

La tornade de Hautmont du 3 août 2008

Analyse des dommages à l'appui de vues aériennes à haute résolution

Pierre MAHIEU
Emmanuel WESOLEK

KERAUNOS, Observatoire Français des Tornades et des Orages Violents

Introduction

Le 3 août 2008, une tornade meurtrière frappait le Val-de-Sambre et provoquait de sérieux dommages sur plusieurs communes. L'étude de terrain menée par KERAUNOS dans les heures qui ont suivi les événements (Mahieu, Wesolek, 2008) a permis de conclure à une tornade d'intensité EF4 et à une trajectoire totale de 18,7 kilomètres.

Sur son trajet, le tourbillon ravage des habitations, des infrastructures et des zones boisées qui, toutes, portent les stigmates du phénomène. La largeur de la colonne de vent et l'étendue des dégâts est alors déterminée grâce à des investigations poussées sur le terrain et à un pointage exhaustif des dommages sur des supports cartographiques au 1/25000^{ème}.

Il en ressort que les communes de Pont-sur-Sambre, Boussières-sur-Sambre, Hautmont,

Neuf-Mesnil, Maubeuge, Assevent, Bousois et Marpent ont été balayées successivement par la tornade, qui laisse derrière elle plus de 300 maisons détruites, 1500 autres endommagées, 18 blessés et 3 morts (cf. Fig. 1 ; Wesolek, Mahieu, 2010).

L'objet de la présente étude consiste à compléter l'enquête de terrain par une analyse aérienne, particulièrement adaptée à une appréhension générale de la trajectoire et des dimensions du phénomène. Ce type d'approche est peu fréquent car complexe à mettre en œuvre. On peut en observer ponctuellement aux Etats-Unis, même pour des cas relativement anciens comme les tornades du 5 mai 1964 dans le Nebraska (Prosser, 1964), avec un apport d'informations souvent significatif. Une évaluation des dommages par satellite fait par ailleurs partie des nouvelles pistes explorées pour l'analyse à distance des dommages liés aux tornades (Yuan et al., 2002).

En France, si des investigations aériennes ont déjà pu être réalisées pour certains cas de tornades, comme la tornade de La Charité-sur-Loire du 17 août 1986 (Dessens, 1988) ou de Marchiennes (KERAUNOS, 2009), il s'agit ici du premier cas de tornade française de très forte intensité qui ait pu bénéficier a posteriori d'une analyse aérienne complète et détaillée.



Fig. 1 : trajectoire suivie par la tornade dite « de Hautmont » (Wesolek, Mahieu, 2010)

1. Principes de l'étude

En 2010, l'Institut Géographique National, via son site *geoportail.fr*, dote le Nord-Pas de Calais d'images aériennes actualisées à l'été 2009, notamment sur le Val-de-Sambre. Cette mise à jour permet d'établir, pour la première fois en France sur un cas de tornade de cette ampleur, une étude comparative des zones sinistrées sur la base d'images aériennes à haute résolution.

L'étude a consisté en une comparaison, point par point, des images aériennes relatives aux territoires traversés par la tornade, afin de déterminer les différences entre celles datant de 2005 et 2006, soit deux années avant la tornade, et celles prises à l'été 2009, soit un an après la tornade.

Il en ressort une excellente lisibilité des dommages infligés à la végétation, dans la mesure où ces stigmates sont durables, le temps de repousse d'un arbre se comptant en dizaines d'années. La lisibilité est plus médiocre pour ce qui concerne le bâti. En effet, tous les dommages légers ou modérés ont fait l'objet de réparations rapides : toitures endommagées ou mobilier urbain abattu sont généralement remis en état en l'espace de quelques jours ou semaines. En revanche, les quartiers sévèrement endommagés, notamment ceux dont les habitations ont subi des dommages d'intensité EF3 à EF4, présentent sur les images aériennes une morphologie très différente après le passage de la tornade, ce qui atteste de la violence remarquable du phénomène sur ces portions de territoire. En effet, ces maisons qui, pour certaines, ont été détruites jusqu'au sol, ont fait l'objet d'une destruction totale par la suite, à l'aide d'engins de chantier. De vastes zones désormais peu habitées apparaissent ainsi de manière évidente dans le cadre de cette analyse comparative.

L'extraordinaire détail des photographies aériennes permet par ailleurs des analyses complémentaires instructives. Il a notamment été possible de déceler la convergence des dégâts dans le bois du Fayt, de mieux

appréhender la largeur du phénomène, et d'isoler quelques dégâts excentrés qui avaient déjà été évoqués dans le rapport d'origine (Mahieu, Wesolek, 2008), et qui se confirment avoir été causés par des aspirations périphériques, relativement éloignées du cœur du vortex principal.

