONE D'ETUDE 10

2.3. PRINCIPE DE LA CARTOGRAPHIE DE L'ALEA 11

3. Présentation des résultats 13

3.1. CARTOGRAPHIE 13

3.2. SYNTHESE SUR L'ALEA ET PRECONISATIONS 13

3.2.1. Sentier mémorial autour du cimetière militaire 13

3.2.2. Les réseaux souterrains en U 13

Liste des figures

Figure 1 : Situation du futur sentier de la Fontenelle et les ouvrages du sentier existant 9

Figure 2 : Carte d'aléa effondrement du secteur étudié 15

Liste des photos

Photo 1 : Aménagement du sentier pour les personnes à mobilité réduite 27

Photo 2 : Détail du béton maigre 27

Photo 3 : Entrée ouverte à l'Est du site 28

Photo 4 : Mur en pierre sèche 28

Photo 5 : Deuxième entrée ouverte 29

Photo 6 : Entrée probable effondrée 29

Photo 7 : Cratère d'obus en marge du sentier 30

Photo 8 : Entrée au niveau des galeries en U 30

Photo 9 : Entrée de l'abri avec une tôle demi-cylindrique 31

Photo 10 : Trou dans la tôle rouillée et bloc composant le garnissage 31

Liste des annexes

Annexe 1 : Carte avec position des tranchées communiquée par le conseil général.....21
Annexe 2 : Reportage photographique.....25

1. Introduction

1.1. CONTEXTE ET CADRE DE LA MISSION DU BRGM

Le développement touristique du Massif des Vosges constitue un enjeu économique prioritaire pour ce territoire rural. Connu pour la pratique de la randonnée, les Conseils Généraux du Haut-Rhin et des Vosges, par le biais de leur Agence Du Tourisme (ADT) ont décidé de mettre en valeur l'intérêt culturel et historique des Vosges et ont initié une démarche de mémoire des sites de la Grande Guerre. Porté par les acteurs locaux et le Commissariat à l'aménagement du Massif des Vosges, le pôle d'excellence rurale interdépartemental (PER) « tourisme de mémoire 14-18 » a été constitué et labellisé en 2011.

Sur la base de l'expérience acquise suite à l'étude menée au Hartmannswillerkopf (rapport BRGM/RP 60779-FR) où une galerie souterraine s'est effondrée en 2006 sous le sentier principal, il est apparu impératif que soit prise en considération la sécurisation des autres sites historiques de la Grande Guerre dans le cadre de leur valorisation.

L'objectif de ce rapport est d'évaluer les zones à risque le long du sentier mémoire de la Fontenelle par rapport aux phénomènes d'effondrement/affaissement de cavités souterraines à faible profondeur (1 à 2 m) et sur le court terme (jusqu'à fin 2018). Des solutions de sécurisation le cas échéant seront également proposées.

1.2. TYPE DE MOUVEMENT DE TERRAIN PRIS EN COMPTE

Les phénomènes qui seront pris en compte concernent uniquement les effondrements et affaissements liés à la présence de cavités souterraines anthropiques. Ne font pas partie de cette convention, l'étude des phénomènes de glissements « sens large », les mouvements rocheux (chutes de blocs et éboulements), ainsi que les coulées de boue.

Néanmoins, au cas où de tels phénomènes, d'ampleur exceptionnelle, seraient constatés, le BRGM se doit de les mentionner au maitre d'ouvrage (MO).

Dans la suite du rapport le terme « effondrement » est utilisé car c'est ce phénomène qui présente surtout un risque pour les usagers du sentier lors de la création d'un cratère relativement profond. Le phénomène d'affaissement qui provoque une cuvette peu profonde peut également se produire sur le site mais la distinction n'a pas été faite dans cette étude car cela demande une approche déterministe qui n'est pas forcement utile à l'évaluation du risque.

