



ATMO-RISK

## RAPPORT METEOROLOGIQUE

# TORNADE DU 02 JANVIER 2014 A FESSENHEIM (68)



Le 02 Janvier 2014 entre 14h45 et 15h00, une violente averse orageuse balaye la commune de Fessenheim (68). De nombreuses toitures subissent des dégâts tandis que des arbres sont arrachés. Christophe Mertz, météorologiste indépendant, s'est rendu sur place dès le lendemain afin d'identifier le phénomène météorologique en cause et son intensité. C'est une tornade de faible intensité, (EF1 sur l'échelle de Fujita) qui a traversé la commune sur une largeur de seulement 20 à 50m. Ce rapport permet de dresser une synthèse détaillée de cet épisode météorologique violent qualifié à tort de « mini tornade ».

INTRODUCTION.....	2
CONCEPTS THEORIQUES.....	2
SITUATION METEOROLOGIQUE.....	4
PHOTOS, INTENSITE,TRAJECTOIRE.....	6
CARTOGRAPHIE.....	9
CONCLUSION.....	10

**INTRODUCTION.** L'une des activités menées par ATMO-RISK consiste à identifier systématiquement les phénomènes venteux violents se produisant en Alsace. Ces derniers peuvent être en effet très différents, allant de la tornade aux rafales de vent ordinaires et sont généralement rassemblés sous le terme généraliste et médiatique de « *mini tornade* ».

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 à la fois un intérêt de recherche climatologique, mais peut aussi représenter un enjeu important auprès des assurances ou des collectivités concernées. Ce type de travaux requière donc une véritable méthodologie et de profondes connaissances tant sur les phénomènes en eux-mêmes que sur leurs impacts sur les infrastructures et autres éléments du paysage. Cette étude de cas a ainsi pour objectif d'identifier le phénomène incriminé et d'en dresser une synthèse détaillée.

## **CONCEPTS THEORIQUES.**

Une **tornade** est un courant ascendant tourbillonnaire de quelques dizaines ou 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 1).

Ce mécanisme se produit sous des nuages d'orages appelés cumulonimbus, qui sont animés par de violents mouvements verticaux. Une tornade génère une « empreinte » spécifique au sol et notamment en matière de répartition des dégâts car elle génère à la fois des vents tourbillonnaires et un effet d'aspiration verticale, le tout concentré sur des couloirs rectilignes très localisés.

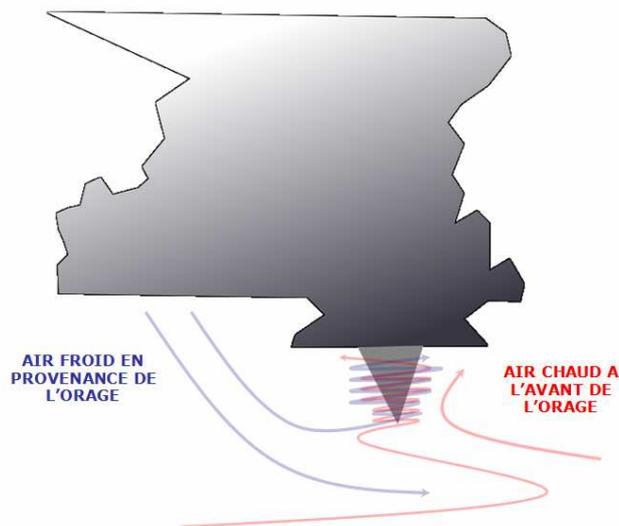


Figure 1. PRINCIPE D'UNE TORNADE. © ATMO-RISK.

Enfin, signalons qu'une tornade peut se produire sous n'importe quel cumulonimbus tout au long de l'année et dans des situations météorologiques très variées si les conditions sont réunies. Si les facteurs météo de grande et de moyenne échelle sont déterminants pour générer une tornade (comme nous le verrons plus loin), il faut noter que des facteurs locaux de très petite échelle (aérogique, de l'ordre de 10m à 1km) interviennent également dans le processus. Ces facteurs sont très difficilement prévisibles à l'heure actuelle sur les modèles de prévisions.