Cette étude confirme enfin la bonne analyse de la trajectoire et de la largeur du phénomène, telles qu'elles avaient été établies par la première enquête de terrain, menée les 4 et 9 août 2008, sans qu'une reconnaissance aérienne de la zone sinistrée n'ait pu être engagée à l'époque.

2. Analyse des dommages

Quatre aires naturelles ou urbaines, considérées comme les plus représentatives du phénomène, ou qui ont connu les dégâts les plus spectaculaires, ont été sélectionnées pour la présente étude (Fig. 2). Du sud-ouest au nord-est, ont été retenues :

Zone n°1 : Le bois du Fayt (Hautmont)

Planches A et B

Zone n°2 : Le quartier du stade (Hautmont)

Planche C

Zone n°3 : Le quartier de Grattières (Hautmont) et Neuf-Mesnil

Planche D

Zone n°4 : La ville de Maubeuge (faubourg Saint-Quentin, Centre)

Planche E

En annexe figurent également un aperçu des analyses effectuées au point de départ de la tornade, à Pont-sur-Sambre (carrefour du Calvaire), ainsi que sur le cimetière militaire d'Assevent, situé au-delà de l'agglomération de Maubeuge, et dont les dégâts ont également été significatifs, quoique plus ponctuels.

2.1. Zone n°1 – Bois du Fayt (Hautmont)

Cette zone est représentée en planche A.

Ce bois, bien que partiellement déblayé depuis le phénomène (1), présente le plus lamentable aspect : de nombreux troncs enchevêtrés jonchent encore le sol, un an après les événements. Lors de l'enquête de terrain, cette zone boisée était totalement inaccessible et impraticable, tant les troncs d'arbres et les branches cassées étaient mêlés de manière inextricable. L'analyse aérienne apporte ici toute sa valeur, et permet de constater que la trajectoire suivie par la tornade au travers de ce bois est conforme à celle identifiée depuis le sol lors de l'enquête préliminaire.

On remarque que la largeur de la tornade, lors de son entrée dans le bois (2), n'excède pas 100 mètres (si l'on considère une largeur de dégâts continus), élément cohérent avec la trace laissée par le tourbillon dans le champ de maïs attenant et qui avait été analysée dans les heures qui ont suivi la tornade.

L'apport de l'analyse aérienne est plus substantiel au cœur du bois, rendu longtemps impropre à une analyse depuis le sol. On note notamment une certaine discontinuité dans les dégâts : quelques parcelles demeurent épargnées (3), alors que d'autres, situées dans le même axe de déplacement, sont entièrement ravagées. Cette observation est intéressante, dans la mesure où elle montre que des tornades, même de très forte intensité, peuvent présenter un flux manifestement irrégulier en surface, avec succession de zones totalement anéanties et de zones peu impactées.

A l'approche des premières habitations, la colonne dépasse 400 mètres de largeur (4) et les dégâts deviennent très homogènes, même si certaines zones ont été rasées par l'action de l'homme, de part et d'autre du couloir principal de dégâts, afin de permettre la reconstruction. Ce dernier élément doit en effet être pris en considération afin de ne pas surestimer la largeur réelle du tourbillon.

La vue aérienne permet en outre d'analyser précisément le comportement du vortex lors de sa progression sur une zone à rugosité

élevée. En effet, on peut remarquer que des aspirations périphériques importantes, à tendance hélicoïdale, se dessinent progressivement sur la partie sud du couloir principal (A) lorsque la tornade pénètre dans le bois du Fayt. Elles finissent par se densifier au point de se confondre avec le corps central de la tornade, ce qui finit par lui conférer une largeur importante en sortie de bois. C'est en somme le mécanisme d'élargissement de la tornade au niveau du sol qui nous est ici donné à voir.

2.2. Zone n°1 – Bois du Fayt (détail Hautmont)

Cette zone est représentée en planche B.

Le cœur du bois du Fayt n'est qu'un amas de souches à découvert (1), de débris et d'arbres dépouillés, dont seuls les troncs encore debout (pour certains) projettent une ombre sinistre (2).

L'organisation des dégâts infligés aux arbres (encore laissés en l'état sur cette parcelle) permet de retracer le passage du cœur du vortex (pointillés rouges). Toutes les souches à nu, couchées de part et d'autre, convergent vers un même axe central (flèches rouges) qui définit la trajectoire empruntée par la tornade. L'apport de l'analyse aérienne est ici significatif, dans la mesure où elle corrige de quelques dizaines de mètres vers le sud la trajectoire de la partie centrale de la tornade, en comparaison de celle déterminée dans l'étude de terrain initiale. En effet, le bois du Fayt était alors trop impraticable pour permettre de définir précisément la position de l'axe principal de convergence.