Il convient également de signaler que l'analyse systématique des ouvrages de subsurface (tranchées, abris,…) qui se comptent par plusieurs dizaines par sites, ne sera pas faite dans le cadre de cette étude ; celle-ci se focalise sur le risque d'effondrement/affaissement de souterrains. Pour ces ouvrages, soit l'interdiction d'y pénétrer sera stipulée, soit le MO mandatera une entreprise pour l'évaluation de sa structure et la définition et réalisation des confortements.

2. Présentation de la zone d'étude

2.1. PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

Deux sites sont étudiés. Le premier constitue un sentier qui cercle la nécropole (futur sentier de la Fontenelle sur la figure 1) et le second sont trois ouvrages souterrains en forme de U. Lors de la réalisation de l'étude, le premier site a été aménagé pour permettre l'accès aux personnes à mobilité réduite et le nouveau cheminement diffère de celui contractuellement établi. En effet, au nord du premier site le sentier devait cheminer le long des tranchées. Le nouveau sentier actuel longe maintenant la bordure du cimetière. C'est au droit de ce nouveau sentier que l'aléa est cartographié.

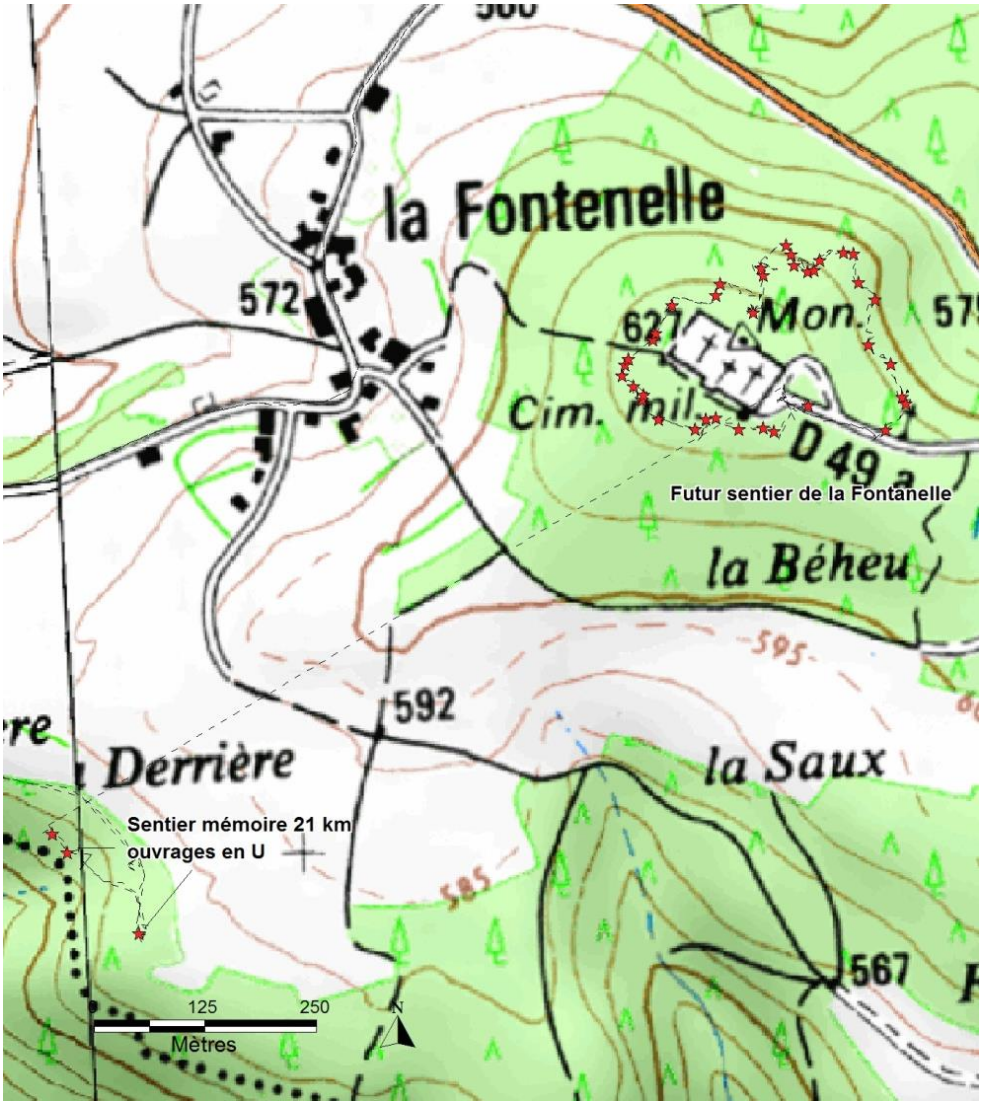


Figure 1 : Situation du futur sentier de la Fontenelle et les ouvrages du sentier existant

2.2. HISTORIQUE DE LA ZONE D'ETUDE

La présentation et l'historique décrit ci-après est issue du site internet : http://www.lieux-insolites.fr/cicatrice/14-18/fontenelle/fontenelle.htm.

Le plateau du Ban-de-Sapt est délimité par les rivières de la Fave, à l'est, de la Meurthe, au sud-ouest, et Rabodeau au nord-ouest. Il donne accès à la vallée de la Bruche et donc à Strasbourg par les cols du Hantz et de Saales. Au début du conflit de 1914/1918, il acquiert une importance stratégique pour les Allemands en permettant le contrôle de la vallée de la Meurthe avec St-Dié et pour les Français en permettant de verrouiller l'accès à cette même vallée. La butte de la Fontenelle est un point central du plateau et en même temps un des points les plus élevés (627 m d'altitude).

