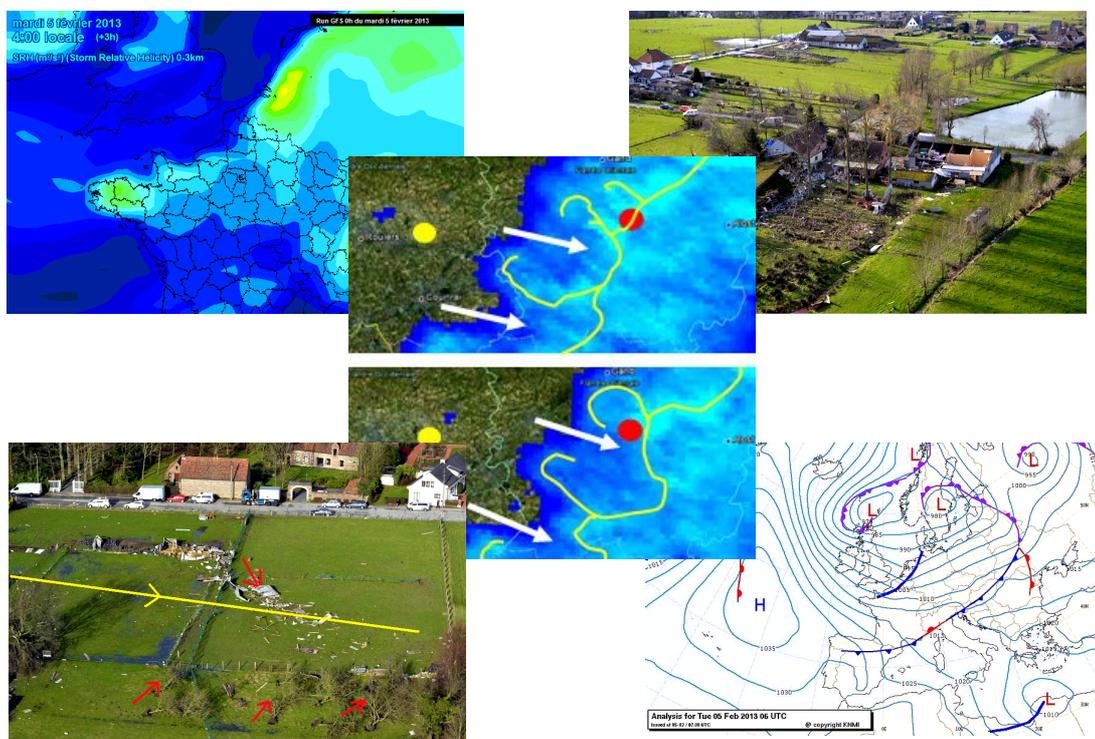


Echo en arc tornadique du 5 février 2013

Analyse du contexte météorologique,
étude des dégâts provoqués par le passage d'une tornade
analyse radar du système convectif



Dossier réalisé par :

Jean-Yves Frique

Co fondateur de Belgorage

Robert Vilmos

Membre responsable de Belgorage

En ce 5 février 2013, des dégâts assez importants sont observés sur plusieurs communes des provinces de Flandre Occidentale et Orientale.

D'emblée, les termes « mini tornade » et « windhoos » sont utilisés par les médias.

On sait pertinemment que ces termes sont utilisés à tout va mais cette fois-ci, ces termes sont utilisés à bon escient car les recherches effectuées ont permis de certifier une origine tornadique des dégâts observés à Meulebeke et à Oosterzele.

Dans ce dossier, nous allons nous intéresser principalement à la tornade d'Oosterzele qui s'est avérée être la tornade la plus intense ayant touché la Belgique depuis celles de Lier et de Dendermonde, juste cinq ans plus tôt ; le 5 février 2008.

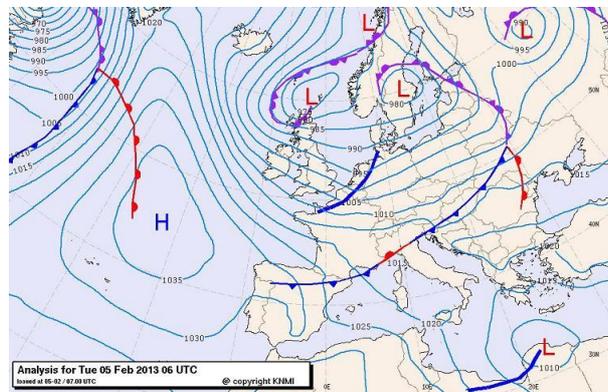
Nous vous proposons donc de revenir sur cet épisode remarquable en analysant le contexte météorologique, en détaillant le parcours et les dégâts engendrés par la tornade ainsi qu'en analysant les images radars.

Table des matières

1. Analyse du contexte météorologique	4
2. Observations et analyses détaillées durant la nuit du 4 au 5 février et en journée du 5	9
3. Définition, formation et évolution d'un écho en arc.....	12
3.1. Définition d'un écho en arc.....	12
3.2. Comment se forme un écho en arc ?	12
3.2.1. Le rear inflow jet.....	14
4. Analyses de la structure convective par les images radars.....	17
5. Etude des dégâts dans la région d'Oosterzele.....	21
6. Conclusion sur le parcours et l'intensité de la tornade.....	27
7. Sources et références.....	28

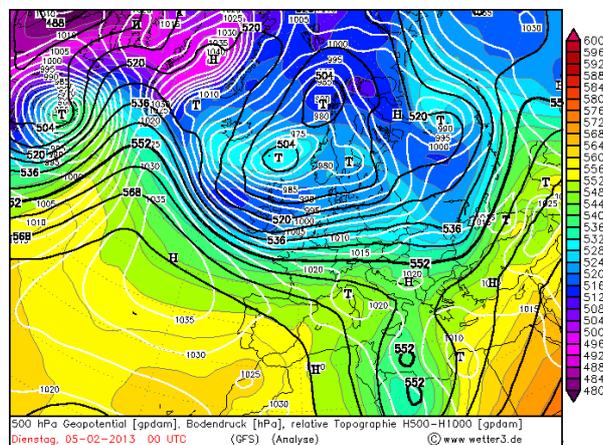
1. Analyse du contexte météorologique

Depuis plusieurs jours, un système dépressionnaire recouvre une vaste zone s'étirant du Groenland jusqu'à la Scandinavie. En ce 4 février, le contexte devient progressivement plus dynamique sur nos régions. C'est ainsi qu'un front froid actif traverse notre pays dans le courant de la journée. Après son passage, notre pays est soumis à un régime de traîne avec la circulation d'air polaire maritime. Au sein de cette masse d'air polaire, un front froid secondaire se développe et se déplace très rapidement vers nos régions.