2.3. Zone n°2 – Quartier du stade (Hautmont)

Cette zone est représentée en planche C.

La mutation importante imposée au paysage est ici frappante. L'intersection formée par les rues Aimé Collet, Fernand Rousselle et du Vélodrome (dans lesquelles trois personnes ont trouvé la mort) est totalement méconnaissable. La plupart des habitations sont rasées ou laissées à l'abandon. L'analyse de détail des dommages avait en effet fait

apparaître, dans cette zone, 5 maisons avec des dommages d'intensité EF3 et 3 maisons avec des dommages d'intensité EF4 (Mahieu, Wesolek, 2010). Comme le montrent les images aériennes de 2009, certaines ont aujourd'hui conservé leurs fondations de l'époque et laissent une empreinte indélébile sur le sol (1).

On note par ailleurs la présence de mobiles-homes, qui ont remplacé temporairement les habitations détruites, près de l'ancienne salle des sports ou le long du stade (2). L'analyse aérienne est ici essentiellement illustrative, dans la mesure où l'étendue des dévastations apparaît pleinement, mais elle n'apporte pas d'élément significativement nouveau par rapport à l'étude de terrain menée initialement.

L'établissement scolaire et les infrastructures qui entourent le stade n'existent plus (3). Il est vrai que leur état inspirait les plus vives inquiétudes dès le lendemain de la catastrophe, tant la tornade avait impacté sévèrement les structures mêmes des bâtiments. Au-delà du stade, quelques habitations de la rue Aimé Collet sont abandonnées ou détruites (4). Après l'angle formé avec la rue Pierre Curie, le parcellaire est reconstitué, mais la végétation arborée a totalement disparu (5). Certaines habitations proches de la rue Pierre Curie présentent de nouvelles toitures, tandis que les arbres qui les entouraient ont également été détruits (6).

En périphérie sud de la trajectoire, des dégâts irréguliers sont infligés aux arbres jusqu'aux abords de l'avenue du Maréchal Foch (A). Bon nombre de jardins ont perdu leur végétation arborée et présentent un aspect strictement minéral. L'analyse des images aériennes permet ici une vue pertinente des limites d'action périphériques de la tornade. La dispersion des dommages dans ces zones non confrontées à la partie la plus active du phénomène est en effet analysée avec plus d'efficacité par ce biais que par l'analyse depuis le sol.

2.4. Zone n°3 – Quartier de Grattières (Hautmont) – Neuf-Mesnil

Cette zone est représentée en planche D.

Dans la continuité des dégâts observés à Hautmont, la raréfaction du parcellaire végétal est ici encore frappante. Dans les jardins de Grattières et de Neuf-Mesnil, de très nombreux arbres ont disparu ou semblent présenter un aspect très dégradé (1).

De nombreuses toitures d'habitations, fortement endommagées par le tourbillon, ont été intégralement reconstruites (2). Cette situation se vérifie par l'emploi de matériaux d'une couleur différente. Il est cependant possible que toutes ces réfections ne soient pas directement liées au passage dévastateur du tourbillon, mais à de simples travaux de rénovation liés à la vétusté naturelle des toits. C'est ici que l'importance d'une analyse aérienne rapidement menée après le passage d'une tornade trouve son importance, afin d'éviter les biais d'interprétation.

L'abattis complet effectué sur une peupleraie, causé par une aspiration périphérique au nord du vortex (information vérifiée lors de l'enquête du 4 août 2008) laisse place à un parking d'entreprise. Dans cette zone positionnée tout à fait en bordure de ce qui constituait jadis un espace boisé de 20 000 m², quelques arbres encore vigoureux côtoient des essences fragiles malmenées par la tornade (B). Il s'agit ici de l'un des dommages périphériques les plus significatifs qui aient été observés.

2.5. Zone n°4 – Maubeuge

Cette zone est représentée en planche E.

Le quartier des fortifications, entièrement mis à nu (1), montre de manière évidente les stigmates du passage de la tornade, alors même que celle-ci entrait dans une phase progressive d'affaiblissement : tous les arbres ont été vrillés, brisés net ou déracinés. Ceux dont l'état n'a pas été jugé satisfaisant, ont été supprimés. Même constat en bordure du zoo (2). A l'inverse, la végétation du centre-ville, épargnée par la tornade, a gagné en

volume. La comparaison entre l'évolution positive de la végétation dans les zones épargnées, et celle observée sur les zones frappées par la tornade, est ici éloquente.

Enfin, aux abords de la Sambre et du faubourg Saint-Quentin (3), un bois est, là aussi, fortement endommagé. Quelques toitures ont également été remplacées (4).