La bataille de la Fontenelle débute vers le 14 septembre 1914 au cours de la retraite des troupes allemandes après la bataille du col de la Chipotte. Le front en Lorraine se maintiendra jusqu'à l'armistice à ce niveau. Les combats du 16 au 22 septembre 1914 vont permettre à l'armée française d'occuper la côte 627, la butte de la Fontenelle. Elle y installe une casemate pour abriter des tireurs d'élite. Les Allemands tenteront journalièrement et surtout de nuit, des coups de main meurtriers pour reconquérir le sommet. Du 8 décembre 1914 au 15 juin 1915 va s'installer une guerre des mines destinée à prendre le contrôle de la butte par en dessous. Le 27 janvier 1915, les Français tenteront une attaque en vue de s'emparer des entrées des galeries allemandes. Ils échoueront en laissant de nombreux morts sur le terrain. Le 9 février 1915, une attaque allemande provoquera l'enfoncement d'une partie des premières lignes françaises.

Le 22 juin 1915, trois formidables explosions de mines à l'aube pulvérisent 50 m de tranchées de 1ère ligne française. En même temps, un coup de main des troupes bavaroises, arrivées en renfort, met le feu à la casemate du sommet. De 15 h à 17 h 30, l'artillerie allemande pilonne les positions françaises. Douze mille obus de 77, de 100, de 105, de 150 et de 210 mm précèdent l'attaque de deux bataillons d'infanterie renforcés par deux sections de pionniers (équivalent des sapeurs français). Ils bousculent les troupes françaises et s'emparent de quatre des cinq lignes de tranchées françaises de la Fontenelle. La côte 627 et le village de Lanois sont aux mains des Allemands. Le 23 juin 1915, la contre-attaque française se heurte au violent tir de barrage de l'artillerie allemande et ne parvient pas à reprendre le terrain perdu. Ces deux jours de combat auront provoqué la mise hors de combat de 1200 officiers et soldats français et fait 200 morts chez les Allemands. Les Allemands auront également fait prisonniers 280 français.

