



Microrafale T4 de Jodoigne du 23 juin 2016

Dossier





Dossier réalisé par :

François Riguelle
Membre Associé de Belgorage

En collaboration avec :

Jean-Yves Frique
Cofondateur de Belgorage

Robert Vilmos
Membre Collaborateur de Belgorage

Hubert Maldague
Membre Collaborateur de Belgorage

Relecture réalisée par :

Michael Baillie
Membre Cofondateur de Belgorage

Photo de couverture réalisée par :

François Riguelle
Membre Associé de Belgorage

Photographie réalisée le 24 juin 2016 à Jodoigne, en province du Brabant Wallon.



Table des matières

1. Analyse des conditions météorologiques	3
1.1. Analyse générale	3
1.1.1. Analyse du 22 juin 2016	3
1.1.2. Analyse du 23 juin 2016	4
1.2. Analyse fine du 23 juin 2016	5
2. Déroulement de la journée du 23 juin 2016	7
3. Analyse des cellules orageuses	30
3.1. Méthodologie	30
3.2. Analyse des cellules orageuses suspectées d'avoir eu un comportement supercellulaire	33
3.2.1. Supercellule A : orage producteur des phénomènes venteux	33
3.2.2. Supercellule B	42
3.2.3. Supercellule C : orage producteur des chutes de grêle conséquentes	49
3.2.4. Supercellule D	52
3.2.5. Supercellule E	53
3.2.6. Supercellule F	55
3.2.7. Supercellule G	57
3.2.8. Supercellule H	58
3.2.9. Supercellule I	60
4. Analyse de la rafale descendante de Jodoigne	61
4.1. Analyse générale	61
4.2. Fonctionnement d'une rafale descendante	62
4.3. Analyse fine	63
4.3.1. Analyse fine sur Jodoigne	64
4.3.2. Analyse des couloirs d'accélération	70
5. Analyse des dégâts	73
5.1. Analyse des dégâts dus au front de rafale	73
5.2. Analyse des dégâts dus aux fortes précipitations	74
5.3. Analyse des dégâts dus aux microrafales	76
5.3.1. Analyse des dégâts à Lathuy	77
5.3.2. Analyse des dégâts à Jodoigne	86
5.3.2.1. Dégâts à la végétation	86
5.3.2.2. Dégâts au bâti	94
5.3.2.3. Autres dégâts	104
5.3.3. Analyse des dégâts à Jodoigne-Souveraine	114
5.3.4. Analyse des dégâts à Saint-Jean-Geest et à Saint-Marie-Geest	121
5.3.5. Analyse des dégâts à Piétrain	126
5.3.6. Analyse des dégâts à Dongelberg	128
5.3.7. Analyse des dégâts à Mélin et à Gobertange	130
6. Liens et références	131

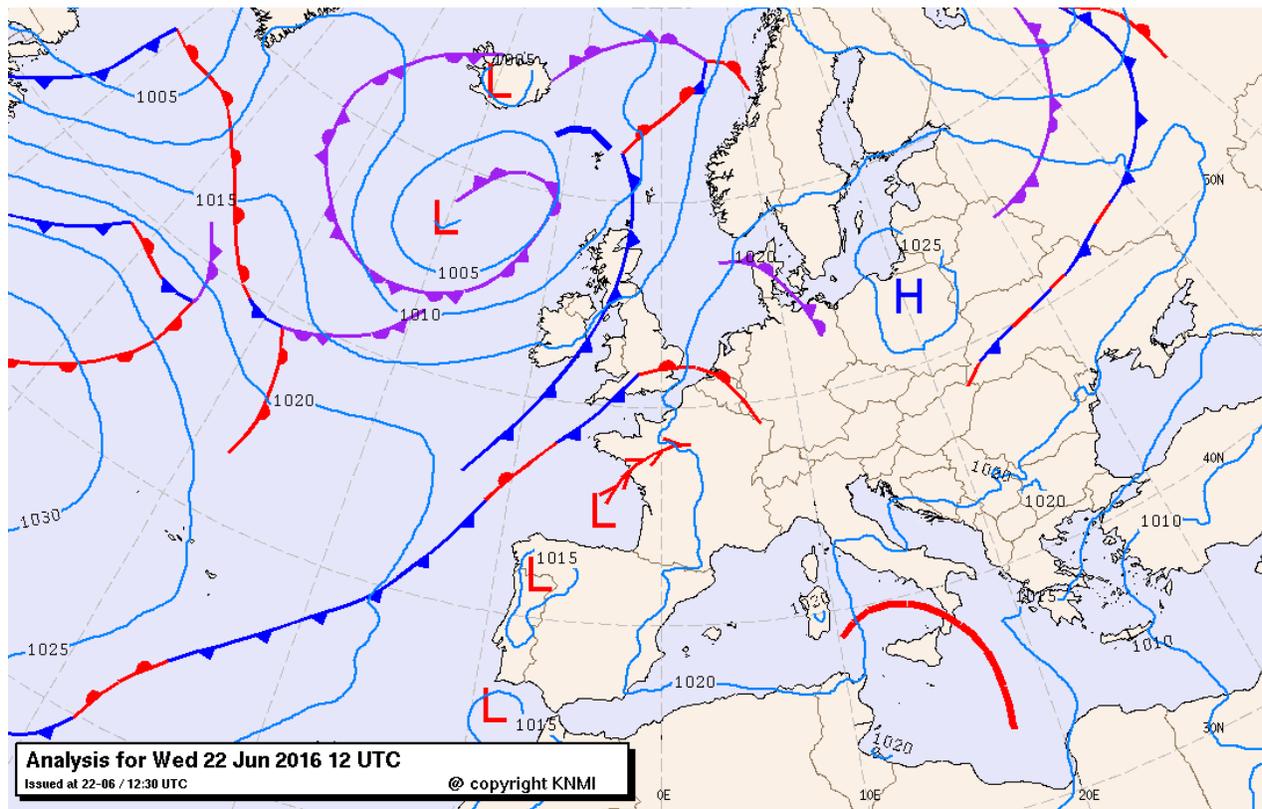


Analyse du contexte météorologique

1.1. Analyse générale

1.1.1. Analyse du 22 juin 2016

Une perturbation frontale en désagrégation passe sur la Belgique vers le nord-est pendant la nuit du 21 au 22 juin. A l'arrière, un front chaud aborde notre pays en matinée mais il s'évacue très lentement en cours de journée vers le nord. Vers le milieu de l'après-midi, le pays se retrouve dans un vaste secteur chaud où des creux de surface se forment, créant des lignes de convergence. Toutefois, une inversion empêche le développement d'orages.



Situation atmosphérique du 22 juin à 14h00. Source : KNMI

Le vent orienté au secteur sud permet aux températures de s'élever rapidement, avec jusqu'à 27,1°C à Passendaele et 27°C à Kruishoutem.

La situation va se débloquer sur l'extrême nord-ouest de la France. En effet, le vent de sud repousse longtemps la brise de mer belge et le reste du pays est sous une inversion. Cependant, sur les côtes des Hauts de France, la brise de mer s'installe, orientant le vent progressivement du secteur sud-ouest au secteur nord-ouest. De plus, par incidence ou non, la brise de mer belge se met aussi à souffler, et ce, de secteur nord-est.

La rencontre entre ces différents vents (flux général de sud, brise de mer de nord-ouest et brise de mer de nord-est) a lieu au sud de Calais, où quelques cellules orageuses très



puissantes parviennent à se former. Avec les cisaillements du vent au niveau du triple point (rencontre entre les trois vents), un orage supercellulaire se développe rapidement.



Carte illustrant la situation du 22 juin 2016 à 19h00.

Celle-ci progresse vers le nord-est en suivant longtemps la ligne de convergence formée par la brise de mer avant de dévier vers la droite et de continuer sa route vers les Pays-Bas en passant par Bruges (en province de Flandre Occidentale).

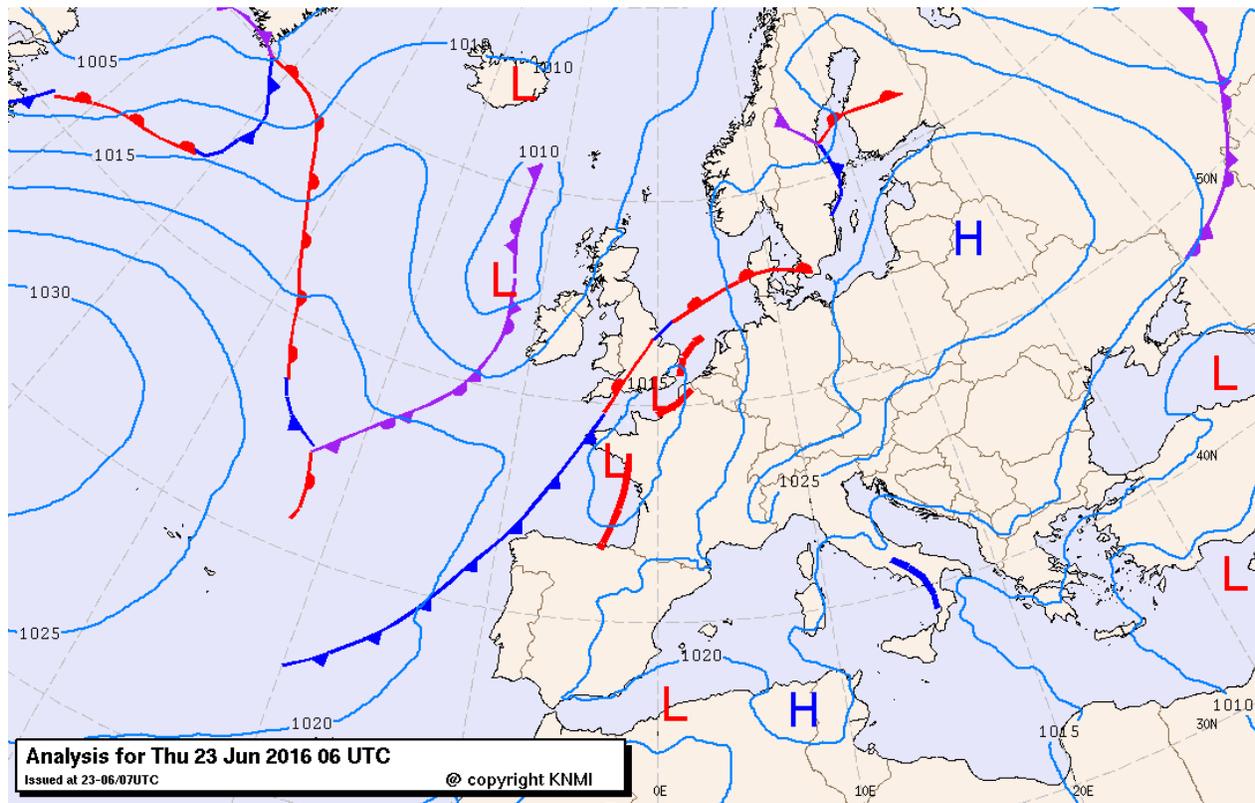
1.1.2. Analyse du 23 juin 2016

Notre pays est toujours situé dans le même vaste secteur chaud. La nuit du 22 au 23, les températures ne sont pas redescendues en dessous de 17°C dans la plupart des régions, avec par exemple 17,7°C à Jodoigne (province du Brabant Wallon).

A l'ouest de nos régions, un front ondule du Danemark au nord-ouest de l'Espagne. Mais sur la moitié ouest de la France, des dépressions secondaires associées à des lignes de convergence se mettent en place, des Pyrénées à la Belgique, et nous amènent un flux



tropical, chaud et humide. Des conditions idéales pour la mise en place d'une dégradation orageuse.



Carte synoptique du 23 juin 2016 à 8h00. Source : KNMI

D'ailleurs, les orages ne tardent pas à se développer en France, tandis que le système perturbé avance en direction de la Belgique, qui ne sera atteinte réellement qu'en fin d'après-midi, et ce malgré une première offensive orageuse en fin de matinée (la température atteint localement 25°C dès 9h du matin, avant le passage de ces orages).

En outre, le soleil brille toute l'après-midi, augmentant encore l'instabilité, avec des températures qui atteignent 33,1°C à Angleur (province de Liège), 32,1°C à Koersel (province de Limbourg), et 31,4°C à Jodoigne (province du Brabant Wallon) le tout dans une ambiance très lourde.

