

TORNADE DU 26 AOÛT 2010 EN ALSACE BOSSUE

IDENTIFICATION DES DOMMAGES & RECONSTITUTION DE TRAJECTOIRE



Le 26 Août 2010 entre 23h40 et 23h55, un phénomène orageux violent balaye le camping de Mittersheim et Fénétrange en Moselle, puis Eschwiller et Drulingen en Alsace. Christophe Mertz, météorologiste indépendant, s'est rendu sur place dès le lendemain afin d'identifier le phénomène météorologique en cause et son intensité. Cet article détaille l'enquête méthodologique qui a été menée sur le terrain afin d'en dégager des principes généraux applicables à d'autres cas d'intempéries violentes, trop souvent qualifiées –à tort- par les médias de « mini tornades ».

INTRODUCTION. L'une des activités menées par ATMO-RISK consiste à identifier systématiquement tous phénomènes venteux violents se produisant sous orage en Alsace. Ces derniers sont généralement rassemblés sous le terme généraliste et médiatique de « *mini tornade* ».

Or, un orage peut générer une multitude de phénomènes venteux parmi lesquels il conviendra de distinguer la **tornade** et la **micro-rafale**. Ces phénomènes provoquent la mort d'une dizaine de personnes en moyenne chaque année en France et causent des centaines de millions d'euros de dégâts. En Alsace, le terrible évènement du 06 Juillet 2001 au parc de Pourtalès à Strasbourg, reste encore dans toutes les mémoires.

Identifier ces phénomènes présente ainsi à la fois un intérêt de recherche climatologique, mais peut représenter également un enjeu important auprès des assurances. Ce type de travaux requière donc une véritable méthodologie et de profondes connaissances tant sur les phénomènes en eux même que sur leurs impacts sur les infrastructures et autres éléments du paysage. Cette étude de cas a ainsi pour objectif de mettre en évidence les différences entre les effets générés par une micro-rafale ou autres coups de vent sous orage et ceux produits par une tornade. Cette étude peut alors ensuite être utilisée comme tutorial théorique et pratique applicable à toute enquête terrain.

CONCEPTS THEORIQUES. Les processus physiques – météorologiques - intervenant dans la genèse d'une micro-rafale ou d'une tornade sont sensiblement différents. Sans entrer dans une description détaillée qui n'est pas l'objet de cet article, nous pouvons néanmoins résumer ces mécanismes de la façon suivante :

Une **micro-rafale** est un courant descendant violent qui produit une gerbe de vents destructeurs au sol (Dessens, 1988). Ces vents, à trajectoire rectiligne ou curviligne, sont fortement divergents. La dimension d'une micro-rafale est généralement inférieure à 4km pour des vents pouvant atteindre 250km/h. On parle également de macro-rafales lorsque ces vents s'étendent sur plus de 4km.

Ces vents sont la résultante au sol de brutaux courants d'air verticaux descendants au sein du cumulonimbus (figure 1).

Une **tornade** est un courant ascendant tourbillonnaire de quelques centaines de mètres de diamètre (Dessens, 1988). Un tel phénomène se forme lorsqu'un mouvement ascendant rencontre un tourbillon à axe horizontal dans les basses couches de l'atmosphère (figure 2). Les tornades, du moins les plus puissantes d'entre elles, sont associées aux orages supercellulaires. Il s'agit d'une seule cellule convective de grande étendue qui possède un mésocyclone profond et persistant (Doswell III, 1996).

Ces mécanismes différents (mouvements descendants pour les rafales et ascendants rotatifs pour la tornade), génèrent une « empreinte » spécifique au sol et notamment en matière de répartition des dégâts (figures 3 et 4).

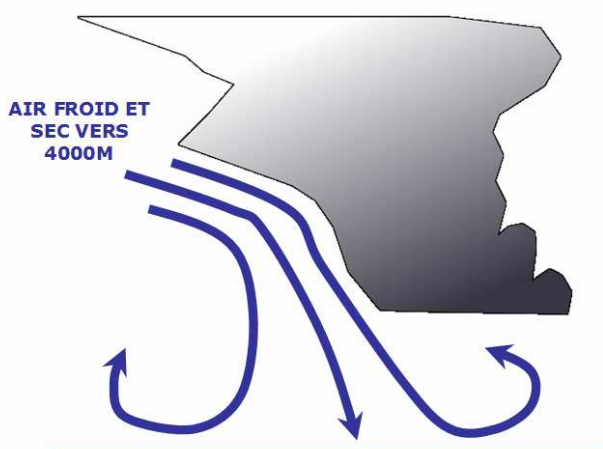


Figure 1. PRINCIPE D'UNE RAFALE DESCENDANTE. © ATMO-RISK.