La présence des Allemands à la côte 627 leur permet d'observer les mouvements des troupes françaises et de régler leur tir d'artillerie sur les voies de ravitaillement à l'arrière du front. L'approvisionnement en troupes fraiches fut donc difficile. L'attaque française eu lieu le 8 juillet 1915. De 15 h 15 à 19 h, six mortiers de 220, une batterie de 155C, deux batteries de 155L, cinq canons de 120L, deux canons de 95, vingt-neuf canons de 75 et de 90 et douze lance-bombes de 58 bombardèrent les lignes allemandes. À 19 h, les fantassins se lancent à l'assaut précédés de quelques mètres par le " rempart de feu " (expression du général Von Eberhardt) de l'artillerie. Ils poursuivront sur leur élan jusqu'à la route passant au nord de la côte 627, anéantissant les gains allemands du 22 juin 1915. Ils feront 880 prisonniers, mais ne parviendront pas à reprendre le village du Lanois.

Les Allemands tenteront une attaque le 16 juillet 1915. Après un bombardement de 12 heures, deux colonnes de fantassins se lancent à l'assaut des tranchées françaises. Ils ne parviendront pas à conquérir le moindre pouce de terrain. Les Français auront plus de chance le 24 juillet 1915. Leur attaque libère le village de Lanois. Durant les opérations de juillet 1915, les troupes françaises auront fait 1637 prisonniers. Ils compteront 312 morts et plus de 1000 blessés dans leurs rangs. Pour la possession de la côte 627, une bande de terre de 1200 m de longueur et de 500 m de large, 2244 soldats français et au moins autant d'Allemands auront perdu la vie.

Enfin, les tranchées et les entonnoirs de mines ont été comblés dès 1919 par la nécropole de la Fontenelle.

2.3. PRINCIPE DE LA CARTOGRAPHIE DE L'ALEA

Le niveau d'aléa effondrement des cavités de la guerre de 14-18 est défini sur une bande de 20 mètres de part et d'autre du sentier. Il est subdivisé en trois niveaux :

Aléa écarté (vert)

Le tronçon ne présente pas d'indice de présence de galeries ou de cavités souterraines ou bien la prospection des ouvrages souterrains reconnus montre leur stabilité.

Aléa non écarté (orange)

Le tronçon présente des entrées de galerie ou des abris, mais leur prospection pour en évaluer la stabilité nécessite un encadrement (par le secours spéléologique français par exemple) ou bien l'entrée est simplement inaccessible. Le risque existant sur ces tronçons sera donc soit mieux évaluer au moyen d'investigations complémentaires soit écarté par une action de remédiation ou d'évitement.

Aléa avéré (rouge)

Le tronçon présente soit une zone riche en entrées, galeries et effondrements, soit des ouvrages souterrains qui ont été investigués et dont des indices d'instabilités, comme des montés de voûte, ou des blocs instables ont été mis en évidence.

3. Présentation des résultats

3.1. CARTOGRAPHIE

La cartographie des tranchées est issue d'une carte communiquée par le conseil général (annexe 1). L'inspection sur le terrain a montré que cette cartographie n'est plus représentative de la réalité. Certaines tranchées n'ont pas été retrouvées et d'autres tranchées qui existent ne figurent pas sur le plan. Malheureusement, les données LIDAR n'ont pas pu être acquises, ce qui aurait permis une cartographie précise de l'ensemble des tranchées encore existantes ainsi que de toutes les dépressions liées aux cratères d'obus.

En l'état, la cartographie est schématique et seule la position relative des objets est juste. Les objets sont localisées à 25 m près soit la précision de la carte IGN au 1/25000.

3.2. SYNTHESE SUR L'ALEA ET PRECONISATIONS

3.2.1. Sentier mémorial autour du cimetière militaire

L'ensemble du sentier semble sûr à court terme car il y a peu de traces d'entrée qui suggèrent la présence de cavité. En outre, le site a fait l'objet de la guerre des mines avec de fortes explosions à la fin de la guerre au droit du mémorial. Il est ainsi fortement probable que les galeries soient aujourd'hui effondrées.

Seulement deux entrées sont reconnues et accessibles. Une trace d'entrée effondrée et inaccessible est également accolée à l'ouest de ces dernières. Par principe de précaution un aléa non écarté a été cartographié autour de ces entrées au cas où les toits des vides (galeries ou abris) seraient instables et que ces derniers bifurquent en dessous même du sentier.