## Une échelle d'intensité des tornades, l'échelle Fujita.

Si il n'existe pas d'échelle spécifique permettant de quantifier la force des rafales de vent ordinaires (qui peuvent néanmoins être mesurées par une station au sol), 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 nom, permet ainsi **d'estimer la vitesse des vents au sein d'une tornade en se basant sur les dommages qu'elle génère sur les infrastructures.**

Cette échelle a été profondément modifiée et améliorée en 2005 afin de mieux prendre en compte les caractéristiques techniques des bâtiments. Ainsi, 28 types de constructions (hangars agricoles, maison solide, garage etc.) ou éléments du paysage (types d'arbres) ont été dotés chacun de plusieurs DOD (degrés de dommage) correspondant à une estimation de vitesse du vent.

Cette échelle améliorée de Fujita (EF pour Enhance Fujita en anglais) est entrée en vigueur aux Etats-Unis en 2007. **C'est cette échelle que nous utilisons au sein d'ATMO-RISK** (figure 2) car cette dernière peut parfaitement s'appliquer en Europe, permettant des comparaisons climatologiques avec les Etats-Unis à l'inverse de l'échelle de TORRO elle-même dérivée de l'échelle de Beaufort.



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 ou arrachés.



EF2 [176 à 220 km/h] – Dégâts sur la structure porteuse de la toiture (soulèvement ou arrachement de toits), gros 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.



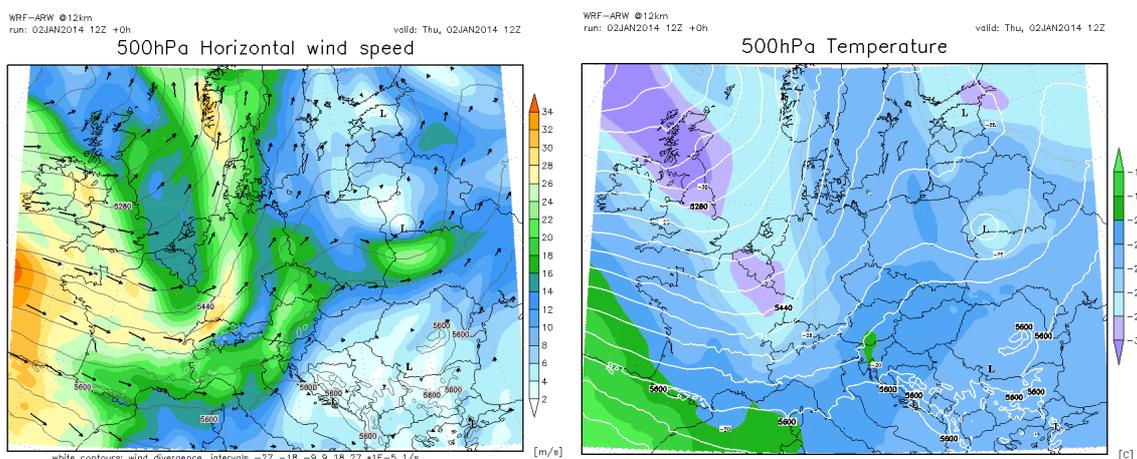
EF5 [ $> 320 \text{ km/h}$ ] – Soulèvement ou désintégration des bâtiments les plus solides (dégâts structuraux très importants sur les immeubles de bureau), les véhicules, camions, trains, arbres, deviennent des projectiles lancés sur de très grandes distances. Dégâts incommensurables et parfois insolites.