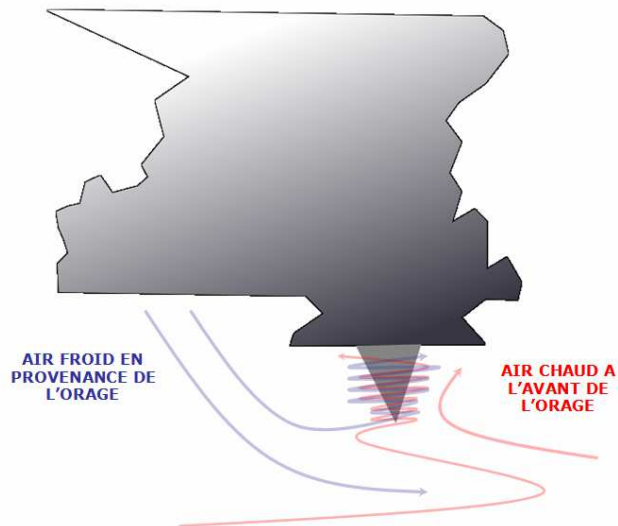


Figure 2. PRINCIPE D'UNE TORNADE. © ATMO-RISK.

L'étalement d'une micro-rafaie au sol va induire une répartition générale des dommages dite « divergente » pouvant prendre la forme d'un épi. A l'inverse le caractère rotatif d'une tornade va produire des dommages orientés dans toutes les directions le long d'un couloir rectiligne de quelques centaines de mètres de diamètre avec néanmoins un profond marqueur de convergence en direction du centre de la trajectoire. Enfin, l'ascendance de l'air près du sol au sein de la tornade va également générer des phénomènes d'aspiration (véhicules soulevés et projetés dans les airs par exemple).

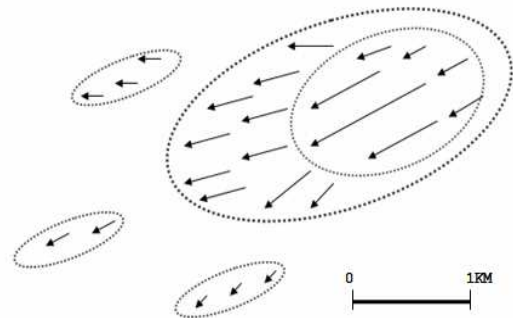


FIGURE 3. PHOTOGRAPHIE ET SCHEMA CONCEPTUEL DES DOMMAGES GENERES PAR UNE MICRO-RAFALE.

Photo : © T. Fujita. © ATMO-RISK.

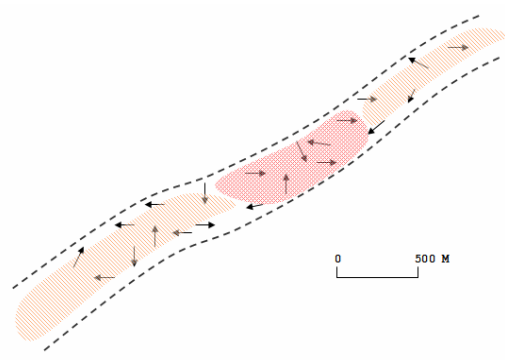


FIGURE 4. PHOTOGRAPHIE ET SCHEMA CONCEPTUEL DES DOMMAGES GENERES PAR UNE TORNADE. Photo : © N-D. © ATMO-RISK. Les plages de couleur indiquent de brusques variations d'intensité.

Echelles d'intensité.