Pour écarter l'aléa, il est recommandé de prospecter ces vides accompagné d'une équipe de secours expérimenté, comme le secours spéléologique français. En l'état, des panneaux indicateurs devront être installés pour interdire aux visiteurs de rentrer à l'intérieur du site. Si ces galeries ne sont pas reconnues, des travaux de renforcement du sol devront être réalisés pour parer aux effondrements.

Le passage avec un géoradar peut également être une bonne solution car les aménagements du sentier ont parfaitement aplani le sol. Les tests sur le col de la Chapelotte ont donnée satisfaction car ils ont été validés par la présence d'une galerie. Cette méthode permet de détecter des galeries de grande taille (1 m de large) à des profondeurs de 2 m.

Une solution aurait également pu être mise en œuvre avant la création du sentier, en équipant le sentier avec un géotexile sous le béton maigre.

3.2.2. Les réseaux souterrains en U

Les deux galeries en U localisées à l'ouest du site sont creusés à même les grès du Bundsandstein. Aucun départ de voûte n'a été observé. Il faudra néanmoins vérifier au marteau la stabilité de chaque pierre pour s'assurer de son ancrage à la paroi. Une purge des blocs désolidarisés de la paroi devra être effectuée.

Il n'existe pas de danger de création de cratère d'effondrement sur ce site. L'aléa est donc écarté. Seul le risque de chutes de pierres du toit des cavités peut occasionner un risque mais ce phénomène n'a pas été étudié en détail (hors contrat).

La cavité à l'Est est protégée par une tôle de forme demi-cylindrique dont l'état d'avancement de la rouille a créé des ouvertures au sein desquelles les blocs qui constitue le garnissage commencent à tomber. Il est recommandé de colmater ces trous afin de combler le garnissage et de l'empêcher de tomber.