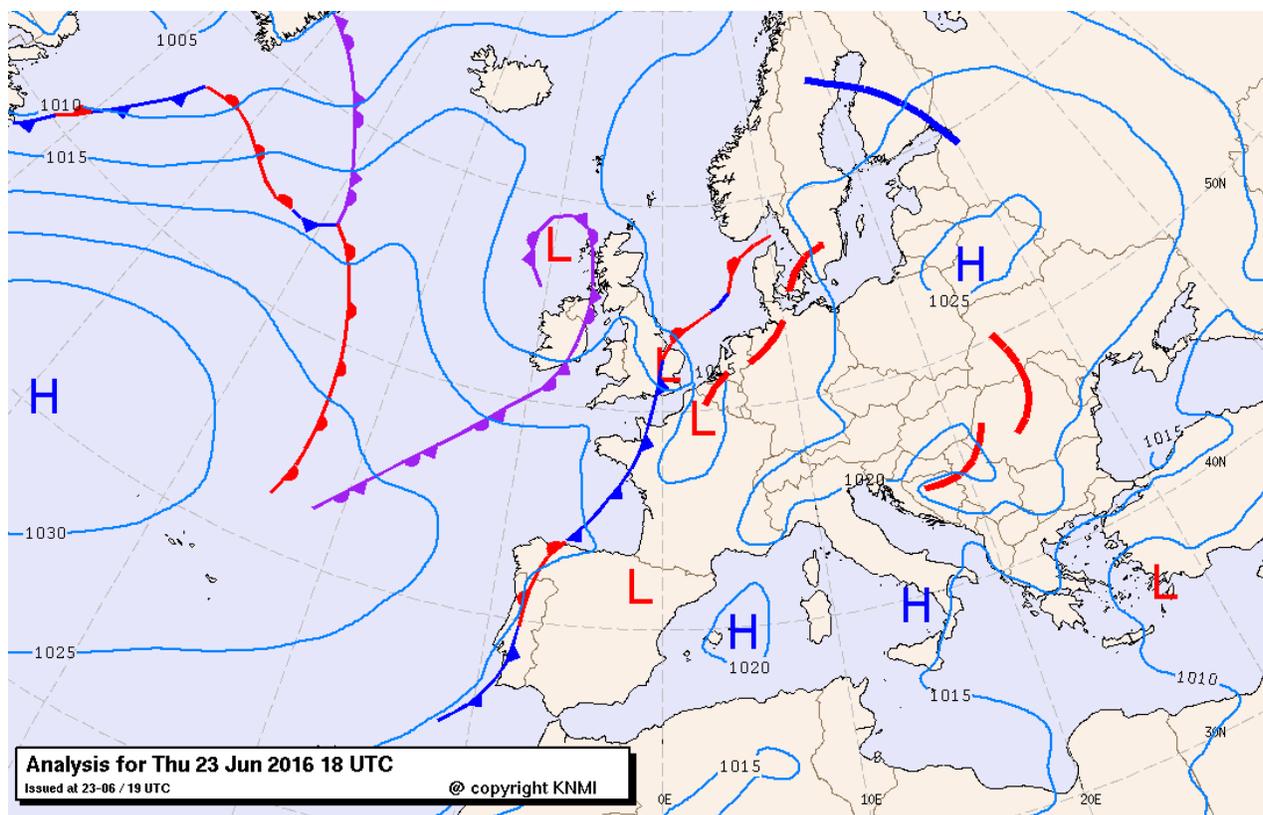


1.2. Analyse fine du 23 juin 2016

En raison de la forte humidité laissée par les orages matinaux, l'air est particulièrement insupportable sur la Belgique. Ainsi, les valeurs d'humidex se rapprochent localement de 42, ce qui est exceptionnel pour notre pays. Vers 18h, alors que les températures sont comprises entre 29 et 31 °C sur le centre du pays, les points de rosées atteignent entre 22 et 24 °C !

Dès lors, l'instabilité devient très forte également avec des valeurs tout aussi exceptionnelles. La CAPE atteint 3000 j/kg avec un indice de soulèvement compris entre -10 et -12 K !

En début de soirée, vers 19h, le système perturbé présent sur la France entre en Belgique.



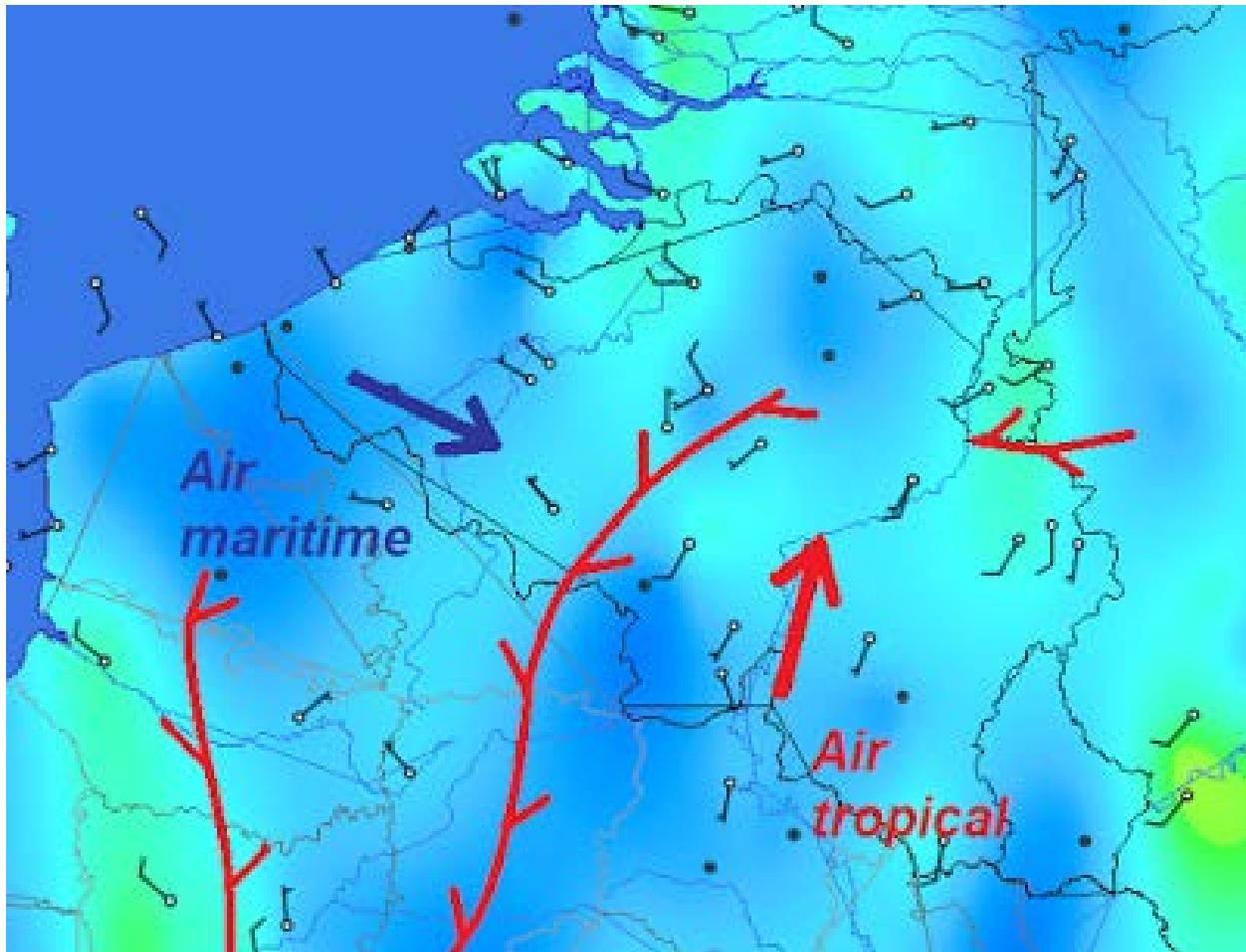
Carte synoptique du 23 juin 2016 à 20h00. Source: KNMI

La dépression secondaire augmente le cisaillement des vents. En effet, sur l'ouest du pays, le vent est au secteur ouest ou nord-ouest, alors que sur le centre et l'est, il est plutôt du secteur sud ou sud-ouest.

De plus, de l'air maritime (plus frais) pénètre sur l'ouest du pays, jusqu'à la ligne de convergence, qui se transforme en pseudofront. Cet air maritime plus frais s'engouffre probablement en dessous d'air plus chaud, d'où la formation probable d'une inversion sur l'ouest du pays. Sur la partie centrale du pays, la ligne de convergence sépare l'air maritime (venant de l'ouest nord-ouest) de l'air tropical (venant du sud-sud-ouest).



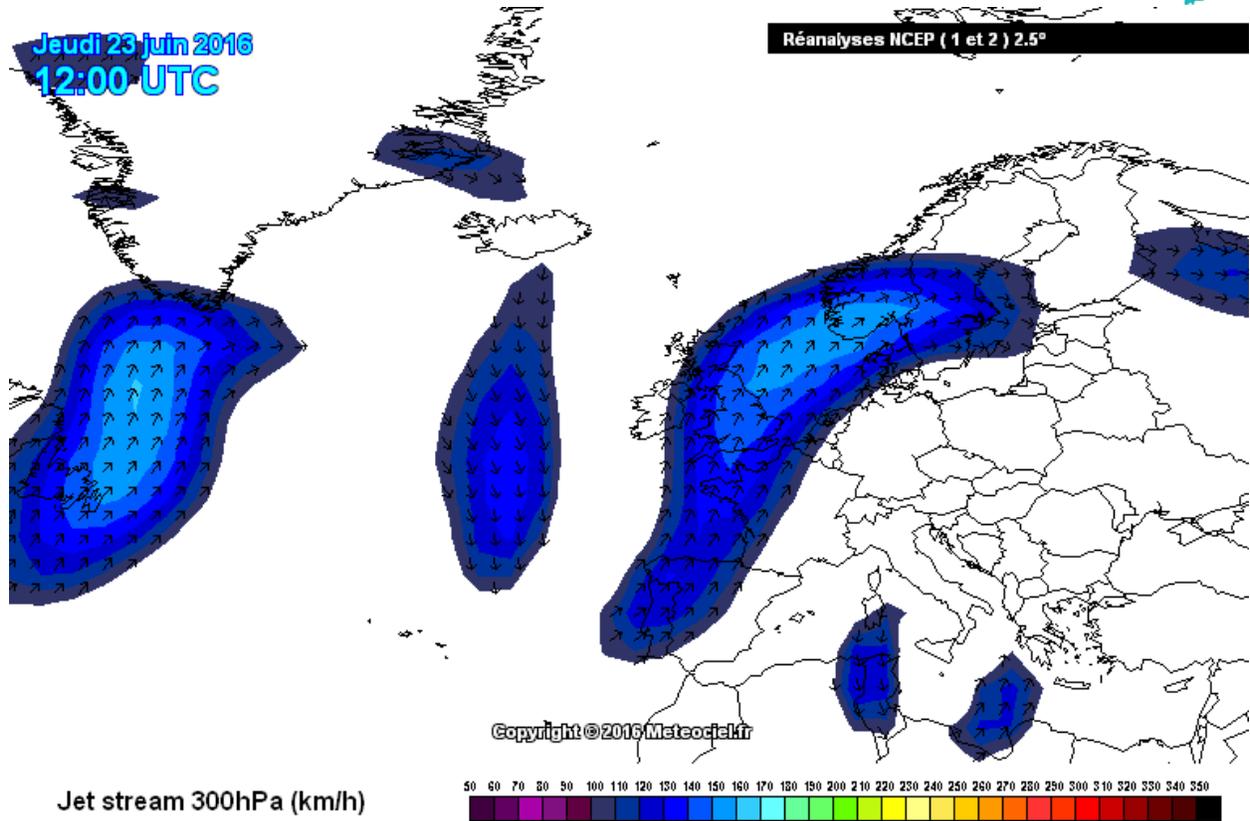
Cette ligne de convergence remonte depuis la France où de violents orages sévissent. Mais celle-ci ralentit sa progression vers le nord-est une fois arrivée sur le centre de la Belgique. Les conditions permettent aux orages français de se maintenir jusque chez nous.



Orientation et vitesse des vents en surface à 19h00 le 23 juin. Source : Info Climat.

De plus, on remarque les importants cisaillements des vents en direction sur cette ligne de convergence. Cette configuration est propice à l'organisation d'orages violents, voire de supercellules.

Mais en plus, un creux d'altitude présent sur la France nous place en entrée droite du jet-stream, apportant une dynamique supplémentaire ainsi qu'un important cisaillement des vents en vitesse cette fois-ci.



Carte illustrant la présence et la vitesse du jet stream à 300 hPa (source : MeteoCiel).

Tous les ingrédients sont dès lors présents pour une offensive orageuse d'envergure.