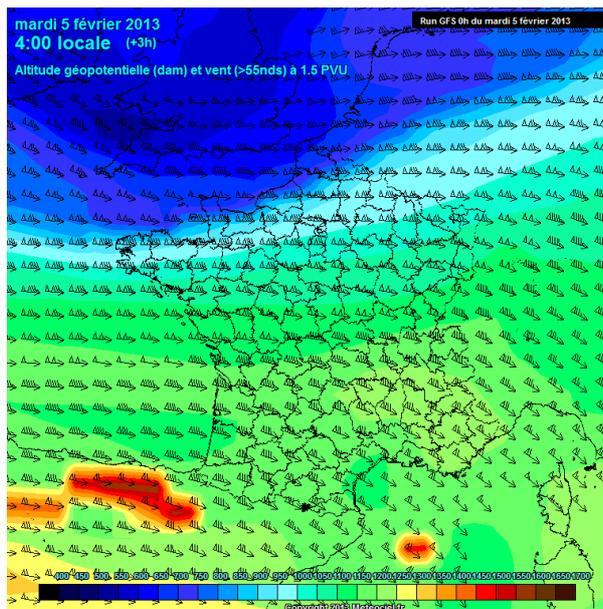
.Position des principaux centres d'action
Source : KNMI

En altitude, à l'approche d'un puissant talweg, le contexte devient très dynamique également avec le développement d'un courant jet sur nos régions.



Carte des géopotentiels à 500 hpa issue du modèle GFS
Source : Wetter3.de

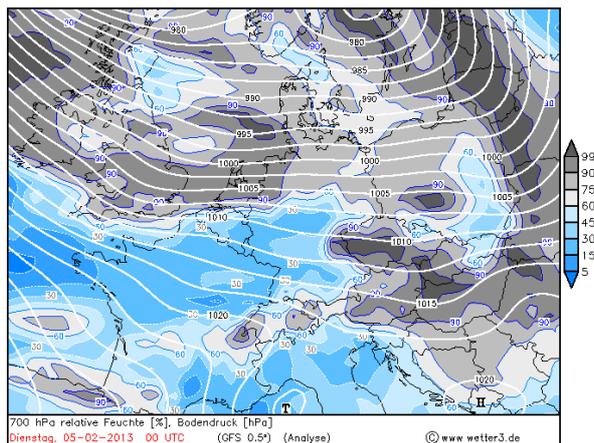
Ce talweg s'accompagne d'une profonde anomalie basse de tropopause. C'est ainsi que le niveau d'équilibre thermique s'abaisse considérablement pour atteindre une altitude remarquablement basse, proche des 7000 mètres. Cet enfoncement de la tropopause dynamique va s'accompagner de puissants forçages à l'avant.



Carte de l'altitude géopotentielle et vent à 1.5PVU issue du modèle GFS
Source : **Météociel**

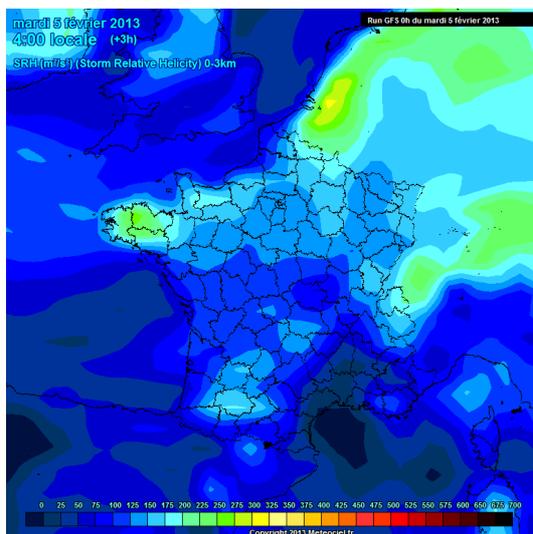
La présence d'un puissant courant jet permet une augmentation marquée des cisaillements des vents, et ce sur une épaisseur importante de la troposphère. Ceux-ci atteignant les 30 m/sec sur l'épaisseur 0-6 km. En outre, un courant jet de basses couches se développe sur nos régions. Là également, des valeurs significatives sont observées (valeurs des cisaillements des vents 0-1 km supérieures à 15 m/sec).

Notons également la présence d'un air très sec dans les couches moyennes. Cet air sec peut assécher en partie les précipitations des courants descendants des cellules convectives. De ce fait, celui-ci pourra accélérer la chute des précipitations vers le sol et favoriser ainsi le développement de rafales descendantes.



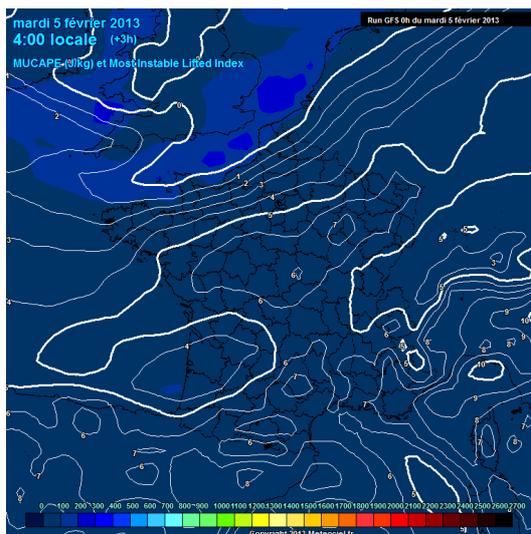
Carte de l'humidité relative à 700 hpa, issue du modèle GFS
Source : **Wetter3.de**

Enfin, les valeurs d'hélicité relative sont également importantes sur l'ouest de nos régions comme le montre la carte ci-dessous.