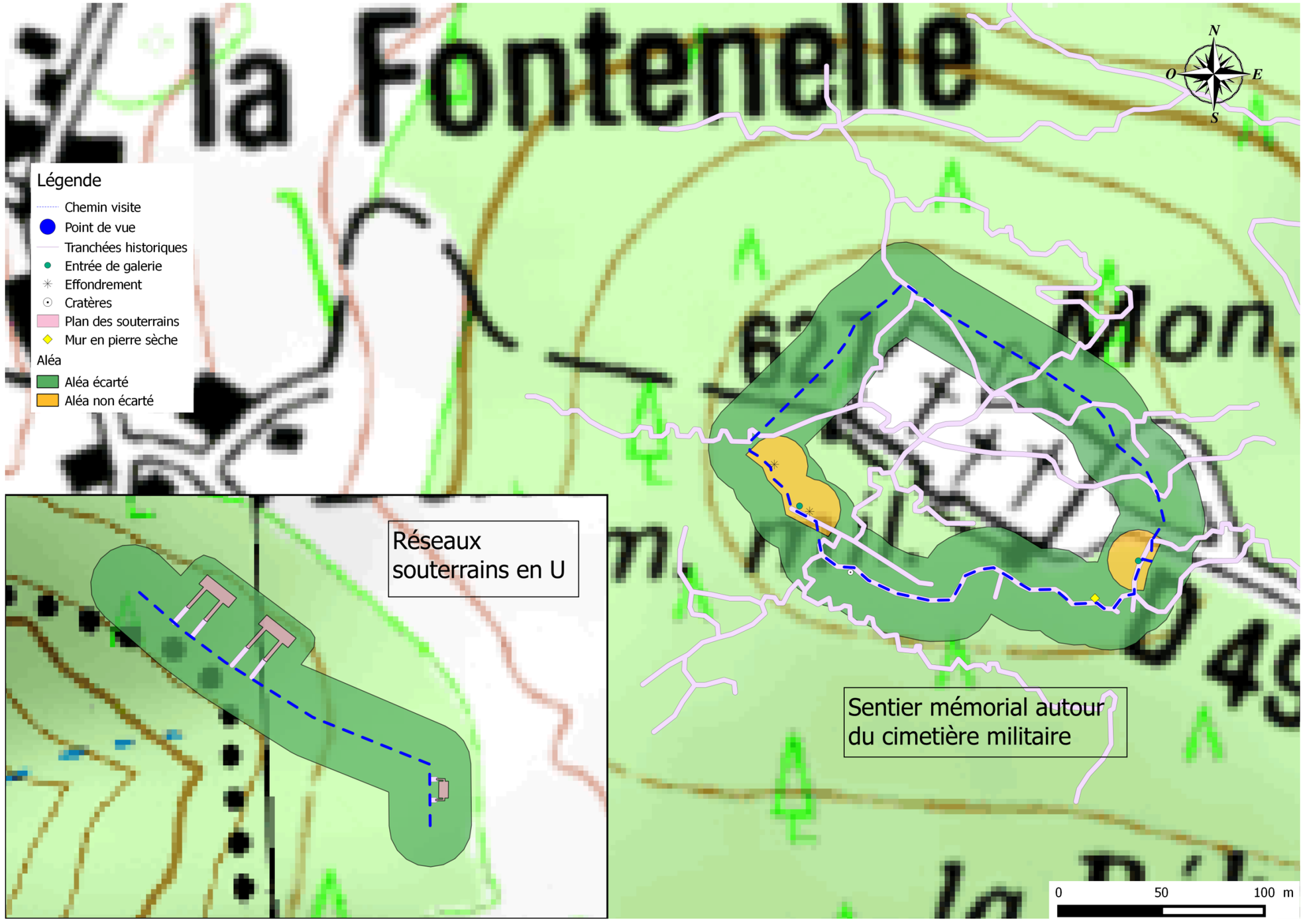


Figure 2 : Carte d'aléa effondrement du secteur étudié

4. Conclusion

Le site de la Fontenelle ne présente pas d'aléa avéré. La majeure partie du site est en aléa écarté. Seules quelques entrées demandent à être prospectée avec le secours spéléologique français pour définitivement écarter l'aléa. Des investigations par géoradar permettraient également de vérifier l'existence et la position des galeries pour confirmer ou infirmer l'aléa.

Au niveau des réseaux souterrains en U, l'aléa effondrement est également écarté. Seul peut exister le risque de chutes de pierre provenant du toit des cavités. Il faudrait pour cela prospecter et purger au marteau les parois des abris creusés dans la roche et combler les trous dans la tôle en acier tout en complétant le garnissage qui a déjà été soutiré.