2. Déroulement de la journée du 23 juin 2016

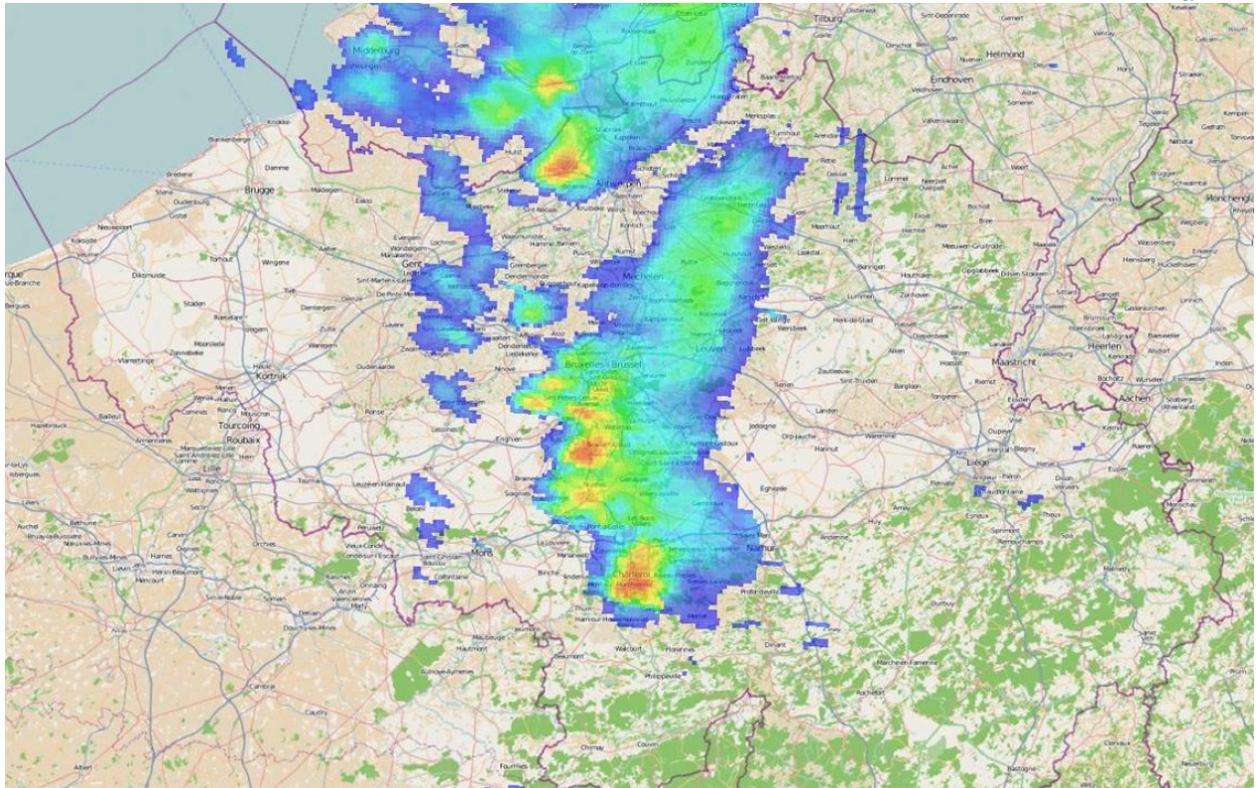
Pendant la nuit du 22 au 23 juin, quelques orages circulent en Mer du Nord, au large de nos côtes. Le matin du 23 juin, un MCS se forme au sein d'une dépression de surface sur la Manche. Ce système orageux arrive sur le nord-ouest des Hauts de France et certaines cellules se montrent très actives avec de fortes rafales de vent et des pluies intenses.

Par la suite, le MCS entre en Belgique par la province de Flandre Occidentale autour de 7h00 du matin et progresse vers le nord-est en direction du centre du pays, mais il se désagrège progressivement sur le temps de midi suite, entre autres, à l'assèchement de l'air en basse couche et une plus faible dynamique.



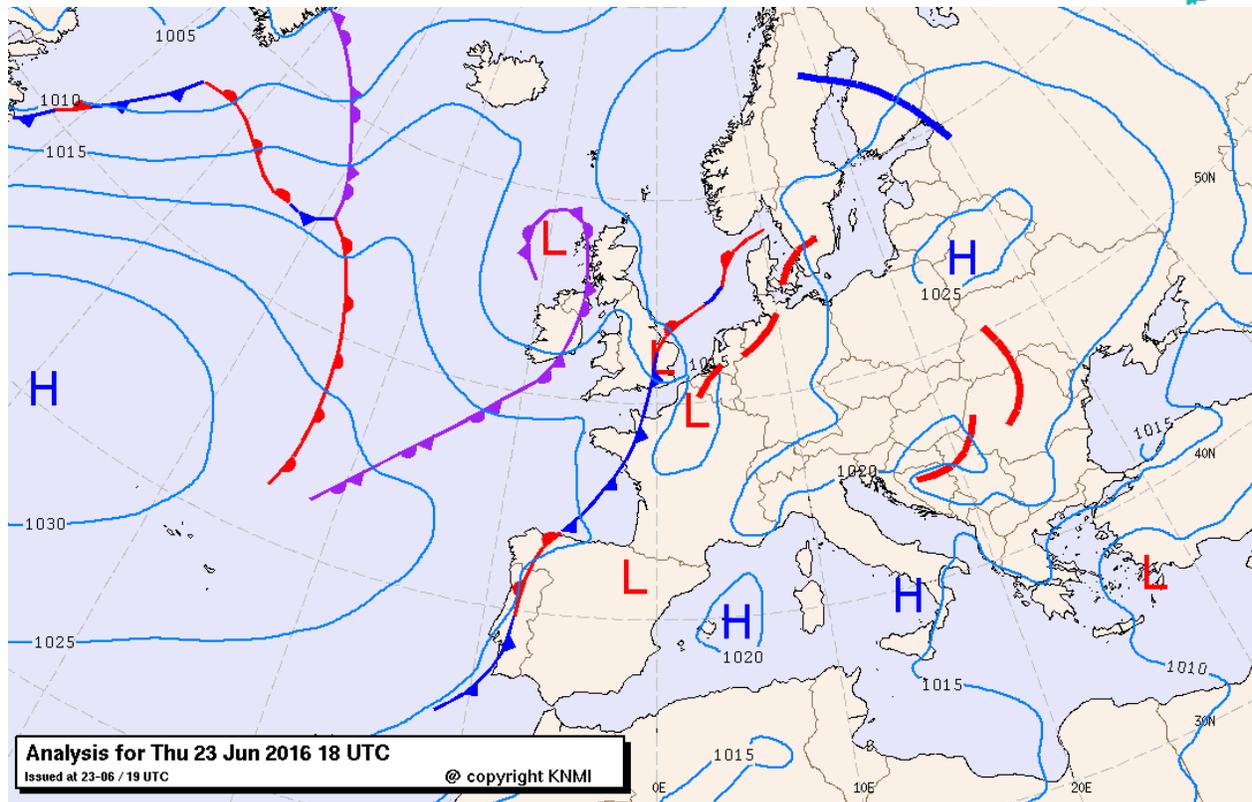
Orage multicellulaire de type MCS franchissant la frontière franco-belge à hauteur de Lamain en province de Hainaut vers 8h15 le 23 juin.

Ainsi, entre 10h30 et 12h00, plusieurs cellules vigoureuses se développent à partir des restes du MCS, à l'ouest d'Anvers ainsi que sur la province de Hainaut, dont une particulièrement intense, qui se déplace depuis Beaumont et Erquennes vers le sud de Charleroi. Elle déverse des chutes de grêle, avec des grêlons compris entre 2 et 3 cm de diamètre à Montigny-le-Tilleul et à Montignies-sur-Sambre, ainsi que de fortes pluies.



Carte radar des précipitations en fin de matinée du 23 juin 2016. Source : KNMI

Toutefois à partir de 12h00, les orages s'effondrent rapidement sur les deux Brabants. Ceux-ci laissant derrière eux une très forte humidité sur une bonne partie de la Belgique. L'après-midi, le ciel se dégage et puisque notre pays se situe dans une masse d'air d'origine tropicale, les températures s'élèvent très rapidement, le tout dans une humidité suffocante. Cependant, malgré la mise en place d'une ligne de convergence sur l'ouest du pays, la convection profonde tarde à démarrer et seulement quelques averses, parfois orageuses, se développent, probablement à cause d'une inversion. Mais la situation dégénère brusquement avec l'arrivée d'une dépression de surface sur le nord de la France, aux alentours de 18h00.



Carte représentant la position des fronts en ce jeudi 23 juin 2016 vers 20h00. Source : KNMI

En effet, plusieurs orages supercellulaires se forment très rapidement au nord de l'Île-de-France et progressent en direction de la Belgique. Ceux-ci se montrent très violents avec des rafales de vent supérieures à 100 Km/h, des chutes de grêlons jusqu'à 6 cm de diamètre, de fortes pluies et une intense activité électrique.

A l'avant, des cellules virulentes naissent en Belgique peu avant 19h30 sur la même ligne de convergence, notamment en province de Flandre Orientale. En province d'Anvers, un puissant orage se forme sur la région de Herselt et aux alentours de 20h00, il adopte des caractéristiques supercellulaires et déverse des grêlons de 6 cm de diamètre sur Lommel, en province de Limbourg.

Une fois au Pays-Bas, le caractère supercellulaire est avéré et cet orage provoque d'énormes dégâts au sud d'Eindhoven, proche de la frontière belge. Il est accompagné de fortes rafales de vent, d'intenses précipitations et de chutes de grêlons allant jusqu'à 9 cm de diamètre !



Grêlon de 6 cm de diamètre observé à Lommel en province de Limbourg.
Crédit photo : Nicole Boons

Au même moment, des orages mono et multicellulaires causent des inondations en région bruxelloise, notamment à Molenbeek, Anderlecht, Ganshoren, Jette et Laeken. De nombreuses voiries se retrouvent sous eau, piégeant des automobilistes.



Inondations à Jette en région bruxelloise. Source : RTLinfo. Auteur : Non communiqué



Tous ces orages progressent vers le nord-nord-est, en direction des Pays-Bas, en engendrant encore des inondations en province d'Anvers, tandis qu'un MCS se structure du sud des Pays-Bas au nord de la France.

Au sud, l'une des supercellules françaises arrive en Belgique par la région de Roisin, en province du Hainaut, (toujours vers 20h00) et semble conserver des caractéristiques supercellulaires, bien que l'orage paraisse évoluer progressivement en un système multicellulaire. C'est cet orage au caractère hybride qui nous intéresse car tout au long de sa trajectoire en Belgique, cet orage va se montrer d'une extrême violence, comparable à l'épisode mémorable du 14 juillet 2010.



Arrivée de la zone orageuse en Belgique observée depuis la région d'Estinnes en province de Hainaut vers 20h20.

Autour de 20h20, l'orage cause des inondations dans la région de Binche et d'Estinnes à la suite de fortes pluies. De nombreuses voiries ainsi que des habitations se retrouvent sous eau.



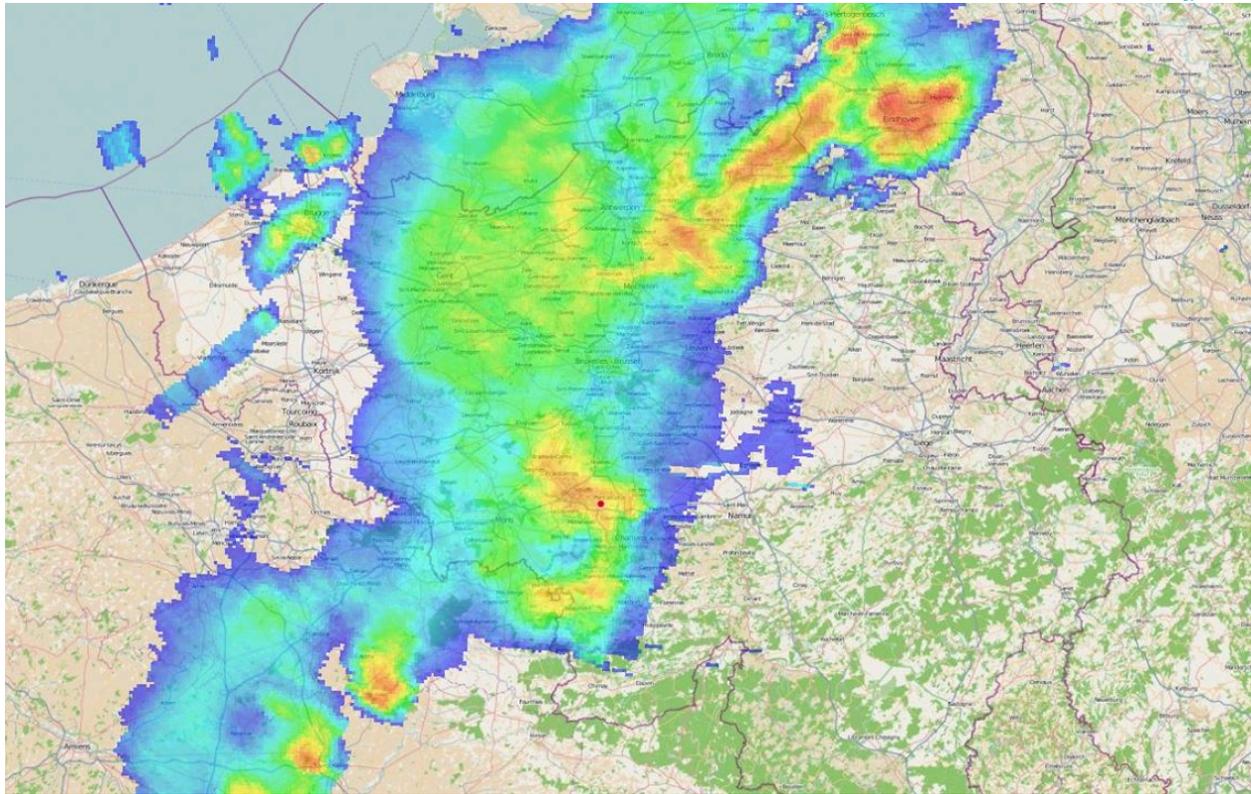
Pluies diluviennes s'abattant sur la région d'Estinnes en province de Hainaut vers 20h30. La visibilité est sérieusement réduite par les précipitations intenses.