Carte des valeurs d'hélicité relative 0-3km issue du modèle GFS
Source : **Météociel**

Mais si la dynamique est très marquée, il est important d'avoir un contexte instable pour permettre le développement des orages. Dans ce cas-ci, au passage du second front froid, les valeurs d'instabilité; même si elles restent peu marquées ; sont suffisantes pour autoriser le développement des cellules convectives.



Carte de prévision des valeurs d'instabilité issue
du modèle GFS
Source : **Météociel**

En résumé, nous avons en ce tout début de matinée du 5 février 2013, une situation potentiellement favorable à l'apparition de phénomènes orageux sévères.

Ce potentiel ayant été mis en avant dans les prévisions effectuées par notre collectif la veille au soir, et ce sur le forum de Belgorage.

« Une situation potentiellement orageuse s'annonce déjà pour cette fin de nuit avec l'arrivée de courants très froids en altitude. Même si l'instabilité restera peu marquée, il faudra être attentif car notre pays sera situé en sortie gauche d'un puissant courant jet. De ce fait, si la convection démarre, une évolution rapide en structures multicellulaires est tout à fait possible. Outre le courant jet d'altitude, nous avons le développement également d'un courant jet de basses couches. De ce fait, le contexte en surface sera très fortement cisailé, en vitesses mais également en direction.

Dès lors, le développement de violentes rafales de vent, voire d'une tornade n'est pas à exclure.

Comme vous l'aurez compris, ce sera une situation "tendue", où l'on devra guetter la moindre trace du développement de cellules convectives. De fait, tout va dépendre de l'instabilité et du déclenchement ou non de la convection.

Pour demain en journée, le risque orageux se maintiendra mais la principale dynamique d'altitude s'évacuera vers l'Allemagne. Ce seront dès lors principalement des orages monocellulaires qui pourront se développer avec de fortes précipitations et un vent fort. »

2. Observations et analyses détaillées durant la nuit du 4 au 5 février et en journée du 5

Pour compléter ce qui a été décrit plus haut, nous allons analyser les sondages d'Essen, qui ont l'avantage d'être publiés toutes les 6 heures. Nous effectuerons ensuite une analyse visuelle du temps observé en ce 5 février.

Le premier sondage est celui du 5 février 2013 à 01 h.

Et là, ce qui saute à l'œil immédiatement, c'est le vent. En effet, on observe un vent d'ouest à tous les niveaux, excepté les très basses couches (sud-ouest) et la vitesse dépasse les 100 nœuds (185 km/h) dès 6000 mètres d'altitude. Ensuite, il va augmentant jusqu'à 128 nœuds (237 km/h) un peu en dessous de 10 000 mètres avant de diminuer assez rapidement au-dessus de cette altitude. On note également un vent assez faible de sud-ouest (force de frottement) dans les très basses couches, augmentant rapidement jusqu'à un premier maximum de vent vers 1000 mètres (41 nœuds ou 76 km/h).

L'instabilité, quant à elle, n'est pas vraiment marquée dans les basses couches, pourtant présente, avec une décroissance de 8 à 9°C sur 1 200 mètres (avec 5°C au niveau du sol). Plus haut, cet ordre de grandeur reste conservé, ce qui signifie qu'on est en instabilité conditionnelle, avec toutefois une tendance bien plus instable que stable.

Il est peut-être intéressant de noter que vers 2 800 mètres, on note une très faible inversion, surmontée d'une couche d'air particulièrement sèche (humidité relative de 20 %) entre 3 100 et 4 400 mètres, et encore une fois vers 6 000 mètres, le tout dans une ambiance relativement sèche en général au-dessus de l'inversion, sauf au niveau des cirrus.

À 06 h, l'on retrouve un profil assez similaire, mais avec un vent un peu moins fort en altitude. Le maximum de vent vers 1 000 mètres est toujours présent, il s'est même légèrement renforcé. Dans les très basses couches, on observe un basculement du vent vers le sud-sud-ouest.

L'inversion, quant à elle, est restée à la même altitude mais s'est partiellement résorbée (à présent, il s'agit plus d'une petite zone de stabilité que d'une véritable inversion).

De ce fait, l'humidité s'est quelque peu mélangée aux couches supérieures, et la sécheresse n'apparaît plus de façon aussi évidente, sauf dans les très hautes couches. Ajoutons enfin un certain refroidissement des couches au-dessus des restants de l'inversion (2 800 mètres), ce qui signifie une déstabilisation des couches moyennes et supérieures, allant de pair avec un abaissement de la tropopause.

À 12 h, le cisaillement des basses couches a disparu, mais les températures ont fortement baissé à tous les niveaux. Au niveau 850 hPa, on passe de -4°C à -7°C en 6 heures. Au niveau 700 hPa, ces valeurs sont respectivement de -14°C et de -18°C , tandis qu'au niveau 500 hPa, ces valeurs sont de -34°C et de -39°C . Cette dernière valeur peut être considérée comme vraiment très basse. Ce n'est qu'en de très rares occasions que le thermomètre descend en dessous de -40°C à ce niveau. En outre, si l'on ajoute qu'au niveau du sol, on est passé de 4°C à 2°C , l'on comprend aisément que la baisse a été plus marquée en altitude qu'au sol et dans les basses couches. En fait, on est passé d'une situation assez instable à une situation très instable.

Le vent, quant à lui, est resté plutôt fort dans les moyennes couches, mais a très nettement diminué au-dessus. Des couches plus sèches sont à nouveau présentes aussi, mais sans inversion, dans un profil somme toutes assez normal pour ce paramètre. Il n'en va pas du tout de même pour la tropopause, vraiment très basse, vers 6 000 mètres seulement. Et dès cette altitude, il fait franchement sec.