Si il n'existe pas d'échelle spécifique permettant de quantifier la force des micro-rafales (qui peuvent néanmoins être mesurées si une station au sol est impactée), de très nombreux travaux ont été réalisés sur les tornades aux Etats-Unis dès les années 60-70 par le célèbre Tetsuya Théodore Fujita. L'échelle qui porte son

28. TREES (SOFTWOOD)

Typical Construction

- Softwood: Pine, Spruce, Fir, Hemlock, Cedar, Redwood, Cypress

DOD	Damage description	EXP	LB	UB
1	Small limbs broken (up to 1" diameter)	60	48	72
2	Large branches broken (1" - 3" diameter)	75	62	88
3	Trees uprooted	87	73	113
4	Trunks snapped	104	88	128
5	Trees debarked with only stubs of largest branches remaining	131	112	153

* Degree of Damage

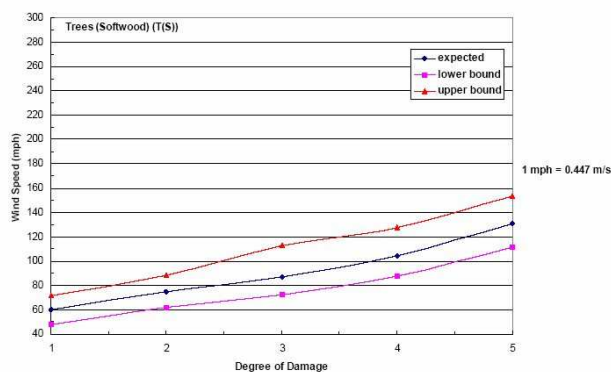


FIGURE 5. Exemple d'indicateur de dommages qui compose l'échelle de Fujita améliorée. Indicateur n° 28 : arbres conifères. L'indicateur est doté de 5 niveaux de dommages (DOD 1 à 5) chacun associé à une limite inférieure et supérieure de vitesse du vent (en mph). Source : Storm Prediction Center.



EF0 [105-135km/h] – Quelques tuiles ou ardoises envolées, dommages aux gouttières, cheminées et revêtement de façade, petites branches cassées.



EF1 [136 à 175 km/h] – Toitures détuilées, caravanes renversées, grosses branches ou arbres cassés.



EF2 [176 à 220 km/h] – Dégâts sur la structure porteuse de la toiture (soulèvement ou arrachement de toits), arbres déracinés, de nombreux débris légers sont projetés dans les airs sur de longues distances. Des véhicules légers peuvent être déplacés.



EF3 [221 à 270 km/h] – Dommages sérieux sur les murs porteurs des habitations, véhicules retournés, trains renversés, les petits débris deviennent de véritables projectiles lancés à grande vitesse et sur de très longues distances.



EF4 [271 à 320 km/h] – Maisons en dur pratiquement détruites, véhicules projetés dans les airs.



EF5 [> 320 km/h] – Soulèvement ou désintégration des bâtiments les plus solides (dégâts structuraux très importants sur les immeubles de bureau), les véhicules, camions, trains, arbres, deviennent des projectiles lancés sur de très grandes distances. Dégâts incommensurables et parfois insolites.

FIGURE 6. Echelle améliorée de Fujita avec illustration des dommages pour chaque niveau d'intensité, les vitesses de vent associées et quelques descriptions de dégâts.

SITUATION METEOROLOGIQUE DU 26 AOUT 2010

La situation météorologique de ce 26 Août 2010 était tout à fait propice à l'occurrence de phénomènes météorologiques sévères ou extrêmes.

En effet, une méso-dépression de surface à 1005hPa se creuse et circule du Poitou aux Ardennes au fil de la journée, advectant un vigoureux flux de Sud en basses couches en provenance de la vallée du Rhône. Les cisaillements deviennent alors critiques de la Côte d'Or à la Lorraine et l'Alsace dans un contexte particulièrement dynamique en altitude (90km/h de vitesse de flux à 700hPa, cisaillements 0-6km de 30m/s) et un environnement modérément instable (700J/kg de CAPE mesurés au radiosondage d'Idar-Oberstein le 26 à 11hTU).