De plus, de fortes rafales de vent causent des dégâts à des toitures, du mobilier de jardin s'envole et de nombreux arbres sont déracinés. La nature de ce phénomène venteux ne nous est pas connue mais l'hypothèse privilégiée est celle d'une rafale descendante.

À ce moment-là, une deuxième supercellule française franchit la frontière belge dans la région de Beaumont, toujours en province de Hainaut.

Celle-ci est en pleine phase d'effondrement et semble rapidement perdre ses caractéristiques supercellulaires. Toutefois, de fortes précipitations accompagnent cet orage et causent des inondations, notamment à Thirimont (20h40), Ham-sur-Heure (20h50) et Charleroi (21h00).

Au même moment, les orages présents sur le pays s'organisent en un MCS qui balaye le centre de la Belgique et le sud des Pays-Bas, avec deux noyaux particulièrement violents (ceux d'Eindhoven et de Binche)



Carte radar des précipitations à 20h45. Source : KNMI

En ce qui concerne l'orage de Binche, il continue sa progression en province de Hainaut vers le nord-est, avec une activité électrique intense, de l'ordre d'un éclair par seconde. Après avoir montré quelques signes de faiblesse, celui-ci reprend rapidement vigueur.

Il produit encore de puissantes rafales de vent, qui touchent, aux alentours de 20h45, Pont-à-Celles, Courcelles, Mariemont, Gouy-lez-Piétons, Manage, Godarville, Luttre, La Louvière, Chapelle-lez-Herlaimont ainsi que l'ouest de Charleroi.

Les dégâts sont très nombreux. En effet, on ne compte plus les arbres déracinés et les routes bloquées. À Gouy-lez-Piétons, des pylônes électriques sont tordus ou mis à terre à la suite d'une très probable rafale descendante (localisé par le point rouge sur la carte ci-dessus). A Manage, la chute d'un arbre sur une voiture cause le décès de son occupant.



Pylône à haute tension couché par une probable rafale descendante à Gouy-lez-Piétons, en province de Hainaut. Auteur non-communicué. Source : RTBF



vdpjohnny@gmail.com © PAC tempête du 23062016
Arbre sectionné dans la région de Pont-à-Celles. Crédit photo : VDPJohnny



La nature de ces phénomènes venteux ne nous est pas connue mais il est possible que plusieurs rafales descendantes soient à l'origine, en plus de puissantes rafales convectives. L'intensité est estimée au niveau T3 (soit des vents compris entre 149 et 183 km/h) voire localement T4. De plus, de nombreuses inondations sont également observées dans toutes ces localités. L'étendue et l'importance des dégâts dans le Hainaut entraînent par ailleurs le déclenchement du plan catastrophe provincial.



Arrivée de l'orage sur la région de Gozée, en province de Hainaut. Crédit photo : Hubert Maldague

Par la suite, l'orage arrive peu avant 21h00 dans la province du Brabant Wallon et s'intensifie davantage. Dans les régions de Nivelles, Genappe et Villers-la-ville, des inondations sont observées ainsi que de fortes rafales de vent qui causent de nombreux dégâts à la végétation.



Eclair accompagné d'un double arc-en-ciel à Waterloo, en province du Brabant Wallon, situé en bordure ouest du système orageux. Crédit photo : Pierre-Patrick Rosillon

A Genappe, on signale des chutes de grêlons allant jusqu'à 4 cm de diamètre et, à Villers-la-Ville, un phénomène venteux non identifié (rafale descendante ou tornade) abat de nombreux arbres et endommage quelques toitures, en laissant un couloir de dégâts restreint sur plusieurs kilomètres, dont le point de départ semble être à proximité de la Rue Tout Vent.

Au même moment, un nouvel orage issu de l'ancienne cellule ayant transité par les régions de Beaumont et du sud de Charleroi se forme sur Fleurus (province de Hainaut) et s'incorpore au système orageux. Il produit des chutes de grêlons évoluant de 2 à 3 cm de diamètre à Lambusart et Wanfercée-Baulet.

En cours de route, cet orage produit de fortes précipitations qui causent des inondations à Gembloux (province de Namur, 21h15). Par après, les orages sur la province du Brabant Wallon semblent s'organiser en une ligne d'orages multicellulaires violents, qui pourrait renfermer un système hybride (multicellulaire et supercellulaire).



Système multicellulaire précédé par un arcus multicouche dans la région de Petit-Rosière, en province du Brabant Wallon.

Ces orages provoquent des inondations A Court-Saint-Etienne où la rivière locale, la Dyle, entre en crue éclair par suite des pluies intenses. Quant A la commune de Chastre, elle est touchée par une rafale descendante qui déracine ou sectionne un millier d'arbres. De nombreuses routes se retrouvent impraticables, d'autant plus que des inondations sont également observées.

Les localités de Blanmont, Perbais, Chastre, Cortil-Noirmont, Villeroux, Saint-Géry, Gentinnes, Ernage (cette dernière située en province de Namur) et l'extrémité sud-est de Walhain sont durement frappées. Après une enquête de terrain, ainsi que de nouvelles informations qui nous sont parvenues récemment, il s'avère qu'une microrafale T3 est A l'origine de ces dégâts (soit des vents compris entre 149 A 183 km/h), sur un couloir de près de 4km de large.



Des centaines d'arbres ont été abattus dans la région de Castre. Capture d'écran d'un reportage de CanalZoom.



La toiture d'une ferme s'est en partie envolée dans la région de Castre. Capture d'écran d'un reportage de CanalZoom.



En guise de témoignage, M. Van De Velde, un habitant de Saint-Géry, raconte ce qu'il a vécu :

« J'étais avec ma femme dans notre maison quand l'orage est arrivé. Le ciel est devenu tout noir et il a fait d'un coup très sombre. Ensuite, la pluie a commencé et il y a eu beaucoup de vent.

Nous étions dans la cuisine A regarder au dehors quand on a vu le plus grand arbre de notre jardin, qui est A quelques mètres de nous, pencher de plus en plus. Pour finir, il s'est complètement déraciné et est tombé juste A côté de la maison en faisant beaucoup de bruit. Nous avons eu très peur qu'il tombe sur nous, on a eu beaucoup de chance. Après, on a vu un autre arbre tomber juste A côté de notre voiture en emportant également un poteau électrique.

Cela a duré un quart d'heure et quand cela s'est terminé, nous sommes sortis et avons constatés que le jardin était dévasté. De nombreux arbres ont été déracinés. La route était complètement bloquée par des arbres et des câbles électriques. Les pompiers sont venus la dégager mais ils nous ont dit que c'était A nous de le faire dans notre propriété.

Maintenant, le paysage est beaucoup plus dégagé car de nombreux arbres ont été déracinés chez nos voisins aussi ».



Toiture arrachée sur une annexe d'une habitation de la région de Chastre.
Capture d'écran d'un reportage de CanalZoom.



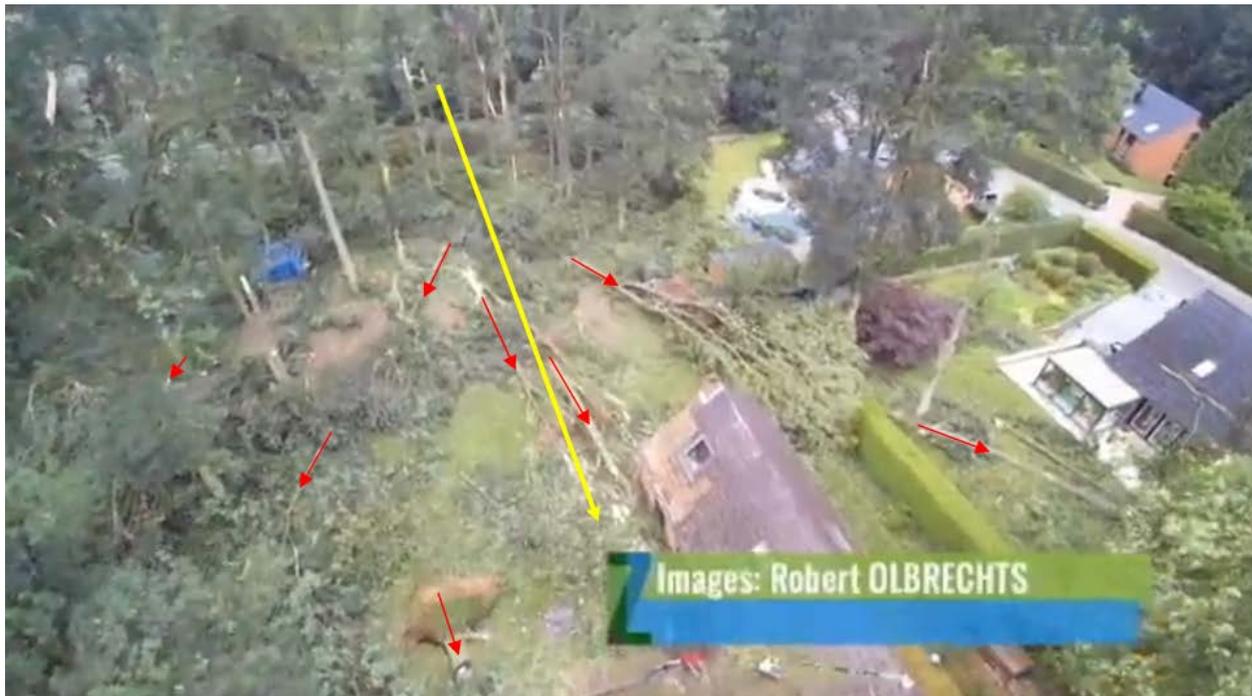
Autre vue des dégâts sur l'habitation. Capture d'écran d'un reportage de CanalZoom.

Madame Piron, livre également un témoignage sur la rafale descendante de Chastre :

« Le 23 juin 2016 j'étais au restaurant A Walhain (sur la N4) avec mon mari et mon fils quand on a vu l'orage arriver. Il a commencé A y avoir de la pluie et des grêlons et le patron a fait rapidement rentrer tout le monde, car on était avec beaucoup d'autres personnes sur la terrasse. Heureusement, car nous sommes A peine rentrés que le vent a commencé A souffler très fort et la tonnelle en dur de la terrasse a été secouée dans tous les sens. Une fois terminé, après peut être 10 A 15 minutes, on a constaté que les armatures étaient complètement pliées, le patron a dit qu'elle était IA depuis 10 ans et avait déjà supportée plusieurs tempêtes sans subir de dégâts. De nombreux arbres ainsi que des branches jonchaient aussi le sol un peu partout. »



Des images aériennes permettent de mettre en évidence la divergence des dégâts sur la végétation, suite au très probable passage d'un vortex horizontal.

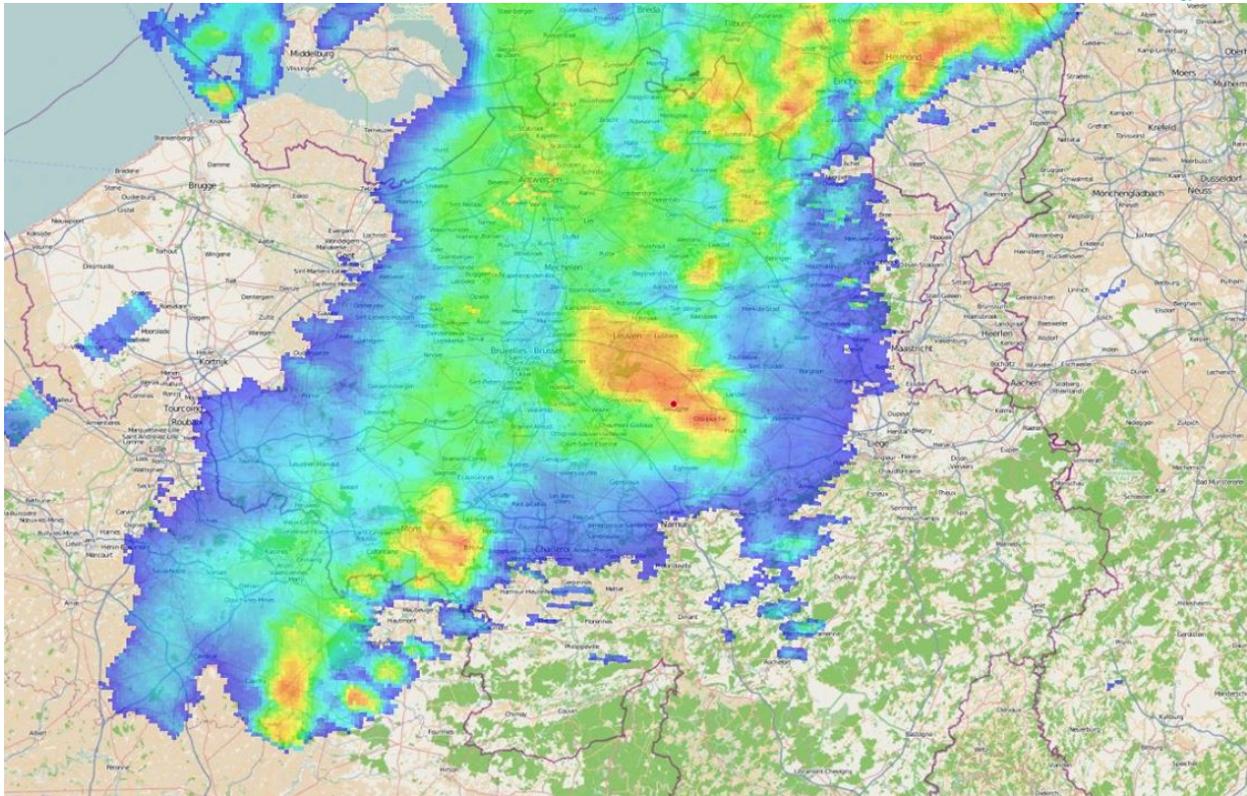


Capture d'écran d'un reportage de Canalzoom. On peut y voir la divergence des dégâts dans un couloir d'accélération.