**Figure 2. 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 02 JANVIER 2014

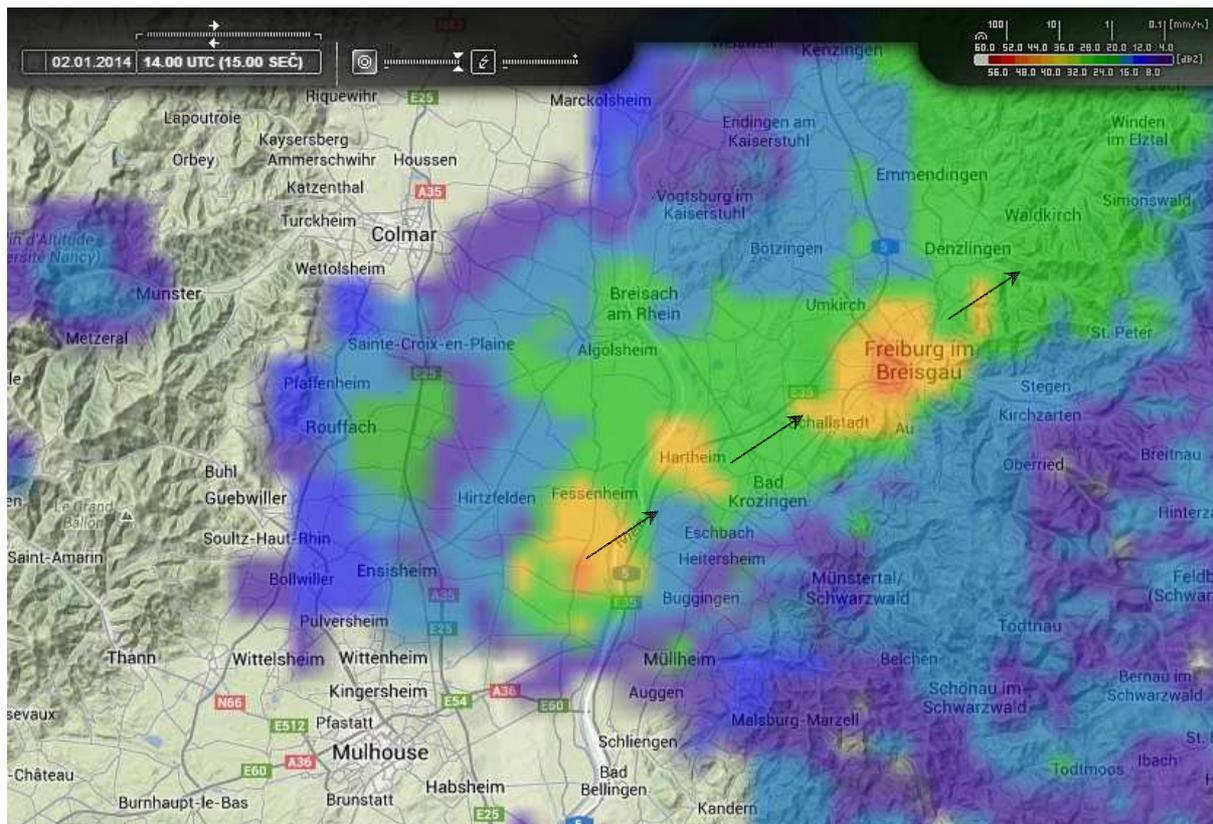
Dans un courant d'ouest perturbé, un thalweg de courte longueur d'onde balaye le nord-est de la France pendant la journée du jeudi 02 janvier (figure 3). En effet, de l'air froid en altitude ( $-28^\circ\text{C}$  vers 5500m) circule sur le Benelux tandis que de l'air doux est positionné près du sol à l'avant, de la Bourgogne à l'Alsace.

L'arrivée de cet air froid en altitude déstabilise la masse d'air à partir de la fin de matinée. Cette instabilité génère ce qu'on appelle une « traîne active » à savoir le développement d'averses ponctuelles potentiellement fortes et convectives (c'est-à-dire se produisant sous un nuage de type cumulonimbus). ATMO-RISK avait parfaitement identifié ce type de temps à venir sur la région en mentionnant un risque de fortes averses pour l'après midi dans ses prévisions du jour.