Conclusion

Deux éléments principaux ressortent de cette sélection d'analyses de photographies aériennes relatives au secteur traversé par la tornade de Hautmont. Il apparaît en effet des renseignements précieux dans deux cas de figure :

- * d'une part en situation de terrain peu praticable, notamment boisé, où l'apport de la vision aérienne est significatif afin de définir d'une part la trajectoire exacte du météore et d'autre part la structure du flux en basses couches ;

- * d'autre part pour les zones situées en proche périphérie du tourbillon, où la dispersion des dommages devient plus importante et rend de ce fait l'enquête de terrain plus incomplète, ou du moins plus délicate.

Références

Dessens J., Blin P., 1988 : Coups de vent de grains et trombes : étude comparative sur deux cas récents. *La Météorologie*, 7^{ème} série, n°23, 4-18.

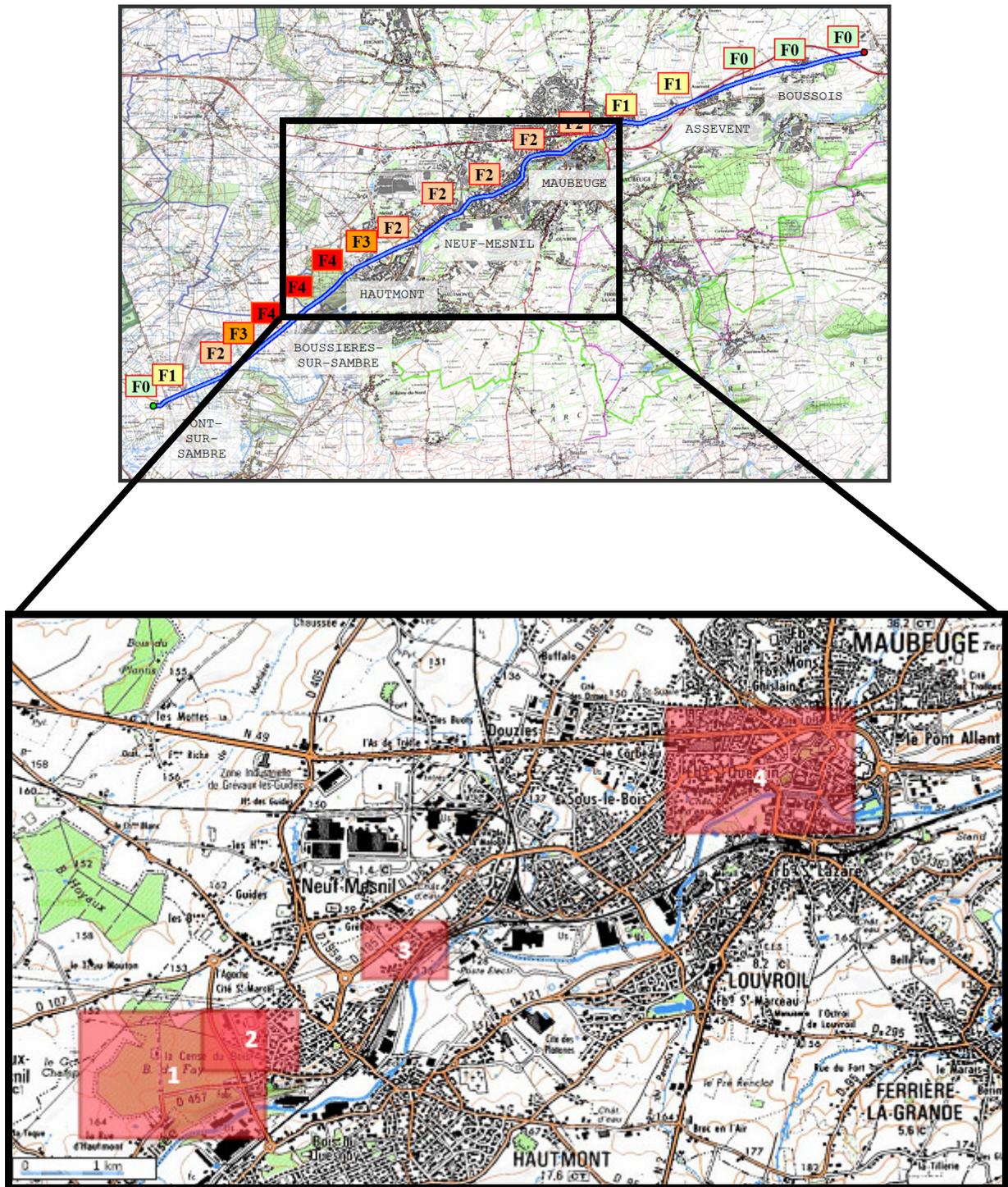
Mahieu P., Wesolek E., 2008 : La tornade F4 du 3 août 2008 en Val de Sambre. *Observatoire Français des Tornades et des Orages Violents, KERAUNOS*, 1-100.