Pour en revenir au déroulement de l'offensive orageuse, vers 21h20, les orages causent encore des inondations A Grez-Doiceau, Nethen, Tourinnes-la-Grosse et Beauvechain. La ligne orageuse continue avec la même intensité et produit A nouveau un phénomène venteux A Grand-Leez.

Celui-ci est très localisé et concerne principalement le domaine du château ainsi que la réserve naturelle attenante. De nombreux arbres sont abattus dans un couloir étroit qui pourrait évoquer le passage d'une tornade ou d'une microrafale très locale.

Peu après, l'orage poursuit sa route et produit alors une puissante rafale descendante sur la commune de Jodoigne autour de 21h30. Une enquête de terrain a permis d'établir qu'il s'agit d'une microrafale T4 (vitesse du vent se situant entre 184 et 220 km/h) sévissant sur un couloir de près de 4km de large.



Carte radar des précipitations A 21h30. Jodoigne est localisé par le point rouge. Source : KNMI

Les dégâts engendrés par le vent y sont considérables, essentiellement à Lathuy et Jodoigne. En effet, de très nombreux arbres sont sectionnés ou déracinés, dont certains qui tombent sur des véhicules. De même, des pylônes électriques se retrouvent à terre. De plus, une centaine de toitures sont endommagées (certaines étant même entièrement détruites) et des façades s'écroulent. Des vitres explosent et blessent légèrement plusieurs personnes, les structures légères comme les abris de bus et de jardin s'envolent et le hall sportif de Jodoigne est complètement détruit.



Mademoiselle Stassens, qui se trouvait sur place, nous livre son témoignage :

« Nous avons une assemblée générale dans mon club de badminton ce jour-là et il faisait très chaud. Nous étions dans la cafétéria et n'avions pas beaucoup de fenêtres pour observer ce qu'il se passait dehors, nous entendions juste les grêlons s'abattre de plus en plus fort sur les fenêtres de la toiture plate. Ça commençait à faire beaucoup de bruit quand tout à coup, les lumières se sont éteintes, ne laissant qu'un fin filet de lumière complètement inutile.

Par contre il y avait des baies donnant sur la salle ce qui nous a permis de constater avec froideur que le hall venait de s'effondrer sous nos propres yeux!

Au milieu des chaises disposées pour l'AG, tout le monde se pressait de vouloir quitter au plus vite les lieux par l'escalier de derrière mais on nous a alors interdit de sortir puisque nous n'étions pas sûrs que la tempête soit complètement terminée. Les portes des escaliers donnant dans le hall d'entrée vacillaient au rythme du vent et j'essayais de calmer ma maman prise de panique.

Certaines personnes voulaient à tout prix s'en aller afin de vérifier l'état de leurs véhicules. A notre sortie, nous avons contemplé (je ne sais pas si c'est le meilleur terme) l'étendue des dégâts de la salle, les systèmes d'alarmes retentissaient toujours...

Nous sommes alors rentrés en voiture (heureusement elle n'avait rien) et sur le chemin nous avons dû rouler sur des débris comme par exemple un fil électrique qui était endommagé et s'était retrouvé au milieu de la route.

Sur le moment même des faits je n'ai pas crié, j'ai simplement agi en me disant que la structure sous laquelle nous nous trouvions pouvait également subir le même sort que le hall sportif et ce n'est qu'une fois installé dans mon lit que j'ai réellement réalisé de quoi la nature était capable (j'ai fait une crise d'angoisse). Ce n'est pourtant pas la première fois qu'un incident de ce type surgit puisque quelques années auparavant c'est la partie ajoutée au hall qui avait été démolie par le même genre de catastrophe (cf : le 14 juillet 2010).

Le club nous a par après offert (à toutes les personnes présentes lors de l'AG) un repas dans un restaurant à volonté. Heureusement aucune victime n'a été déplorée mais il ne faut pas oublier qu'à cette heure-là, habituellement, les joueurs de badminton auraient dû se trouver sur le terrain. »



Dégâts observés sur le hall sportif de Jodoigne ayant été complètement détruit.

Crédit photo : François Riguelle

Au vu des dégâts, c'est un vrai miracle qu'aucune victime ne soit à déplorer. En outre, des inondations sont également observées. Les services de secours du Brabant Wallon se retrouvent rapidement débordés et le plan catastrophe provincial est déclenché.

François Riguelle, membre de Belgorage présent sur place, décrit la situation et l'ambiance qui règne après l'orage :

« J'étais ce soir-là à 15 kilomètres de Jodoigne, près d'Éghezée. J'ai rapidement eu vent que la ville a été sévèrement touchée et je me suis donc dirigée vers celle-ci. Mais, malgré la faible distance à parcourir, il m'a fallu 2 heures pour y parvenir car les routes étaient impraticables. En effet de nombreux arbres bloquaient le passage.

Une fois arrivé, de nombreux débris jonchaient les rues, aussi bien des branchages que de fils électriques ou encore des morceaux de toitures. J'ai aussi vu une personne se faire soigner sur un trottoir, blessée aux jambes par des débris. Mais ce qui m'a le plus marqué, c'est l'ambiance qui y régnait. On aurait dit que la ville venait d'être bombardée. Malgré l'heure tardive, de nombreuses personnes étaient dans les rues, contemplant les dommages tandis que les services de secours s'affairaient de tous les côtés.

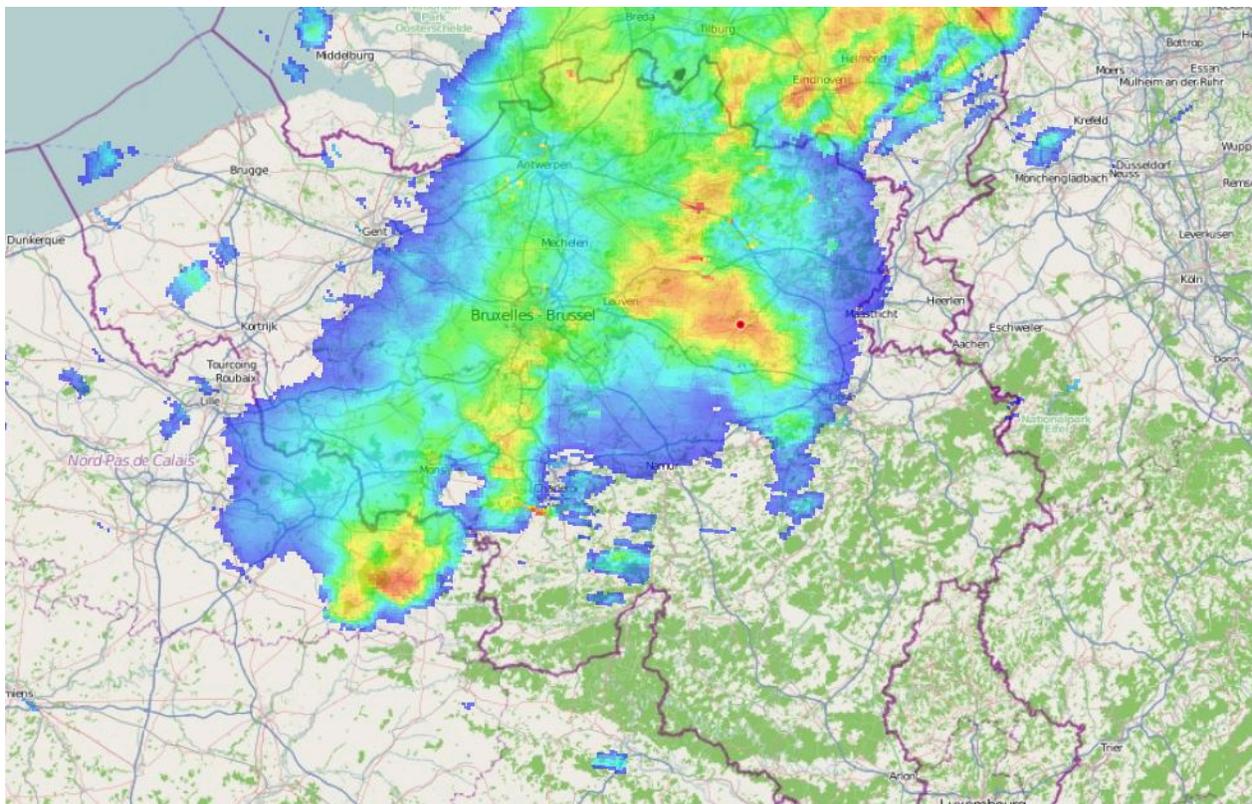
Certains quartiers étaient plongés dans le noir, le tout accompagné par le son de nombreuses alarmes de voitures, de magasins, de maisons et de détecteurs d'incendies. Certaines retentissaient encore le lendemain matin. »



En progressant, la ligne orageuse touche également l'extrême ouest de la province de Liège. Dans la commune de Hannut, les villages de Grand Hallet et Petit Hallet sont touchés par des coulées de boues et le ruisseau de Henry-Fontaine sort de son lit, inondant plusieurs habitations. En outre, des chutes de grêlons de 3 cm de diamètre sont signalées A Hélécinne (province du Brabant Wallon) ainsi que des dommages liés à de fortes rafales de vent. De plus, des dégâts sont encore signalés A Zétrud-Lumay, entre Jodoigne et Tirlemont.

Dans la province du Brabant Flamand, les fortes pluies inondent de nombreuses voiries et habitations notamment A Dilbeek, Grimbergen, Strombeek-Bever, Wemmel, Louvain et Tirlemont.

Durant sa progression, l'orage ne diminue pas en intensité. En entrant en province de Limbourg vers 21h45, il engendre encore de fortes rafales de vent qui causent des dégâts, notamment dans la région de Saint-Trond où le plan catastrophe communal est déclenché.



Carte radar des précipitations A 21h45. Saint-Trond est localisé par le point rouge.

Source : KNMI

Là aussi, de nombreux arbres sont déracinés ou sectionnés et des toitures sont endommagées, notamment celle de l'école de Zepperen. L'origine de ces dégâts ne nous est pas connue, mais l'hypothèse d'une rafale descendante est privilégiée (les dégâts observés sont étendus et révèlent une intensité T3). En outre, des chutes de grêlons allant jusqu'à 5 cm de diamètre sont également observés.

Peu après, l'axe orageux engendre, une nouvelle fois, une possible rafale descendante (ou



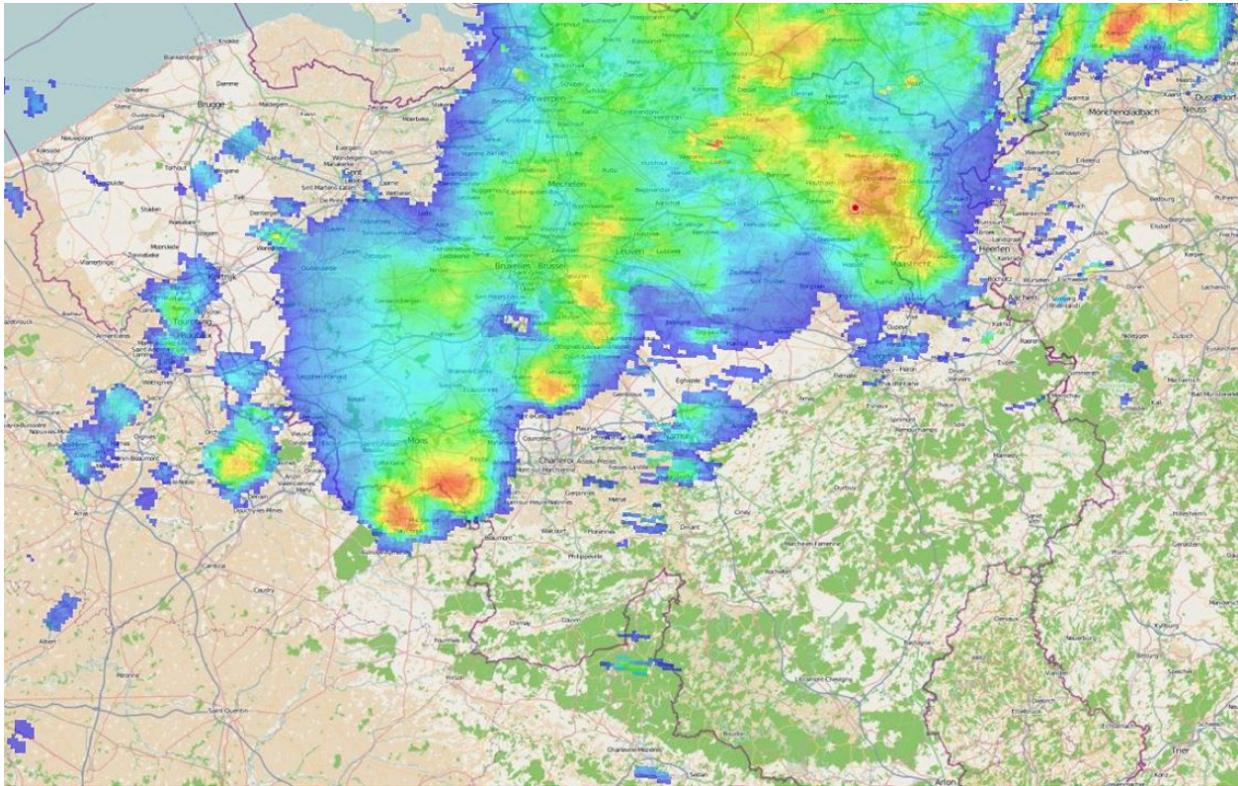
une tornade) vers 21h55 sur Kortesseem, Alkem et Wellen. Les dégâts induits à la végétation sont importants, les structures légères s'envolent et de nombreuses toitures sont endommagées au passage de vents violents. Une fois de plus, des inondations sont signalées et des ruisseaux entrent en crue.