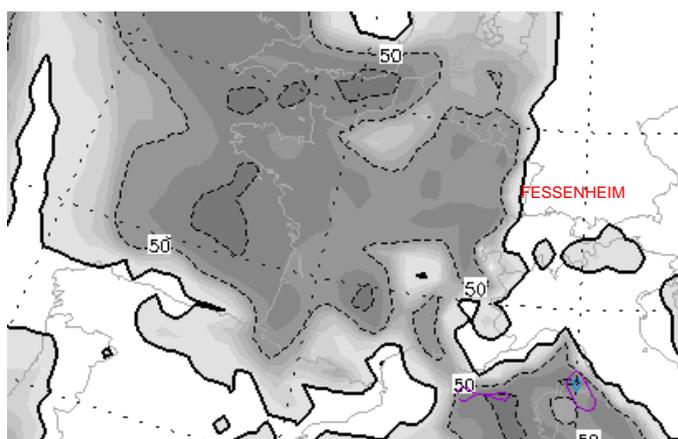


**Figure 3. Vent à 5500m (à gauche) et températures à 5500m (à droite) le 02/01/2014 à 13h00 locales sur modèle WRF à mailles 12km.** On remarque la présence d'air froid en provenance du Benelux ( $-28^\circ\text{C}$ ) tandis que le flux général orienté au Sud-Ouest bascule au secteur Ouest.

Vers 13h45, une forte averse de grésil et accompagnée de coups de tonnerre se produit sur la vallée de Thann. Ce système se déplace ensuite sur la plaine haut-rhinoise. A son extrémité sud-ouest, une nouvelle averse très localisée se développe entre 14h30 et 15h00. Elle atteint son pic d'intensité radar lors de son passage sur Fessenheim entre 14h45 et 15h00 (figure 4). C'est à ce moment précis qu'elle génère une tornade, phénomène lui-même localisé à l'extrémité sud-ouest de l'averse. Ceci explique pourquoi il y a d'abord eu l'averse de pluie sur la commune, immédiatement suivie de la tornade.



**Figure 4. Image radar haute résolution du 02/01/2014 à 15h00 locales.** Les plages de couleurs indiquent l'intensité des précipitations. En jaune et en rouge, les pluies les plus intenses. Les flèches indiquent le sens de déplacement. On remarque l'averse très localisée sur Fessenheim à l'extrémité sud-ouest d'un système pluvieux (une autre forte averse est visible sur Freiburg à ce moment là). L'averse atteint ici son pic d'intensité (environ 50DBz) puis elle faiblira rapidement en franchissant le Rhin. Source radar : <http://www.radareu.cz>.



La situation de traîne active, et donc la possibilité d'averses soutenues étaient parfaitement prévisibles. Néanmoins, les modèles météo n'ont pas permis de diagnostiquer de façon probante un risque de phénomènes violents localisés. Même si les traînes très actives sont connues pour produire ce type de phénomènes, peu d'éléments laissaient présager d'une occurrence dans cette configuration et en plaine d'Alsace. Les indices couramment utilisés pour prévoir ces phénomènes ne présentaient aucune valeur significative (figure 5).

Cette tornade est donc relativement atypique car elle s'est produite dans une situation tout à fait banale, contrairement à des traînes plus vigoureuses ou en situation d'été qui sont plus facilement diagnostiquées.

**Figure 5. Champ de l'indice SBCAPE 0-2km tiré du modèle GFS 0.5° pour le 02 JAN 2014 à 13h locales.** Cet indice, qui représente l'instabilité des 2000 premiers mètres de l'atmosphère est couramment utilisé, entre autres, par le prévisionniste pour détecter des possibilités de tornades. Les valeurs plafonnent ici autour de 50J/kg selon le modèle, soit des valeurs peu significatives.

## PHOTOGRAPHIES, INTENSITE ET TRAJECTOIRE.



Déplacement de la tornade

PHOTO 1 © ATMO-RISK

La photo 1 met en évidence le point d'entrée de la tornade sur la zone urbanisée de Fessenheim. Aucune trace de passage n'a été détectée en amont de ce point (au sud-ouest de la commune). La tornade poursuit sa route selon un axe Sud-Ouest -> Nord-Est à droite de la rue des Seigneurs tout en traversant la rue des Serruriers et le Quartier Romain. Quelques arbres sont déracinés sur son passage (photo 2), selon une orientation SO->NE.



PHOTO 2 © ATMO-RISK

Des dommages aux toitures sont également à noter sur les logements collectifs situés entre la rue des Serruriers et la rue des Aireves (photo 3). C'est à cet endroit également que d'autres arbres sont arrachés selon une orientation S->N cette fois-ci, suggérant le mouvement tourbillonnaire de la tornade par rapport aux arbres précédents (photo 4). Les dégâts peuvent être de type EF-1 au niveau de ces arbres mais les sols gorgés d'eau ont peut être également facilité leur chute.