Mahieu P., Wesolek E., 2010 : Hautmont, a Case Study for Tornado Intensity Rating. *DWD Tornado Workshop*, Offenbach.

Prosser N.E., 1964: Aerial Photographs of a Tornado Path in Nebraska, May 5, 1964. *Monthly Weather Review*, 92, 593–598.

Wesolek E., Mahieu P., 2010 : The F4 tornado of August 3, 2008, in Northern France: Case study of a tornadic storm in a low CAPE environment. *Atmospheric Research*, Volume 100, Issue 4, June 2011, 649-656.

Yuan, May, Melany Dickens-Micozzi, Michael A. Magsig, 2002: Analysis of Tornado Damage Tracks from the 3 May Tornado Outbreak Using Multispectral Satellite Imagery. *Weather and Forecasting*, 17, 382–398.



© Géoportail

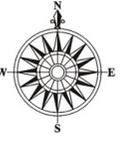
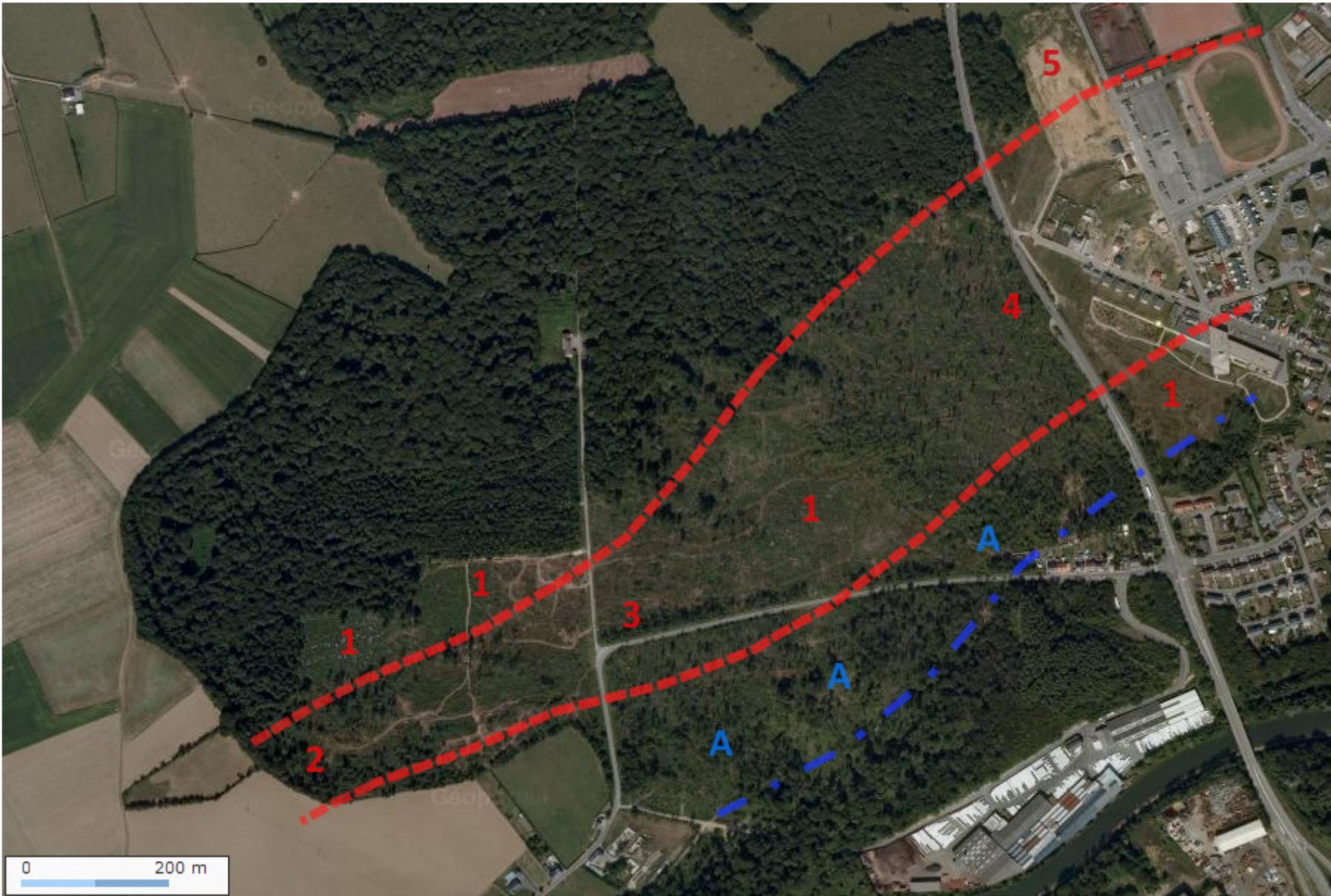
Fig. 2 : localisation des 4 zones sélectionnées pour la présente étude