Un peu plus tard, des dégâts dus au vent sont aussi signalés à Diepenbeek mais nous ne disposons pas plus d'informations sur la nature du phénomène. Cependant, dans ce cas-ci, la thèse de fortes rafales convectives est plausible. En outre, une rafale à 87 Km/h y est enregistrée, sans doute inférieure aux plus fortes bourrasques localisées à l'œuvre sous le système.

Quant aux orages, ils continuent de progresser vers le nord-est en commençant toutefois à s'affaiblir. Cependant, le vent occasionne encore localement quelques dégâts comme à Genk par exemple. Les orages finissent par franchir la frontière hollandaise autour de 22h15.



Évacuation du système orageux multicellulaire en direction des Pays-Bas aux alentours de 22h40.



Carte radar des précipitations à 22h10. La région de Genk est localisée par le point rouge. Source : KNMI

En outre, le premier système qui était présent sur Eindhoven arrive en Allemagne et engendre toujours de fortes rafales de vent qui occasionnent encore des dégâts. De plus, des grêlons allant jusqu'à 6 cm de diamètre sont observés. La région de Mönchengladbach s'avère être la plus impactée. En parallèle, l'orage qui a causé tant de dégâts sur le centre de la Belgique perd en virulence une fois cette même région atteinte, en provoquant cependant encore des dommages.

En Belgique, à l'arrière de la ligne orageuse, des orages monocellulaires (certains adoptant des caractéristiques supercellulaires) se forment et se déplacent sur un axe allant du sud de Binche (province de Hainaut) à Louvain (province du Brabant Flamand) entre 22h15 et 23h15. Ceux-ci se montrent très actifs également et causent de nouvelles inondations, surtout en Brabant Wallon où la Dyle connaît une deuxième crue à Genappe, Court-Saint-Etienne et Wavre.



Éclair internuageux observé depuis Oleye en province de Limbourg vers 22h40, se manifestant lors du passage d'orages monocellulaires vers l'horizon occidental du point d'observation.

Plus tard, un autre orage naît au sud-est de Tournai (province de Hainaut) vers la frontière française aux alentours de 22h15 et progresse vers le nord-nord-est en évoluant très probablement en supercellule au sud-est de Gand (province de Flandre Orientale), avant de s'affaiblir en franchissant la frontière hollandaise autour de minuit.

Mais encore, entre 23h30 et 1h30 (le 24 juin), quatre orages naissent successivement au sud de Bruxelles et traversent tour à tour la capitale avant de faiblir. Il est tout de même à noter qu'en cours de nuit, quelques faibles cellules se développent encore sur la province de Limbourg et également sur l'Ardenne.



Orage observé depuis la région bruxelloise durant la nuit du 23 au 24 juin 2016.
Crédit photo : Sébastien Nagy



Geoffrey Mallard©Belgorage

Orages monocellulaires observés vers 2h35 depuis Bettincourt en province de Limbourg
et évoluant en direction du nord-est.

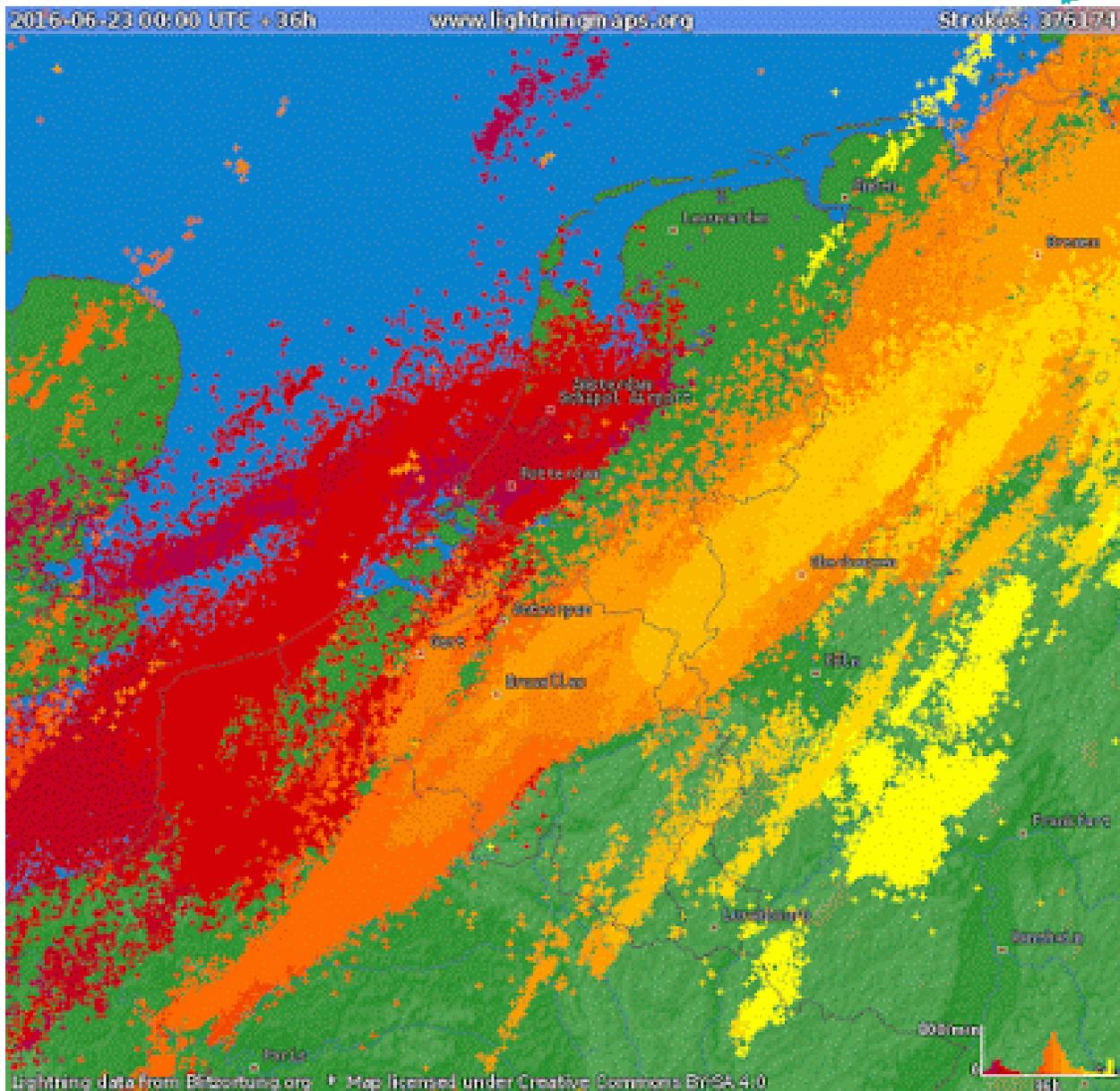


Mais encore, à 4h30 du matin, plusieurs orages multicellulaires explosent littéralement sur le sud de la province de Limbourg avec de fortes pluies et une activité électrique intense, ceux-ci progressant vers le nord-nord-est. D'autres cellules plus faibles se développent aussi sur les provinces de Liège et de Luxembourg et forment une ligne orageuse qui balaye l'est du pays. A partir de 7h00 du matin, toute l'activité orageuse quitte notre pays en mettant fin à cette offensive particulièrement étendue et violente par endroit.

Elle fut caractérisée par une intense activité éolienne, électrique et pluviométrique causant de nombreux dommages. Les cumuls de précipitations sont localement importants, malgré le fait que les orages se soient déplacés assez rapidement. En effet, les précipitations sont tombées en seulement quelques minutes, même s'il est arrivé que plusieurs cellules aient touché une même région. Ainsi, on a récolté :

- 73 mm A La Hestre (province de Hainaut)
- 66 mm A Beitem (province de Flandre Occidentale)
- 56 mm A Dessel (province d'Anvers)
- 44 mm A Seneffe (province de Hainaut)
- 43 mm A Retie (province d'Anvers)

De plus, sur la seule journée du 23 juin, ce sont 40 000 éclairs qui ont été détectés ! Mais c'est surtout le vent qui a causé le plus de dégâts, avec plusieurs rafales descendantes destructrices ainsi que de fortes rafales convectives. Il n'est également pas impossible qu'une ou plusieurs tornades se soit développées.



Coups de foudre détectés durant la journée du 23 juin 2016. Source : Lightningmaps

En outre, un grand nombre d'orages semblent avoir adopté des caractéristiques supercellulaires. Ceux-ci seront étudiés dans le prochain chapitre.

Cette offensive aura coûté la vie à une personne et à fait plusieurs blessés. Quant aux dégâts, ceux-ci sont indénombrables et mêmes encore bien visibles à Jodoigne plus d'un an après. Ce fut sans conteste l'une des plus violentes offensives depuis le 14 juillet 2010.

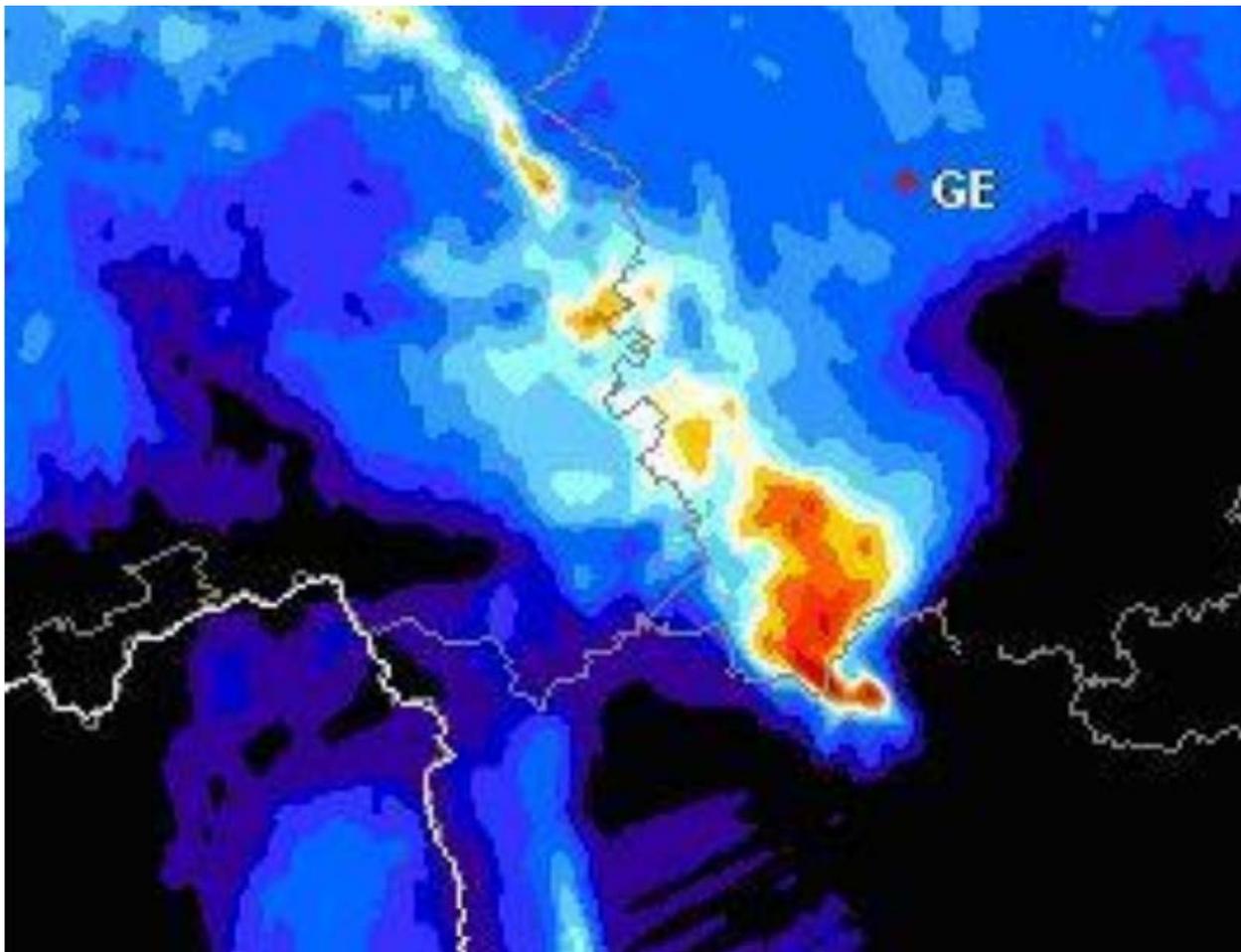


3. Analyse des cellules orageuses

3.1. Méthodologie

En l'absence de données provenant des radars doppler, il est impossible d'affirmer à 100 % le caractère supercellulaire des orages étudiés. Toutefois, une étude approfondie des données radar disponibles, accompagnée d'observations de terrain, permettent de déterminer avec une assez grande probabilité l'occurrence de ce type d'orage.