Au niveau des conditions atmosphériques pour l'observateur au sol, on a pu noter, le matin, un vent d'ouest assez soutenu (moyenne de 40 à 45 km) au littoral, et un vent d'ouest à sud-ouest plus faible mais irrégulier à l'intérieur des terres, avec cependant des rafales du même ordre de grandeur tant dans la zone côtière que plus loin à l'intérieur.

Après le passage de la ligne de cumulonimbus responsable des intempéries, nous avons d'abord pu constater un ciel nuageux à très nuageux avec des stratocumulus, altocumulus et cirrus, et des fractus évoluant vers des cumulus, et bientôt à de nouvelles averses.

L'après-midi, un caractère polaire un peu plus prononcé de la masse d'air nous a valu des éclaircies plus larges d'une part, mais aussi des averses de neige d'autre part, avec des cumulonimbus aux structures bien dessinées dans un air particulièrement limpide.

3. Définition, formation et évolution d'un écho en arc

Les recherches effectuées par notre équipe auront permis de mettre en évidence le développement d'un écho en arc sur l'ouest du pays. Nous allons expliquer dans ce chapitre ce qu'est un écho en arc et comment il se forme.

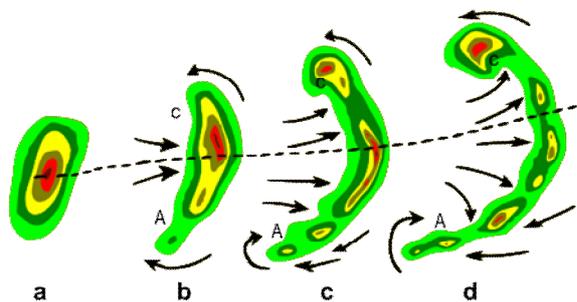
3.1. Définition d'un écho en arc

Un écho en arc est un système multicellulaire prenant, sur les images radars, une forme courbée.

3.2. Comment se forme un écho en arc ?

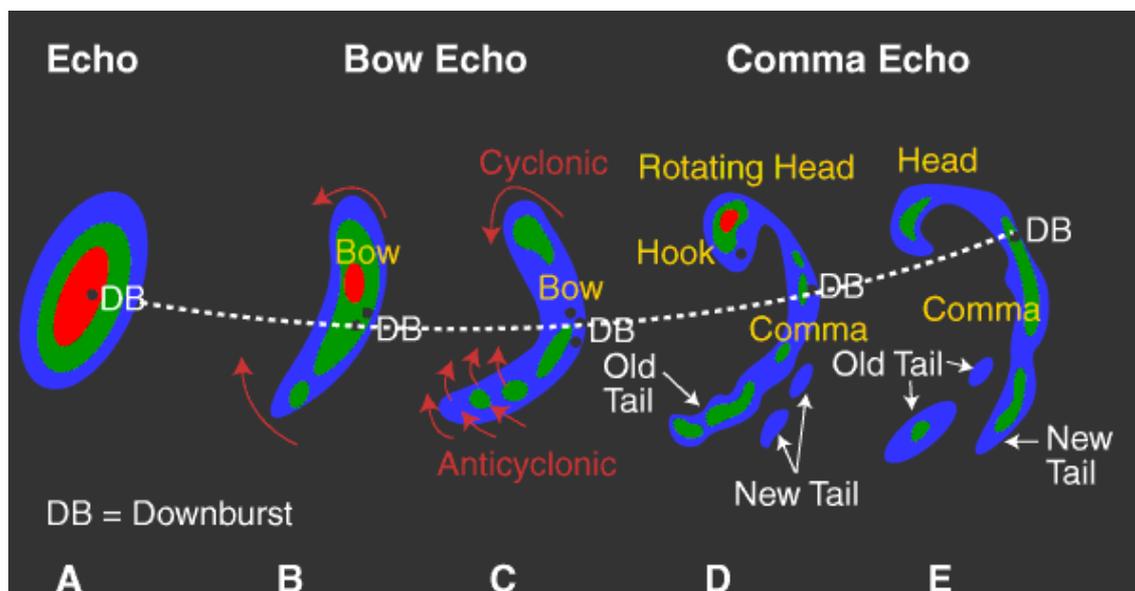
Un écho en arc est au départ une cellule convective (monocellulaire ou supercellulaire) qui, en fonction de facteurs météorologiques bien précis, pourra évoluer tout d'abord, en ligne de grains et ensuite en écho en arc. Si les conditions le permettent, la structure évoluera finalement en comma écho.

Voici un schéma reprenant l'évolution d'une cellule convective en écho en arc.



Au départ, nous avons une structure monocellulaire (a) qui, en présence de conditions météorologiques bien particulières (cisaillements des vents ; présence d'un courant jet...), va évoluer en une structure multicellulaire de type « ligne de grains » (b) et ensuite, en écho en arc (c). Enfin, la structure va s'arquer de plus en plus et évoluer en comma écho (d).

Nous allons maintenant rentrer plus dans le détail concernant la formation de notre écho en arc. Comme nous l'avons vu, la première étape est le développement d'une cellule convective, qu'elle soit monocellulaire « classique » ou supercellulaire. Nous allons reprendre comme exemple dans ce cas-ci un orage monocellulaire « classique ». Celui-ci va produire un courant descendant, qui, sous certaines conditions (présence par exemple de cisaillements des vents), pourra permettre le développement d'une autre cellule. Pour cela, il est nécessaire que le courant descendant soit vigoureux. Cette autre cellule pourra à son tour, produire une nouvelle cellule et ainsi de suite. Après un certain temps, nous avons donc une structure multicellulaire (c'est-à-dire que celle-ci est composée de plusieurs cellules orageuses). En présence de vents forts sur toute l'épaisseur de la troposphère, notre structure va s'organiser en ligne (ligne de grains). Au sein de cette ligne de grains, un « rear inflow jet » pourra se développer. Nous expliquerons plus loin ce qu'est un rear inflow jet. Toujours est-il que sous l'influence de celui-ci, la structure va progressivement s'arquer (écho en arc) et finalement, évoluer en « comma écho ».