5. Bibliographie

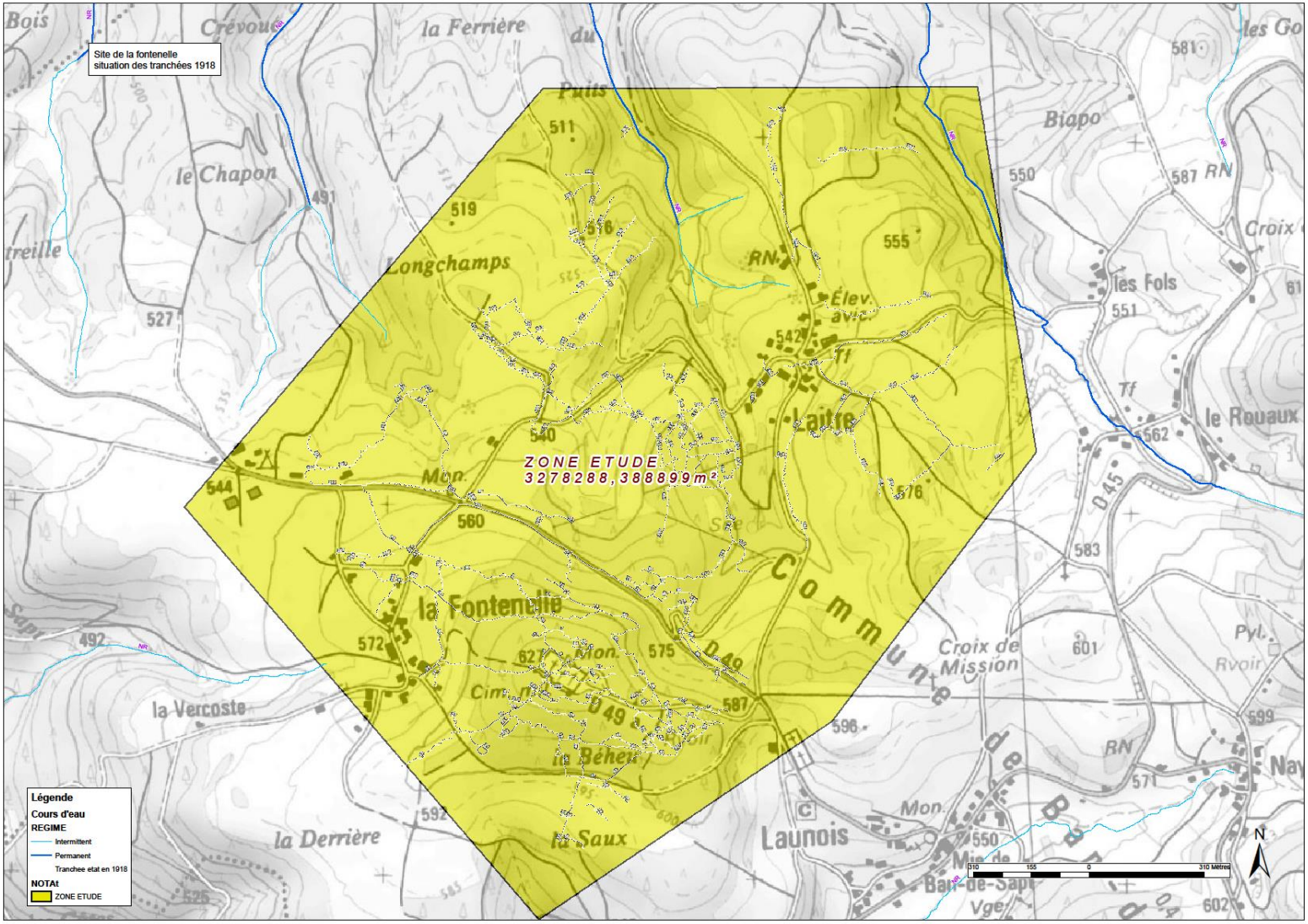
Site internet

http://www.lieux-insolites.fr/cicatrice/14-18/fontenelle/fontenelle.htm

http://centenaire.org/fr/vosges/le-tourisme-de-memoire-dans-les-vosges

Annexe 1 :

Carte avec position des tranchées communiquée par le conseil général



Carte avec position des tranchées communiquée par le conseil général

Annexe 2 :

Reportage photographique

Photo 1 : Aménagement du sentier pour les personnes à mobilité réduite

Photo 2 : Détail du béton maigre

Photo 3 : Entrée ouverte à l'Est du site

Photo 4 : Mur en pierre sèche

Photo 5 : Deuxième entrée ouverte

Photo 6 : Entrée probable effondrée

Photo 7 : Cratère d'obus en marge du sentier

Photo 8 : Entrée au niveau des galeries en U

Photo 9 : Entrée de l'abri avec une tôle demi-cylindrique

Photo 10 : Trou dans la tôle rouillée et bloc composant le garnissage

Géosciences pour une Terre durable
brgm

Centre scientifique et technique
3, avenue Claude-Guillemin - BP 36009
45060 – Orléans Cedex 2 – France
Tél. : 02 38 64 34 34 - **www.brgm.fr**

Direction régionale Lorraine
1, avenue du Parc de Brabois
54500 – Vandoeuvre-lès-Nancy – France
Tél. : 03 83 44 81 49