Pour rappel, une supercellule doit présenter différentes caractéristiques sur les imageries des radars de précipitations. Pour une supercellule classique, il s'agit de l'observation d'un écho en crochet matérialisant la présence d'un mesocyclone durable, sur le flanc sud ou sud-est de l'orage. Plus ce crochet est persistant dans le temps ou est observé à plusieurs reprises de manière temporellement rapprochée, et plus le caractère supercellulaire peut être affirmé.

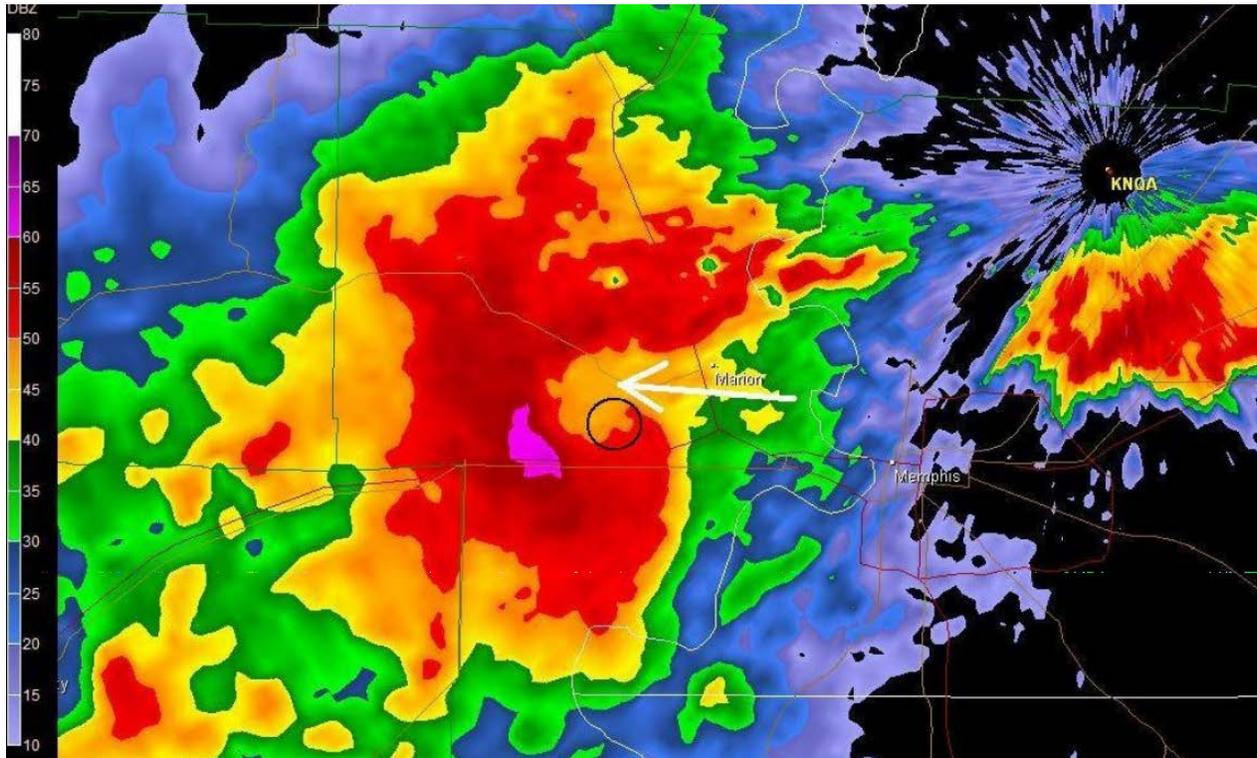


Une supercellule classique évoluant au nord d'Ath la nuit du 25 au 26 mai 2009. L'écho en crochet est ici très marqué. Source : IRM

Pour une supercellule HP (High Precipitation), l'écho en crochet se note généralement moins facilement sous nos latitudes, en raison de la prépondérance des courants descendants, et



donc des précipitations intenses dans un contexte marqué par une forte humidité de l'air. Une des caractéristiques est la présence d'un front inflow notch ou front flank notch, sur le flanc est de la supercellule. Il s'agit d'une encoche dans la zone de précipitations, trahissant la présence d'un courant de basse couche aspiré depuis l'avant de l'orage en direction du mesocyclone se trouvant à l'intérieur, dans la partie est de la supercellule. Cette structure est cependant moins nette et plus difficile à mettre en évidence, surtout avec les radars dont nous disposons en Belgique.



Une supercellule HP aux Etats-Unis. La flèche blanche indique le « front flank notch » et le rond noir la localisation du mesocyclone.

Outre cela, une supercellule présente d'autres caractéristiques ou comportements qui peuvent aider à son identification.

Comme par exemple, la survenue sur le flanc avant-gauche de la supercellule d'une forme en V, visible par deux branches de réflectivité plus importante sur les images radar.

Généralement, les supercellules ont aussi tendance à dévier sur la droite du flux général, pendant une assez longue période. De plus, ce type d'orage persiste généralement plusieurs heures.

Pour l'analyse des orages du 23 juin 2016, nous avons utilisé deux sources radar : celles du KNMI et celles d'Infoclimat (sur la frontière franco-belge). Ceci s'explique par la nécessité de pouvoir analyser les orages par les deux côtés, mais aussi pour passer outre le problème d'affaiblissement du faisceau des radars lorsque celui-ci traverse un premier orage et peine à voir les autres situés derrière ce dernier.



Cela s'est ainsi noté pour deux supercellules ayant évolué à la frontière franco-belge : le radar du KNMI, localisé aux Pays-Bas, n'est pas parvenu à visualiser correctement l'orage le plus au sud. L'utilisation des imageries d'Infoclimat permettait aussi de résoudre partiellement le problème d'éloignement du radar du KNMI qui, pour la Wallonie, devient de plus en plus imprécis compte tenu de son éloignement.

Pour l'aspect visuel, les équipes de Belgorage étaient postées sur le terrain et ont permis de rapporter des observations intéressantes permettant d'étayer l'analyse des imageries radar. Une recherche de photos et vidéos sur Internet a également permis de trouver quelques documents intéressants.

A noter que la présente analyse s'intéresse aux supercellules ayant transité totalement ou en partie sur le territoire belge. Les observations tendent à montrer que quelques spécimens supplémentaires se sont développés en France, aux Pays-Bas et en Allemagne sans toutefois concerner nos régions. Ceci renforce évidemment le caractère de Supercell Outbreak de cet épisode orageux exceptionnel.



3.2. Analyse fine des orages suspectés d'avoir eu une évolution supercellulaire

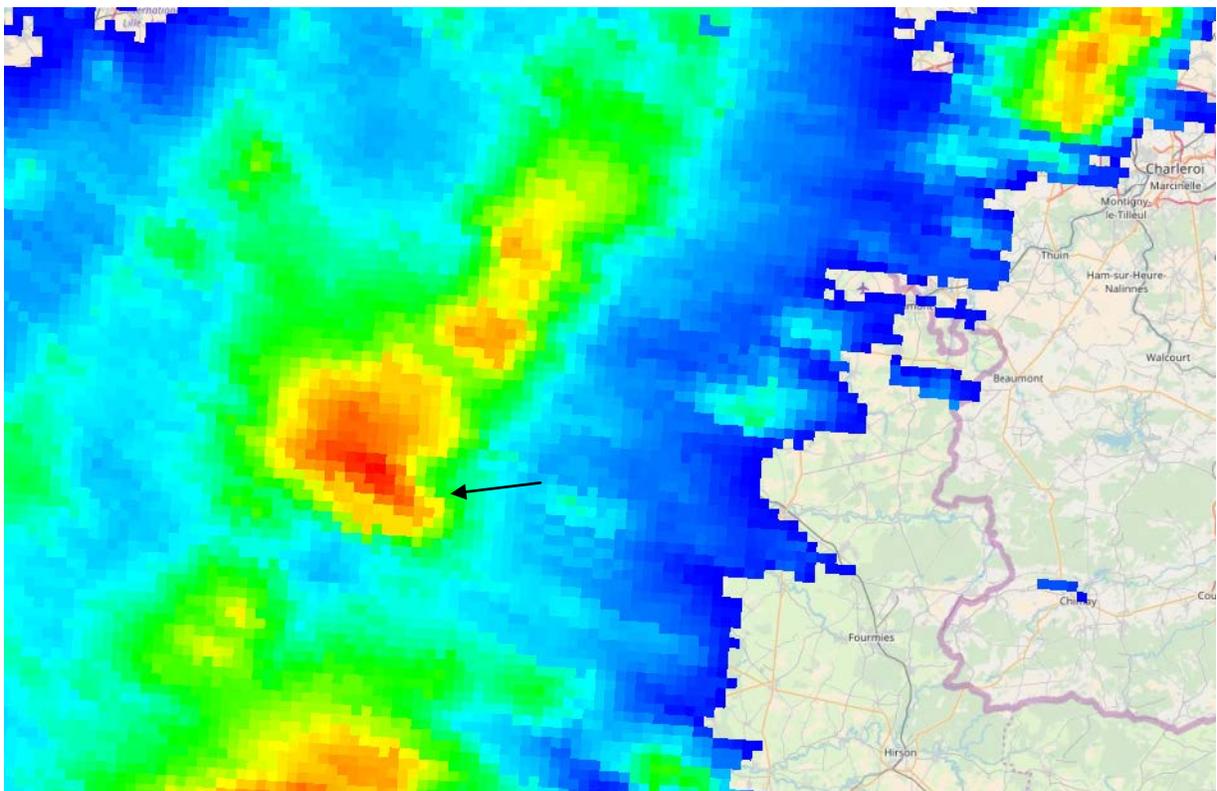
3.2.1. Supercellule A : orage producteur des phénomènes venteux

Cet orage est probablement le plus intéressant de tout l'épisode. Il est né dans la Somme (France) pour se désagréger au Limbourg néerlandais. Son déplacement est long de plus de 250 kilomètres et sa durée de vie dépasse les quatre heures.

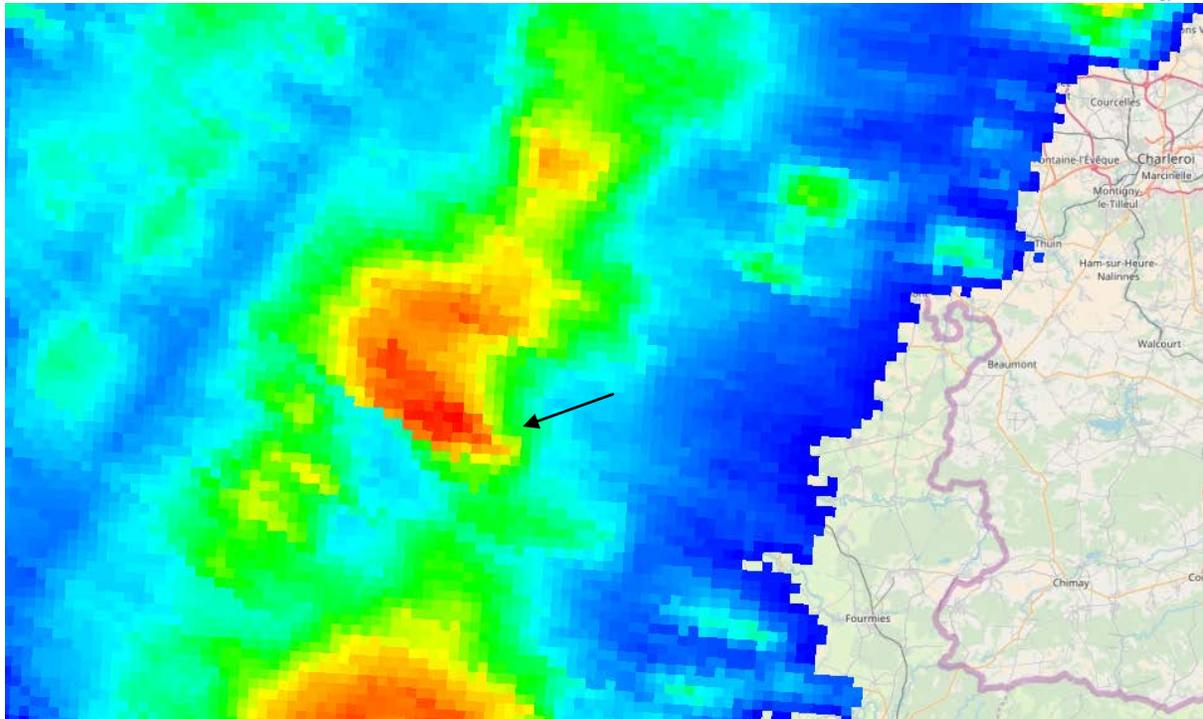
Il a montré diverses évolutions alternant entre la supercellule classique et l'hybride multi-supercellulaire. Ce premier orage se développe à partir de 18h20 au sud-ouest de Saint-Quentin, dans le nord-est du département de la Somme.