PLANCHE A Bois du Fayt (Hautmont) avant la tornade



Photo aérienne © Géoportail

PLANCHE A Bois du Fayt (Hautmont) après la tornade

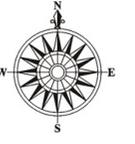
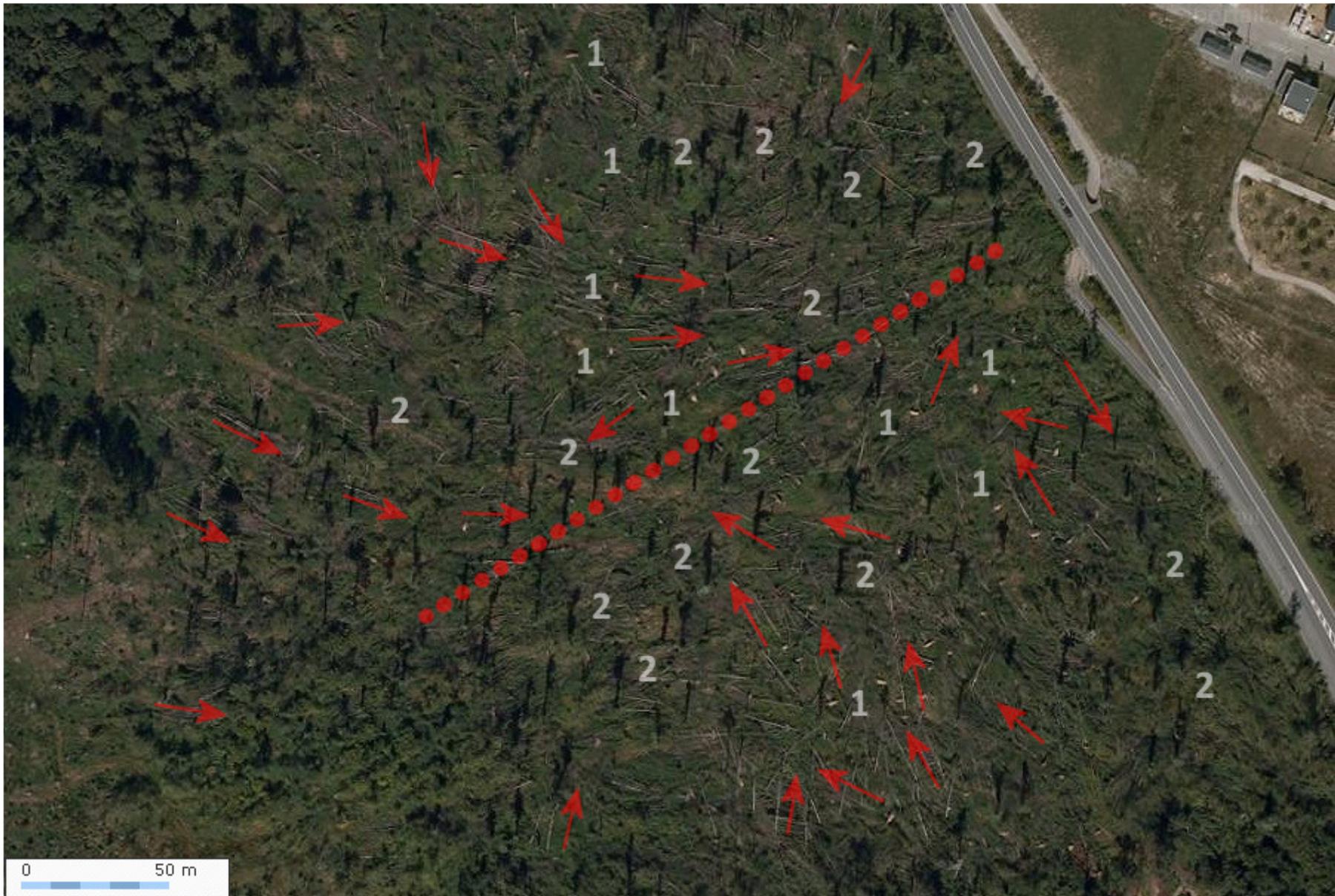


Figurent en tirets rouges les limites du couloir principal, et en bleu celles des dommages périphériques. Les chiffres et lettres se rapportent à ceux mentionnés dans le texte correspondant.