En début de soirée, les orages se multiplient sur la Champagne et se décalent vers la Meuse. Un vaste système orageux multicellulaire se constitue avec une cellule particulièrement vigoureuse greffée sur sa pointe Sud. Plusieurs amorce supercellulaires sont observées entre temps sur l'Ile-de-France, suggérant le potentiel effectif de la situation à produire des orages possiblement générateurs de tornades. Vers 23h20 locales, l'orage supercellulaire balaye les environs de Dieuze (57) avec toujours une forme de crochet plus ou moins évident sur les images radar mais également en suivant une trajectoire rectiligne Ouest-Est à 40° du flux moyen. A 23h40, il atteint l'Est de la Moselle et présente des réflectivités radar intenses. De nombreux témoignages provenant d'un peu partout en Lorraine font état d'une activité électrique particulièrement soutenue. De violentes rafales de vent sont signalées, notamment en Meurthe-et-Moselle.

A 00h00, des rafales de vent de 75km/h sont relevées sur le réseau de stations de Météo France. L'orage finit ensuite par s'affaiblir sur le Bas-Rhin.

L'ENQUETE TERRAIN.

L'enquête terrain a été menée dès le lendemain du phénomène. A Eschwiller, la plupart des toitures sont encore détuilées à plus de 50%, certaines à 90% rue de l'Eglise. Or, il apparaît rapidement que les habitations situées au sud du village le long de la rue de la Forêt sont totalement intactes.

Des arbres sont étêtés près de la rue du Lavoir, suggérant que le phénomène a traversé l'autoroute A4.

Le centre de la trajectoire du phénomène est repéré à quelques encablures de l'église. Sur une bande de 50m de large, les dégâts observés suggèrent une intensité plus importante du phénomène.

Un hangar agricole est presque totalement détruit avec une structure déportée avant son effondrement. La rue est couverte de débris, et notamment de morceaux de toits et de tuiles provenant d'un hangar à foin situé à une centaine de mètres. Une véranda est transpercée à deux endroits différents par des débris visiblement projetés.

A ce stade d'enquête il est souvent utile et intéressant d'entrer en contact avec des habitants, qui livrent plus ou moins volontiers leurs aventures et leur expérience. Ici, tous s'accordent sur l'absence de précipitations avant et après le phénomène, sa brièveté et surtout le grondement terrible qui l'a précédé. Bien qu'il faille toujours prendre avec extrême précaution les témoignages, les récits de bruit assourdissant, d'absence de précipitations et de soudaineté du phénomène sont de bons éléments concordants sur l'hypothèse d'une tornade.

Par ailleurs, des campeurs installés dans le jardin faisant face au hangar ont été projetés l'espace de quelques secondes.

C'est dans les prairies qui s'étendent à l'Ouest du village que l'élément clé de cette enquête devient visible. En voyant cette tranchée de 200m de large sur le bosquet situé sur la colline du Postrofferfeld, l'occurrence d'une

tornade saute véritablement aux yeux. Il devient alors très aisé d'imaginer un tourbillon de 200m de large décapiter les grands arbres de la colline puis se diriger sur le village et l'autoroute A4.

Ici ou là, des tuiles sont profondément plantées dans le sol à plus de 50m de leur toit d'origine. La présence de débris ancrés dans le sol ou sur d'autres objets (planches enfoncées dans un mur par exemple) sont également de véritables marqueurs du passage d'une tornade.

Le lendemain, de nouveaux éléments fondamentaux sont émis par la presse (Républicain Lorrain). Des caravanes ont été soulevées et projetées sur le camping de Mittersheim (57), situé encore plus à l'Ouest que Fénétrange.

Il est 13h30 locales dimanche 29 août lorsque j'arrive sur les lieux de la tornade dans le camping de Mittersheim en compagnie de Thomas Blaise. Premières constatations, le couloir est plus étroit qu'à Eschwiller. Nous éprouvons beaucoup de difficultés à trouver l'endroit où la tornade est passée en rive Ouest du lac vert. Nous finissons par le trouver, avec seulement quelques branches cassées. Nous suivons ensuite le couloir sur plus de 500m, en pénétrant dans le bois de Schwanhals. La tranchée devient remarquable sur le sentier forestier, complètement obstrué de branchages sur seulement 50m de largeur.

Les empreintes laissées sur les arbres sont particulièrement caractéristiques des effets de vents tourbillonnants. La partie supérieure de l'arbre est aspirée par le haut et est arrachée au tronc par un mouvement rotatif. Aucune espèce ni individu n'est épargné, résineux et feuillus, petits et grands spécimens sont systématiquement rabotés, démembrés, brisés ou couchés, comme passés dans une énorme débrousailluse.