Le schéma ci-dessus reprend l'évolution d'une cellule convective en écho en arc et en comma écho.
Source : Meted.ucar.edu

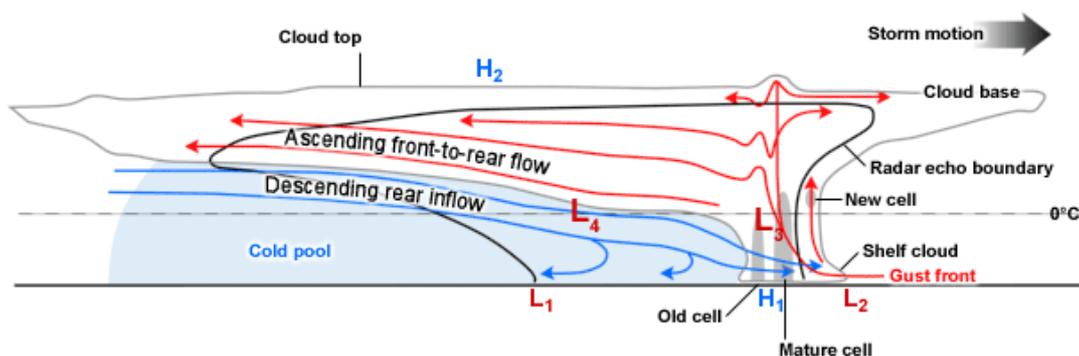
3.2.1. Le rear inflow jet

Maintenant que nous avons décrit brièvement l'évolution d'un écho en arc, attardons nous sur le rear inflow jet.

Un rear inflow jet est un courant froid qui se développe à l'arrière d'une cellule orageuse au sein d'un système convectif multicellulaire.

Pour bien comprendre ce phénomène, il est important de rappeler comment fonctionne un système convectif multicellulaire « en ligne ».

Le schéma ci-dessous reprend une coupe verticale d'un tel système à maturité.



Houze et al. 1989

Source : Meted.ucar.edu

Lorsque les précipitations issues des courants descendants des cellules orageuses sont vigoureuses, la masse d'air soumise à ces précipitations va s'humidifier et se refroidir par la même occasion. De ce fait, une poche d'air froid va se développer directement sous les courants descendants. C'est ce que l'on nomme un « cold pool ». Cet air froid et humide va donc devenir progressivement plus lourd que l'air environnant.

Au dessus de ce « cold pool », une circulation de courants plus secs mais toujours très froid va s'établir progressivement (naissance d'un RIJ).

Deux causes à cela. Tout d'abord, il est nécessaire d'avoir « naturellement » la présence d'un courant jet dans les couches moyennes qui, venant de l'arrière de la structure, va s'introduire au sein des cellules. Ensuite, cet air plus sec sera en quelque sorte aspiré par une zone de basses pressions qu'il aura lui-même créée. En effet, cet air étant plus sec que l'air situé en dessous, il sera moins lourd. Une zone de basses pressions va donc s'établir au dessus du « cold pool ». En réaction à cela, cette zone de basses pressions va à son tour induire une sorte « d'aspiration » du courant froid et sec qui lui a donné naissance. Dès lors, notre Rear Inflow Jet va devenir totalement opérationnel. Celui-ci va donc s'intensifier et s'introduire de plus en plus au sein des cellules convectives. C'est donc en quelque sorte un enchainement de causes à effets qui pourra permettre la mise en place d'un RIJ. Pour cela, les conditions optimales pour une telle évolution se doivent de perdurer durant une période relativement marquée.

Cet air froid qui s'introduit au sein des courants descendants va accélérer la chute des précipitations vers le bas et augmenter de ce fait la probabilité de rafales descendantes.

Cette explication reste assez « basique » car la réalité est bien plus complexe que cela mais cela permet de comprendre comment un rear inflow jet peut se développer.



Schéma reprenant le fonctionnement d'un rear inflow jet au sein d'un système convectif de type « écho en arc »

Source : NOAA

Mais un RIJ ne va pas seulement accentuer la vigueur des courants descendants, il va également obliger les cellules situées devant lui à se déplacer plus rapidement par rapport aux cellules qui se situent aux extrémités de la structure. De ce fait, celle-ci va progressivement s'arquer et atteindre le stade d'écho en arc.

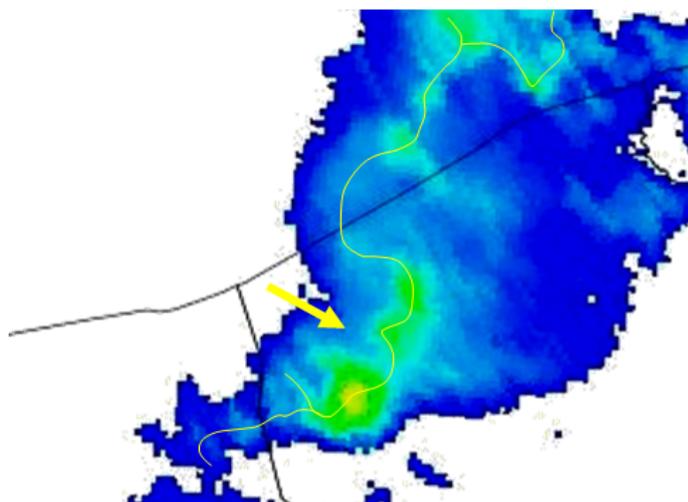
Si le centre de la structure continue de se déplacer plus rapidement que les extrémités, notre écho en arc pourra évoluer en « comma écho ». Généralement, à ce stade, la structure perd de sa vigueur et le système va s'affaiblir. Cependant, dans certaines conditions, un nouvel écho en arc pourra se développer au sein du comma écho. Nous verrons dans les analyses des images radars que c'est ce qui s'est probablement produit en ce 5 février.

Pour terminer ce chapitre, il est donc important de comprendre toute l'importance du rear inflow jet et de son interaction avec la cellule mère. Comme nous l'avons vu précédemment, le RIJ est une résultante du courant descendant issu de la cellule orageuse et de la présence d'un vent fort dans les couches moyennes, mais il est également une cause de l'intensité de ce même courant descendant. C'est donc un courant qui pourra évoluer rapidement et du même coup, faire évoluer les cellules situées à proximité.