Photo aérienne © Géoportail

PLANCHE B

Bois du Fayt (Hautmont) – détail après la tornade



Figurent en tirets **rouges** les limites du couloir principal, et en **bleu** celles des dommages périphériques. Les chiffres et lettres se rapportent à ceux mentionnés dans le texte correspondant.

Photo aérienne © Géoportail

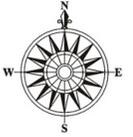
PLANCHE C Quartier du stade (Hautmont) avant la tornade



Photo aérienne © Géoportail

PLANCHE C

Quartier du stade (Hautmont) après la tornade



Figurent en tirets rouges les limites du couloir principal, et en bleu celles des dommages périphériques. Les chiffres et lettres se rapportent à ceux mentionnés dans le texte correspondant.

Photo aérienne © Géoportail

PLANCHE D

Quartier de Grattières (Hautmont) et Neuf-Mesnil avant la tornade



Photo aérienne © Géoportail

PLANCHE D

Quartier de Grattières (Hautmont) et Neuf-Mesnil après la tornade



Figurent en tirets rouges les limites du couloir principal, et en bleu celles des dommages périphériques. Les chiffres et lettres se rapportent à ceux mentionnés dans le texte correspondant.

Photo aérienne © Géoportail

PLANCHE E Maubeuge avant la tornade

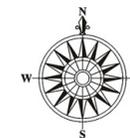


Photo aérienne © Géoportail

PLANCHE E Maubeuge après la tornade



Figurent en tirets rouges les limites du couloir principal, et en bleu celles des dommages périphériques. Les chiffres et lettres se rapportent à ceux mentionnés dans le texte correspondant.