Rien à voir avec les jeux de dominos symétriques que provoquent de fortes rafales de vent rectilignes. Des troncs d'arbres en pleine santé de plus de 50cm de diamètre n'ont pas résistés. Sur ce secteur, la tornade a possiblement atteint le haut de l'échelle EF-1 avec des vents qui ont pu dépasser 160km/h.

Nous reprenons ensuite la route vers Loudrefing, où nous observons enfin les premières traces de passage, juste en lisière de la forêt domaniale d'Albestroff. Pendant tout l'après midi, nous parcourons ainsi l'ensemble du couloir sur plus de 20km jusqu'à Drulingen. Nous parvenons à boucler l'enquête rapidement sur les lieux en observant les dernières traces de passage le long du ruisseau à la sortie Est du village. Là encore, la rétrogradation en EF-0 a pu être parfaitement délimitée, prenant effet au niveau du pont de la rue principale. Le couloir se rétrécit alors fortement pour ne plus faire que quelques mètres de largeur à la sortie du village, derrière le stade municipal.

ANALYSE PHOTOGRAPHIQUE

Les photographies présentées ci-dessous permettent d'illustrer certains types de dommages caractéristiques d'une tornade ainsi que l'intensité estimée de celle-ci en appliquant directement les données de l'échelle améliorée de Fujita. Elles ont été prises en trois endroits différents, sur le camping de Mittersheim, à Eschwiller et à Drulingen.



Toitures détuilées rue de l'Eglise, Eschwiller. Seules les tuiles ont été aspirées et la charpente ne présente aucun dommage apparent. Le revêtement de façade de cette même maison a été partiellement arraché.



Hangar agricole effondré sur lui-même, Eschwiller. On remarque que la structure s'est légèrement déportée avant de s'écrouler. Les dommages sont ici d'intensité EF 1. Le hangar se trouve dans la partie la plus touchée du village, au cœur de la trajectoire de la tornade.

Saule pleureur vrillé à mi hauteur sur le camping de Mittersheim. L'empreinte tornadique laissée sur cet arbre est remarquable. On y devine aisément la torsion subie par les branches supérieures, prises dans le tourbillon.

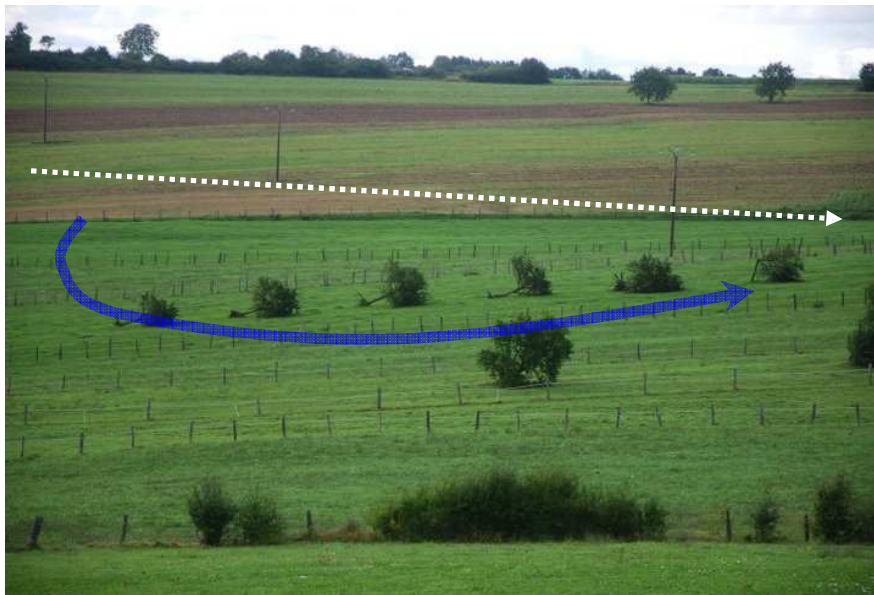


Couloir de dégâts sur le camping de Mittersheim, la totalité des arbres est étêtée et toiture détuilée. La tornade s'est déplacée ici de la droite vers la gauche. Certains arbres sont totalement dépourvus de branches, la tornade n'a laissé que le tronc central. Cette caractéristique est un des traceurs du passage d'une tornade car elle témoigne d'un phénomène d'aspiration et de torsion qui arrache littéralement les branches du tronc. Le phénomène est parfaitement visible sur les arbres situés à l'arrière de la maison, où seules les branches supérieures ont été arrachées.