4. Analyses de la structure convective par les images radars

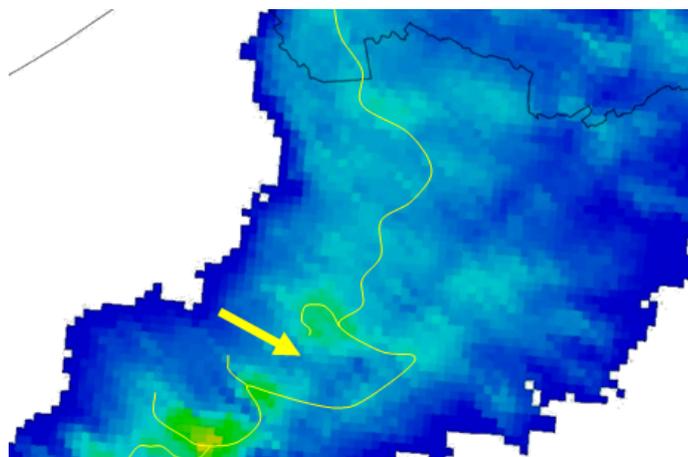
Le chapitre précédent nous aura permis de comprendre l'évolution d'un écho en arc. Nous allons maintenant analyser plus en profondeur la structure convective.

En ce tout début de matinée, un système convectif quasi linéaire (QLCS) traverse l'ouest de notre pays. En son sein, une structure arquée se développe et évolue très rapidement en écho en arc (flèche jaune).



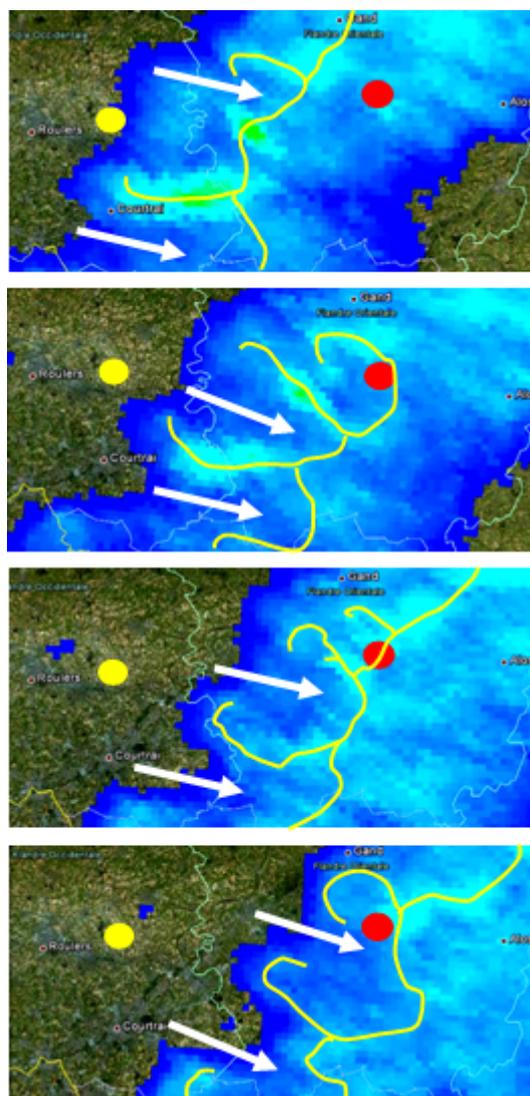
Source : KNMI

Rapidement, le RIJ va s'intensifier et permettre une évolution de la structure en comma écho (flèche jaune)



Source : KNMI

Au sein du comma écho, un nouvel écho en arc va se développer. En effet, un « nouveau » RIJ va se développer et s'intensifier au sein même de la structure provoquant une nouvelle inflexion de la structure convective. Les images radars prises à 5 minutes d'intervalles entre 5h25 et 5h40 montrent très bien cette évolution. Les points rouges indiquent la position d'Oosterzele tandis que les points jaunes indiquent la position de Meulebeke. Les RIJ sont représenté par les flèches blanches.



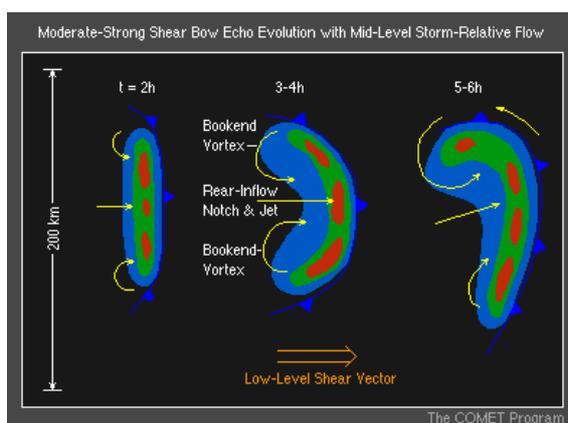
Source : KNMI

Comme nous pouvons le constater, le flanc nord du comma écho aborde la région d'Oosterzele sur la troisième image, c'est-à-dire à 5h35. Quelques minutes après, une tornade s'abat sur la commune.

Les publications sur le sujet (essentiellement américaines) permettent de comprendre comment une tornade pourrait, dans certaines conditions, se développer.

Pour résumer ces recherches, il existerait principalement deux régions bien précises de la structure qui pourrait s'avérer favorable au développement d'une tornade. Ces régions sont situées aux extrémités nord et sud du système. On nomme ces extrémités des « bookend vortex ». Précisons cependant que l'extrémité nord du système aurait plus de « chance » de voir se développer une tornade par rapport à l'extrémité sud car elle est soumise à l'effet Coriolis. En effet, une rotation cyclonique pourra être observée sur la partie nord du système. De ce fait, le développement de mésocyclones (et de tornades) pourrait ainsi être grandement facilité.

Le schéma ci-dessous est un exemple « type » de l'influence du RIJ et de l'évolution de la structure. Cependant, ne tenons pas compte ni de la durée, ni de l'échelle utilisée dans ce schéma car cela ne correspond pas à toutes les situations qui pourraient être rencontrées en réalité.