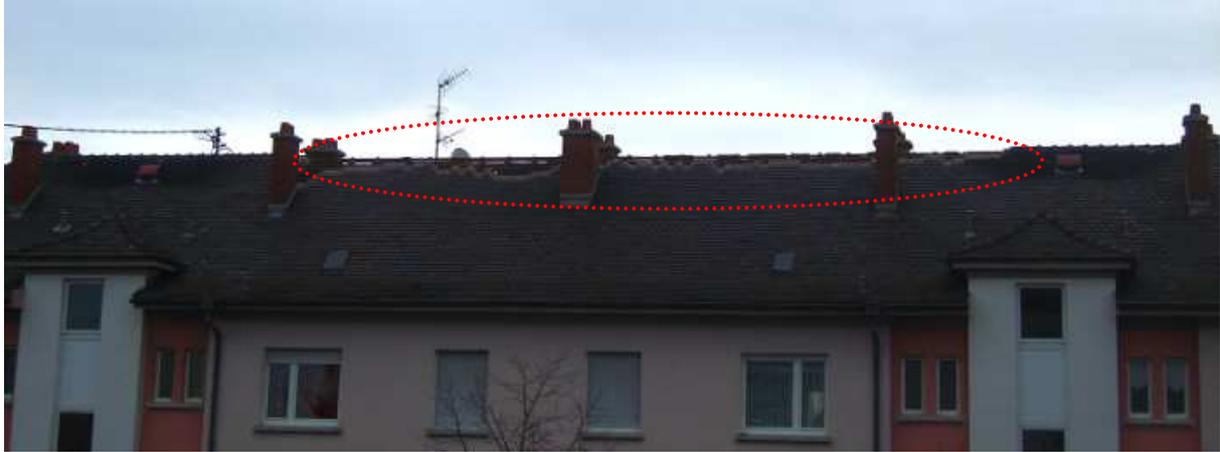


PHOTO 3 © ATMO-RISK



Déplacement de  
la tornade

PHOTO 4 © ATMO-RISK

La tornade traverse ensuite la rue des Seigneurs au niveau de l'intersection avec la rue des Casernes. Ce sont donc les bâtiments à gauche de la rue qui sont les plus touchés à partir de ce point. Les dommages les plus importants se localisent le long de cette rue et près du cimetière jusqu'à l'église avec des surfaces de toitures détuilées plus importantes et des dommages aux structures très ponctuels (voir diaporama des DNA). C'est sur ces quelques mètres, au centre du bourg, que la tornade atteint son pic d'intensité, probablement tout en bas du niveau EF1.

La tornade poursuit sa route toujours à gauche de la rue du Rhin cette fois-ci après avoir passé l'église. Quelques tuiles sont encore endommagées sur ce secteur (photo 5) mais l'intensité est à nouveau de niveau EF0 jusqu'en sortie de bourg. La tornade quitte la zone urbanisée au niveau de la rue des Joncs et plus aucune trace n'a été détectée en aval de ce point (sol nu et champs non végétalisés).