Dégâts relevant encore du stade EF-1 sur les arbres bordant le ruisseau à Drulingen mais la largeur du couloir se rétrécit significativement.

Ligne d'arbres fruitiers déracinés dans le même sens cyclonique à 40° du sens de déplacement du tourbillon signe évident d'une convergence vers l'axe de la trajectoire. L'axe en pointillés représente la direction de la tornade



Caravane retournée sur le camping de Mittersheim. Il s'agit d'un autre dommage relevant du stade EF 1.



Débris divers, parfois plantés profondément dans le sol, Eschwiller. On remarque la forêt intacte en arrière plan.



Tranchée générée par la tornade sur une clairière. L'axe en pointillés blancs représente la direction de la tornade. Eschwiller.

CARTOGRAPHIE DE LA TRAJECTOIRE

Ce cas de tornade est remarquable par la longueur de sa trajectoire. Il s'agit de l'une des tornades ayant parcouru la plus longue distance connue à ce jour en France, notamment depuis 1982. Le phénomène aura en effet eu un contact permanent avec le sol de Loudrefing à Drulingen, soit sur près de 23km ! De telles distances sont très rares en France, à fortiori pour une tornade de faible intensité (EF 1).

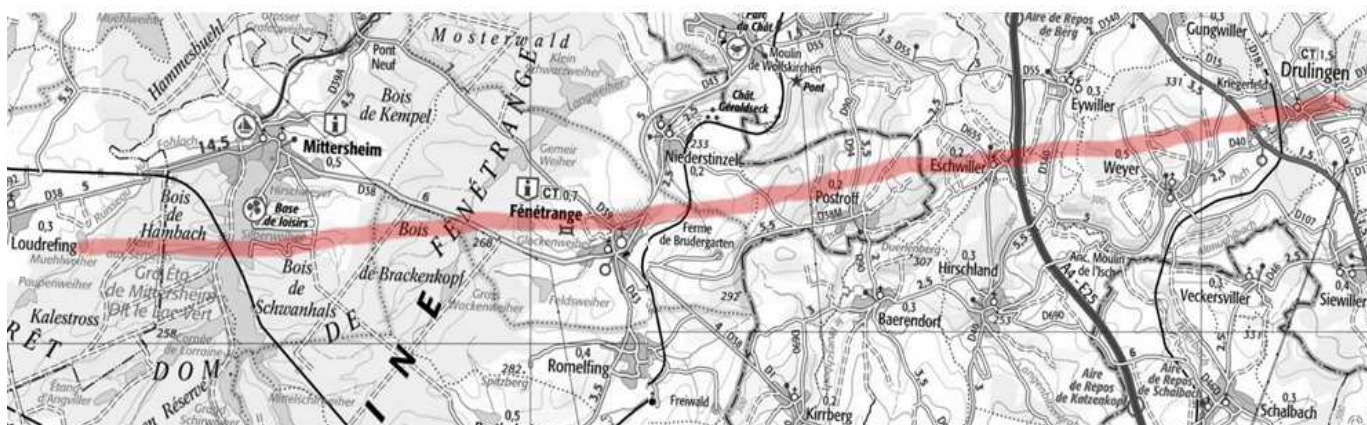


FIGURE 7. Trajectoire parcourue par la tornade à travers la Moselle et l'Alsace bossue. La distance totale parcourue est d'environ 23km. Source : IGN Géoportail.



FIGURE 8. Trajectoire sur le camping de Mittersheim (57). C'est probablement à son arrivée en rive Est du lac que la tornade atteint le stade EF 1 (quadrillage rouge), retournant au passage les caravanes situées sur le bord du lac à cet endroit. Le couloir de dommages est ici large d'une centaine de mètres. Source : IGN Géoportail.



FIGURE 9. Passage sur Eschwiller (67) en stade EF 1. Le couloir de dommages est large de 150 à 200m. Source : IGN Géoportail.