Source : www.ucar.edu

En conclusion, et en tenant compte des éléments que nous avons à notre disposition, nous penchons en faveur d'une origine mésocyclonique de la tornade responsable des dégâts observés à Oosterzele.

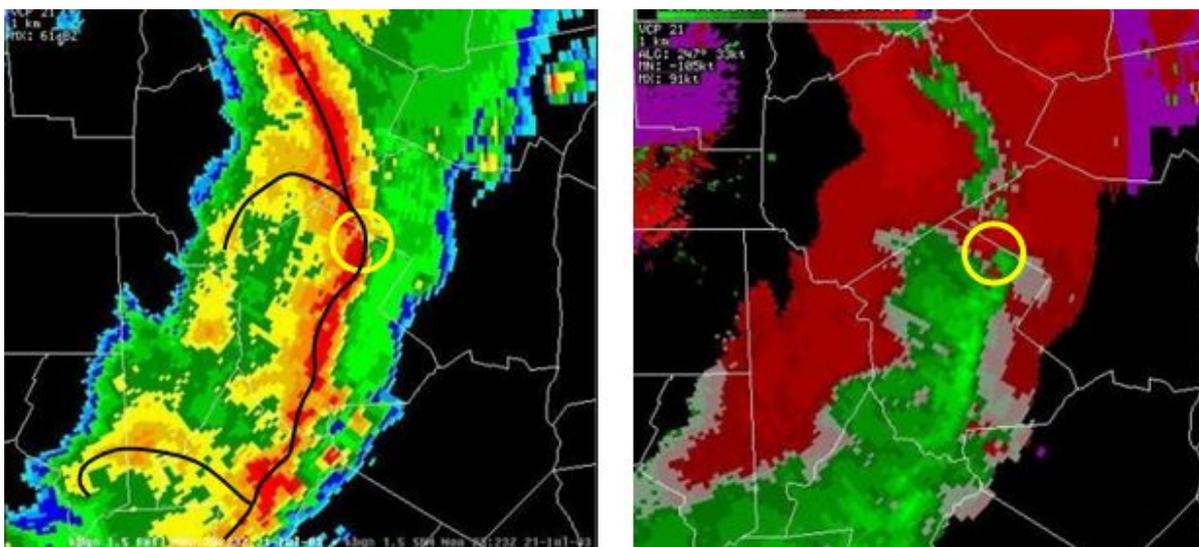
La cellule productrice de la tornade évoluait sur le flanc nord d'un comma écho, dans ce que l'on nomme le bookend vortex.

Bien entendu, en l'absence d'images radar Doppler, nous ne pouvons qu'émettre des hypothèses.

Cependant, et selon nos informations, le radar Doppler de Jabbeke mis en service par l'IRM aurait détecté une rotation nette du système producteur de la tornade ce qui pourrait conforter l'hypothèse de développement d'un mésocyclone au sein du Comma Echo.

Voici pour terminer un parfait exemple de développement d'une tornade au sein d'une structure en arc. A gauche, l'image radar de réflectivité et à droite, l'image radar de vélocité. La cellule productrice de la tornade est entourée par un cercle blanc.

Bien entendu, chaque situation est différente mais voilà ce que pouvait être la situation de ce 5 février 2013



Source : NOAA

5. Etude des dégâts dans la région d'Oosterzele

Peu après l'annonce par les médias du passage du (ou des) phénomène(s), nous avons entamé de nombreuses recherches afin de découvrir l'origine des dégâts observés. D'emblée, deux communes ont clairement été affectées. La première ; Meulebeke ; étant située en Flandre Occidentale et la seconde ; Oosterzele ; en Flandre Orientale. Les recherches effectuées par notre collectif ont mis en avant le passage d'une tornade sur la commune d'Oosterzele tandis que les recherches effectuées par l'Institut Royal Météorologique ont permis de valider le cas de Meulebeke comme tornade également.

La tornade d'Oosterzele a comme particularité d'être la plus virulente que notre pays est connu depuis les tornades qui avaient frappés les villes de Lier et de Dendermonde le 5 février 2008 ; il y a donc cinq ans.

Voici pour commencer une carte reprenant la trajectoire du tourbillon (repères de couleur jaune).



Source : Google Earth

Afin de mieux comprendre et visualiser le comportement de la tornade, nous avons privilégié les images aériennes, effectuées dans les heures qui ont suivis les événements. Le premier contact visible du vortex avec le sol se fait directement sur une exploitation agricole. Il est possible que celui-ci ait touché le sol en amont mais la présence de prairies ne nous permet pas de certifier cela. D'emblée, les dégâts sont importants (F1-F2). Plusieurs toitures sont fortement endommagées et un camion est renversé sur son flanc. Les dégâts sont très délimités. En effet, le bâtiment en tôles ondulées situé à quelques mètres du camion est intact. De même, une serre en vitres n'a subi aucun dommage. De ce fait, l'hypothèse de la rafale descendante est exclue. Le trajet de la tornade est représenté par une flèche jaune. Les cercles rouges indiquent des structures peu, voire nullement abimées. Le fait que le camion s'est retourné sur son flanc dans le sens inverse de la rotation de la tornade pourrait s'expliquer de par la vitesse importante du déplacement de celle-ci.



Source : **Gazet Van Antwerpen**

Le tourbillon franchit ensuite un chemin de fer.

Il évite fort heureusement le centre de la commune de Scheldewindeke.

Les habitations situées le long de la Dreef et de la Spiegel sont touchées à des degrés divers. Les dégâts font état d'une tornade d'intensité F0 à F1.

Nous allons maintenant reprendre une autre photographie aérienne montrant une autre exploitation agricole fortement touchée par la tornade. C'est sur cette propriété, située à la Hoogveldstraat, que le tourbillon va s'intensifier à nouveau pour atteindre le stade F1. Un bâtiment va s'effondrer sur lui-même. La flèche jaune indique la trajectoire du tourbillon tandis que le bâtiment agricole cité ci-dessus est cerclé en rouge.