Photo aérienne © Géoportail

ANNEXE 1 : Un regard sur le premier impact de la tornade

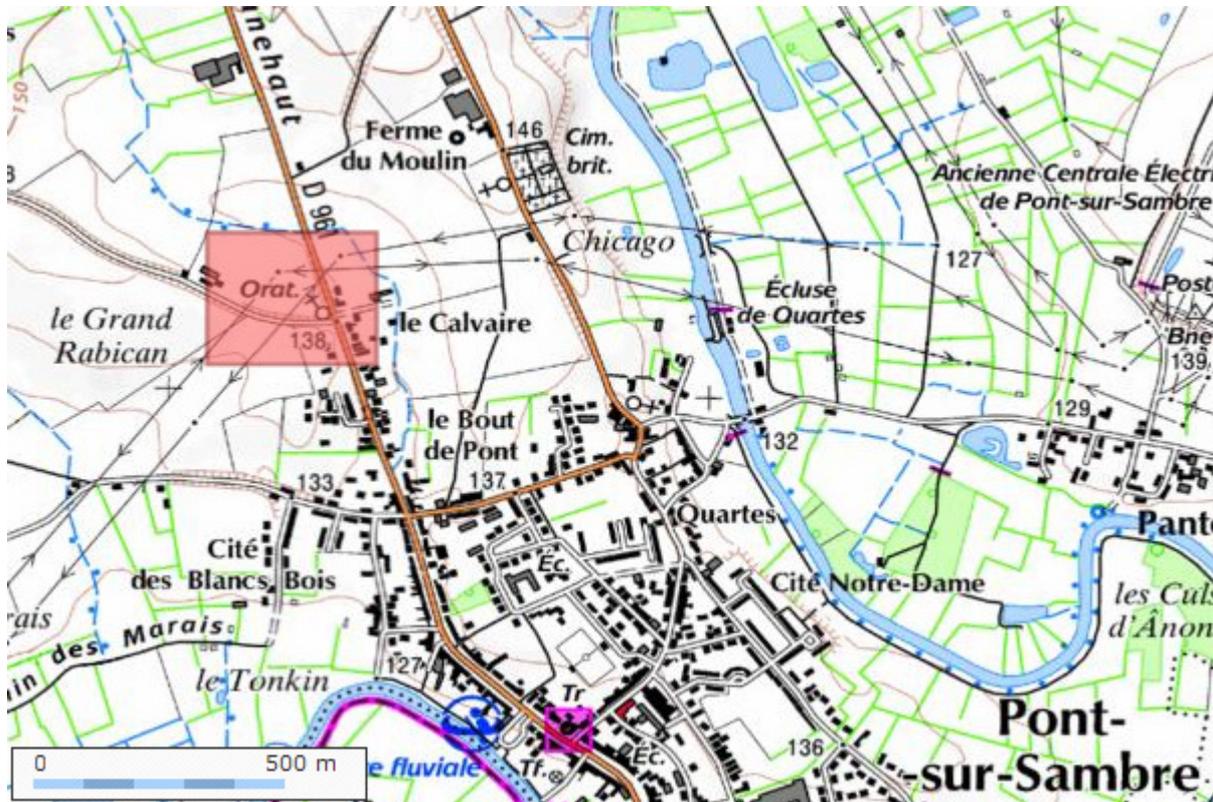


Fig. 3 : localisation de la zone objet des photographies aériennes ci-après

© Géoportail

Le premier contact au sol de la tornade a été observé sur un champ de maïs situé sur le territoire communal de Pont-sur-Sambre. Cette première saignée dans le paysage se poursuit rapidement en direction de la D961, précédée par une prairie occupée par quelques arbres. Plusieurs d'entre eux sont malmenés, dont un est déraciné. On note ainsi sur l'image aérienne la présence résiduelle de ce qui s'apparente à une souche d'arbre (1). Le pylône électrique (2) a pour sa part été remis en place, après avoir été jeté au sol par la tornade.

Avant la tornade



Photo aérienne © Géoportail



Après la tornade

ANNEXE 2 : Un regard sur le cimetière militaire d'Assevent

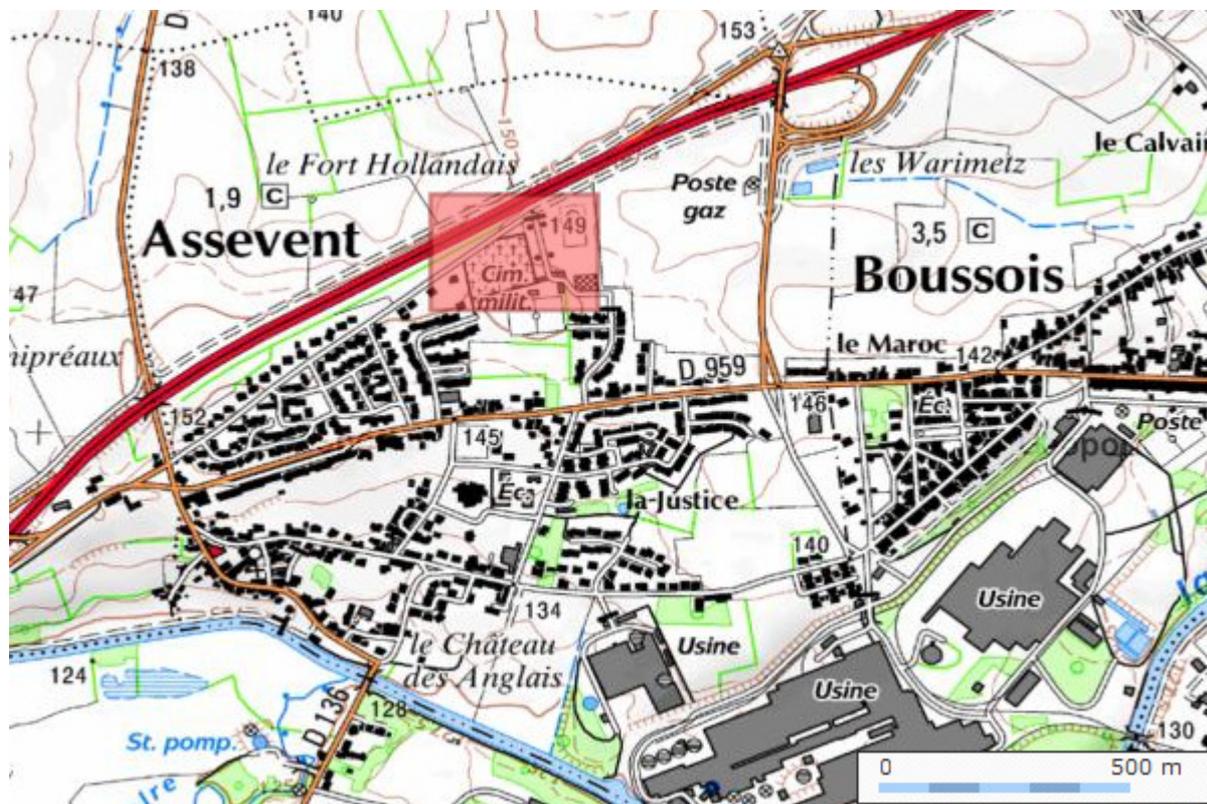


Fig. 4 : localisation de la zone objet des photographies aériennes ci-après

© Géoportail

Le cimetière militaire d'Assevent est méconnaissable. Les arbres ont été abattus sur la quasi-totalité des lieux. Les peupliers d'Italie, malmenés par la tornade, ont été coupés net en bordure de la route départementale (1). La petite allée boisée qui mène au terrain de sport (2) est désormais à nu : les jeunes essences touffues qui la bordaient avaient presque toutes été couchées par le tourbillon.

Avant la tornade



Photo aérienne © Géoportail



Après la tornade