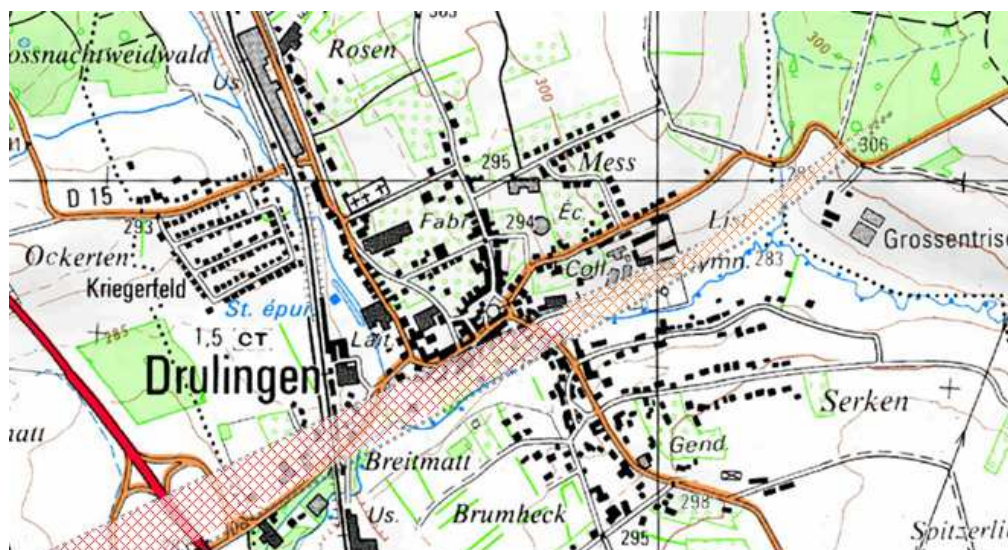


FIGURE 10. Passage sur Drulingen (67) en stade EF 1 puis affaiblissement en EF 0 avant la perte de traces au sol à l'Est de la commune. Le couloir de dommages est moins large qu'à Eschwiller, de l'ordre de 50 à 100m voire moins en tout fin de vie de la tornade. Source : IGN Géoportail.

CONCLUSIONS & PERSPECTIVES

Une tornade d'intensité EF-1 soit des vents de 135 à 175km/h sur la nouvelle échelle Fujita, a balayé les communes de Mittersheim, Fénétrange, Eschwiller et Drulingen entre 23h40 et 23h55 soit une distance remarquable de 23km pour une largeur maximale de 200m sur la commune d'Eschwiller. Cela en fait la plus longue distance observée en France depuis le cas de Sachy du 20 Septembre 1982. L'analyse détaillée des dommages au sol permet d'établir un passage au stade EF 1 dès le passage sur le lac vert à Mittersheim et jusqu'au centre du bourg de Drulingen. La tornade repasse alors très brièvement au stade EF 0 avant de se perdre à l'Est de la commune.

Notons qu'il ne s'agit pas du premier cas recensé dans ce secteur. Le 10 Juillet 1968, une tornade EF 3 parcourue plusieurs dizaines de km entre Sarrebourg et Bouxwiller, en passant par Eschbourg puis à nouveau en Allemagne au stade EF 4 où la ville de Pforzheim fut dévastée. Ces deux longues trajectoires quasi identiques et parallèles ne résultent probablement pas d'une simple coïncidence. Des facteurs météorologiques de méso-échelle et locaux en sont probablement la cause. ATMO-RISK, avec l'appui d'autres travaux qui ont déjà été mené (notamment par les chercheurs allemands), mène actuellement des recherches climatologiques dans ce domaine.

REFERENCES

Description détaillée de l'échelle de Fujita améliorée sur le site web du Storm Prediction Center : <http://www.spc.noaa.gov/efscale/> (page consultée le 11/04/2013).

Dessens J., 1988. Coups de vent de grain et trombes : étude comparative sur deux cas récents. La Météorologie, 1988, n°23, pp.4-18.

Doswell C.A., 1996. What is a supercell. *18 th AMS Conf. Severe Local Storms* (San Francisco, CA), 19-23 February 1996, Amer. Meteor. Soc., p. 641.

Fujita TT, 1971. Proposed characterization of tornadoes and hurricanes by area and intensity. University of Chicago.