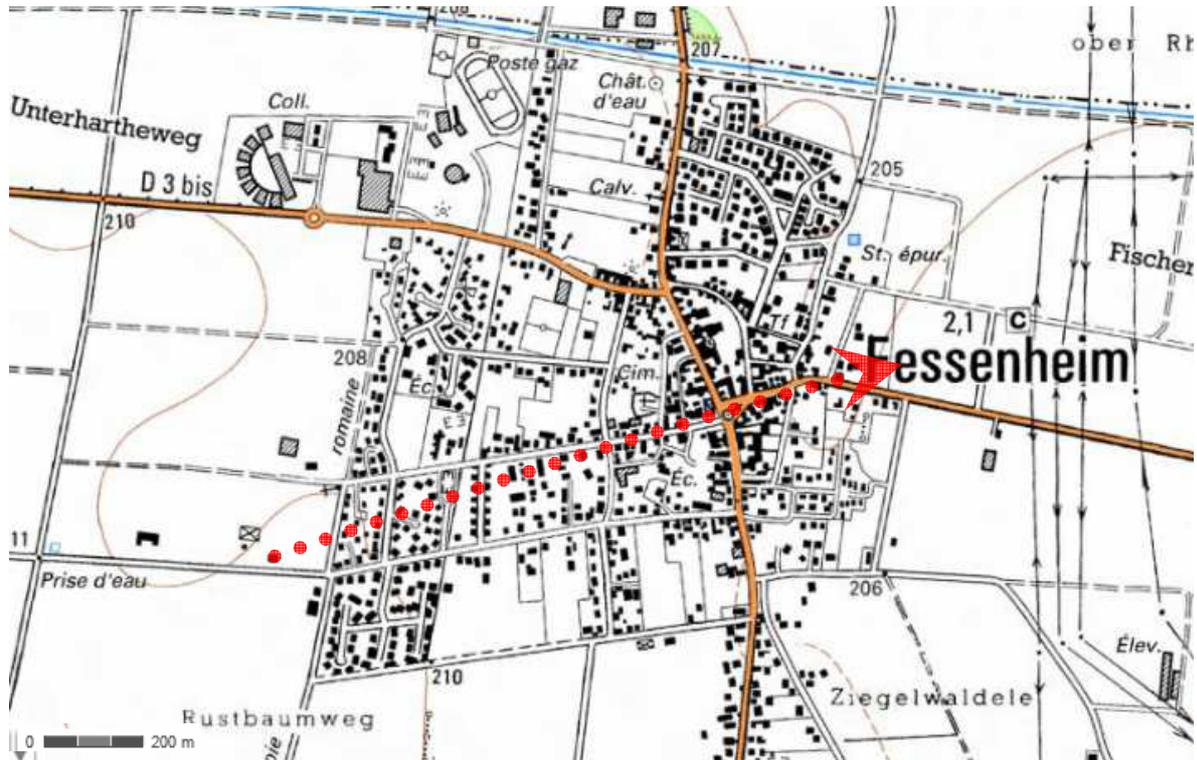


PHOTO 5 © ATMO-RISK

Au final, la tornade a parcourue une distance totale de 1200m à travers la commune pour une largeur estimée entre 20 et 50m en moyenne.

C'est une distance particulièrement courte même si l'on peut supposer que la tornade ait touché le sol légèrement plus au sud-ouest du village et se soit dissipée un peu plus au nord-est au dessus des champs. Ces dimensions de trajectoire (longueur et largeur) sont tout à fait typiques des faibles tornades.

## CARTOGRAPHIES



CARTE 1. Trajectoire générale sur la commune de Fessenheim (fond de carte : IGN).



CARTE 2. Répartition des principaux dégâts générés par la tornade (fond de carte : IGN). En rouge, dégâts EF-0. En violet, dégâts en limite du stade EF-1.

## **CONCLUSION & PERSPECTIVES**

Une tornade d'intensité EF-1 a donc balayé la commune de Fessenheim, autour de 14h45 ce 02 janvier 2014 sur un couloir d'1,2km de longueur pour 30 à 50m de largeur. Les dommages générés sont pour la plupart de type EF-0 (la plus faible intensité de l'échelle Fujita) soit des vents de 105 à 135km/h. Néanmoins, très ponctuellement, la vitesse des vents a pu dépasser les 135km/h, notamment là où les arbres ont été déracinés et où la structure porteuse d'une grange a été endommagée.

Cette tornade est relativement atypique dans la mesure où elle s'est produite dans un contexte météorologique relativement banal et peu propice aux phénomènes violents. L'averse très isolée qui lui a donné naissance fut du reste, le seul événement convectif de la journée en Alsace. Enfin, il s'agit tout simplement de la **première tornade hivernale recensée en Alsace à ce jour**.

D'autres cas de tornades se sont en effet déjà produits sur la région (le dernier en date remonte au 26 août 2010 en Alsace Bossue) mais uniquement en période estivale et rattachées à des épisodes orageux vigoureux. Notons toutefois que les cas de tornades hivernales ne sont pas rares en France, il s'en produit chaque année, préférentiellement dans le nord-ouest du pays.

## **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.

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