Source : **Gazet Van Antwerpen**

Il est fort probable que l'aspiration provoquée par le passage du tourbillon ait soulevée la toiture avant de la faire retomber violemment sur ses bases. De ce fait, le poids aura entraîné un effondrement des murs porteurs.

Après avoir touché l'exploitation agricole, la tornade poursuit sa route vers l'est et percute de plein fouet la buvette d'un terrain de football.

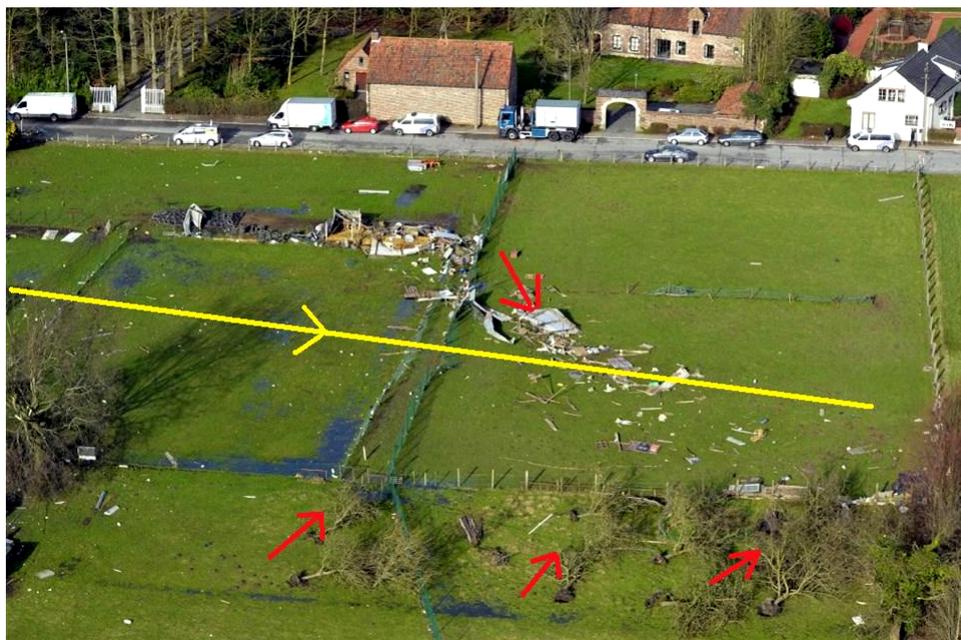


Source : **Gazet Van Antwerpen**

Selon les dégâts observés, il apparaît que la tornade se déplaçait très vite faisant office de « bulldozer ». Cette hypothèse sera confortée par les témoignages ainsi que sur les photographies suivantes. Là encore, l'intensité de la tornade se situe au niveau F1. De nombreux débris sont éparpillés sur le terrain de football. Notons que la tornade infléchit quelque peu sa trajectoire vers le nord-est et évite de ce fait un hangar (visible au fond de l'image).

Mais notre tornade poursuit sa route à toute vitesse. Sur la photographie suivante, nous pourrons analyser les dégâts plus en profondeur.

Sur la photographie ci-dessous, nous pouvons définitivement exclure le passage d'une rafale descendante. En effet, si cela avait été le cas, nous aurions eu les débris projetés dans le sens de déplacement du phénomène, ce qui n'est pas tout à fait le cas ici. En effet, nous pouvons constater d'une part, que les débris ont eu tendance à être soufflés vers le centre du phénomène et d'autre part, les arbres fruitiers ont été déracinés en étant en quelque sorte "aspirés". De ce fait, ils ont tendance à pencher vers le centre du phénomène. Si cela avait été une rafale descendante, les arbres fruitiers auraient plutôt été déracinés en se penchant vers "l'extérieur" (dégâts divergents). Maintenant, le fait que l'on retrouve assez peu de débris éparpillés peut s'expliquer de par la rapidité de déplacement de la tornade qui aura, comme tout au long de son parcours, fait office de bulldozer. Enfin, nous pouvons constater que les maisons à proximité sont intactes, pourtant distantes d'une vingtaine de mètres.



Source : **Gazet Van Antwerpen**

Passé cet endroit, la tornade continue sa route vers l'est et touche plusieurs habitations de la Groenweg et de la Geraardsbergsesteenweg.



Crédit photo : **Franky Van Reusel**

Peu après, le tourbillon perd probablement tout contact avec le sol.

Pour en terminer avec les analyses des dégâts, voici une photographie démontrant toute l'intensité du phénomène ce qui permet de se rendre compte que même si la tornade « n'a » été classée que F1-F2, cela peut suffire à produire de très importants dégâts. Fort heureusement, aucun blessé n'a été à déplorer.



Crédit photo : **Franky Van Reusel**

6. Conclusion sur le parcours et l'intensité de la tornade

Après les recherches effectuées par notre collectif, nous avons pu déterminer l'intensité maximale de la tornade au niveau F1-F2 sur l'échelle de Fujita, ce qui fait de cette tornade la plus intense qui a touché notre pays depuis celles de Lier et de Dendermonde le 5 février 2008.

La distance effectuée par le tourbillon a été de 2.2 km

7. Sources et références

Principales references

- Bureau of Météorology – Australia - *“Radar signatures for severe convective weather”*
- Houze et al (1989) - *“This conceptual vertical cross-section of a trailing stratiform Mesoscale Convective System (MCS)”*
- Russell L. Pfof and Alan E. Gerard - *“Bookend Vortex” Induced Tornadoes along the Natchez Trace*
- Weisman (1993) – *“Dynamics of Bow Echoes”*
- Nolan T. Atkins – *“Quasi idealized simulations of Bow Echoes”*
- Karim Hamid – *“Analyse vand de windschade in Dendermonde van 5 februari 2008”*

Autres sources et références

- Bureau of Meteorology- Australia
- MetEd- The Comet Program
- Storm Prediction Center
- Keraunos
- Institut Royal Météorologique
- Infoclimat
- KNMI
- Wetter3.de
- Météociel
- Gazet Van Antwerpen
- Het Laatste Nieuws
- Franky Van Reusel
- Werwoord
- Het Nieuwsblad