Il passe vers 18h45 juste à l'ouest de Saint-Quentin et adopte dès ce moment un comportement supercellulaire. En effet, un crochet persistant est visible dès ce moment sur les imageries radar d'Infoclimat, et une déviation sur la droite du flux général se note. C'est vers 19h25 que l'imagerie radar est la plus parlante, montrant une supercellule très aboutie.

A noter qu'à ce moment, la classification en supercellule classique ou HP n'est pas évidente, l'orage présentant des caractéristiques propres aux deux catégories (un écho en crochet bien formé, trahissant un puissant mesocyclone, mais ce dernier tend à être rejeté plus en avant de l'orage, sur son flanc est).



Evolution de la supercellule A à 19h25. Un écho en crochet est bien visible sur le flanc sud-est de la cellule. Source : KNMI.



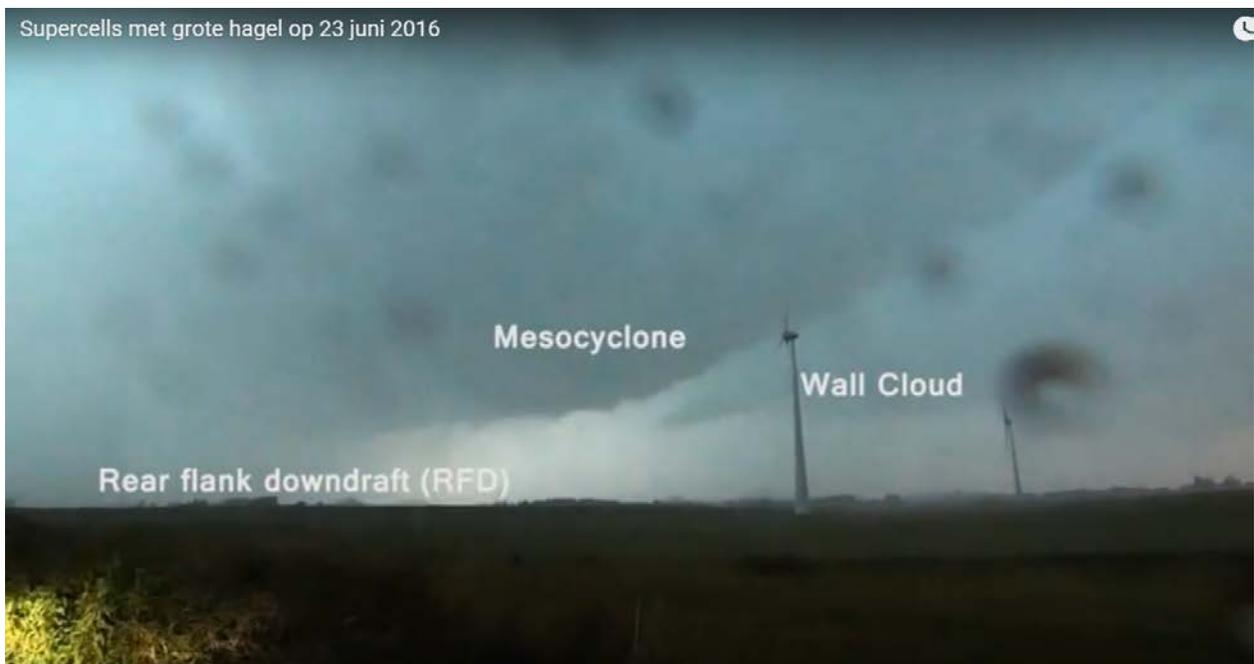
Evolution de la supercellule A à 19h35. L'écho en crochet prend de l'ampleur sur le flanc est, signe d'une probable évolution en HP. Source : KNMI.

Par la suite, l'écho en crochet se note moins bien, mais reste devinable. La supercellule transite alors sur la province de Hainaut depuis la région de Bavay jusqu'à Binche, où des dégâts sont rapportés.

Il concerne ainsi la région d'Estinnes où l'équipe de Weervideos est positionnée. A ce stade, l'orage présente toujours des caractéristiques supercellulaires (toujours à la fois classique et HP) qui semblent renforcées par les observations menées sur le terrain, mais lorsqu'il est observé au niveau d'Estinnes, il est probable que l'orage soit déjà entré dans une phase plus hybride, phase qui sera observée pendant la demi-heure suivante, jusqu'à la frontière entre le Hainaut et le Brabant wallon.

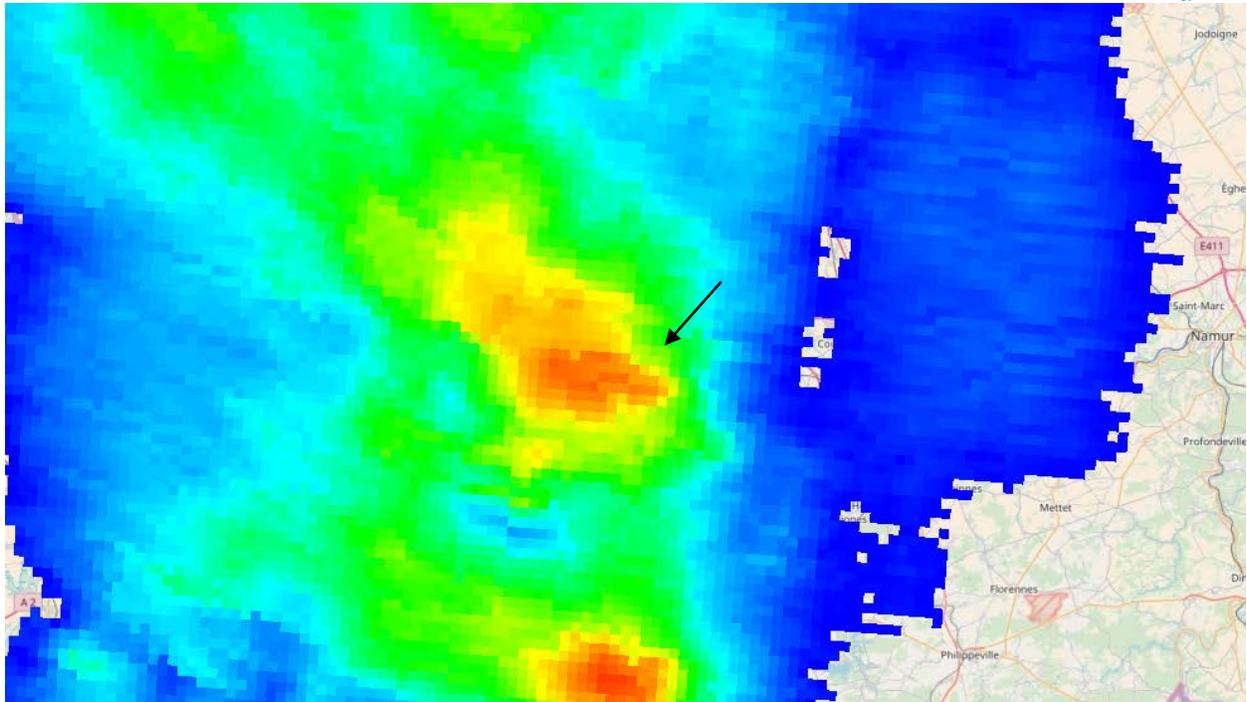


Capture d'écran d'une vidéo de Weervideos tournée dans le champ éolien d'Estinnes, en province de Hainaut. Le probable mésocyclone arrive dans le fond de l'image, au centre.



Capture d'écran d'une vidéo de Weervideos tournée dans le champ éolien d'Estinnes, en province de Hainaut. On devine le mésocyclone au centre de l'image, suivi en arrière-plan d'une fente claire bien visible, signe de la présence du RFD.

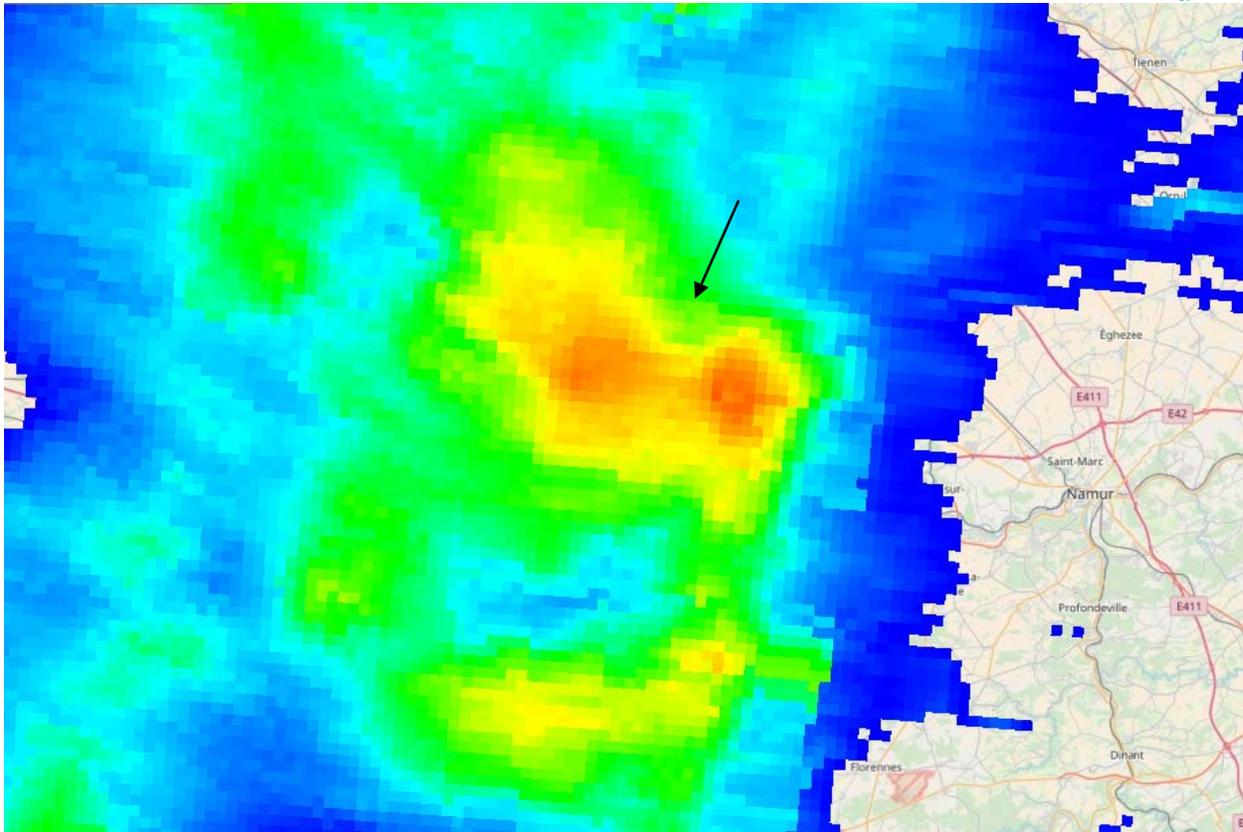
La première capture montre l'arrivée de l'orage avec le probable mésocyclone au centre. La seconde est prise juste avant l'arrivée du RFD (par ailleurs responsable de grêle et de violentes rafales) sur le site d'observation. Le mésocyclone transite au centre de l'image tandis que la fente claire liée au RFD est visible à l'arrière.



Supercellule A évoluant vers un stade hybride sur la région de Binche et d'Estinnes vers 20h25 (source : KNMI). L'analyse de caractéristiques supercellulaires est très difficile, seul un inflow notch semble se dessiner sur le flanc nord-est de la cellule.

C'est vers 20h50, au nord de Charleroi, que l'orage semble redessiner à nouveau un écho en crochet, signe d'une nouvelle affirmation du caractère supercellulaire.

Par ailleurs, son « hybridation » alors remise en retrait ne l'a pas empêché de maintenir un caractère très virulent durant la demi-heure précédente : après avoir provoqué de gros dégâts dans les environs de Binche, il est responsable de gros dommages au niveau de la commune de Pont-à-Celles, notamment la chute de pylônes à haute tension.



Regain du caractère supercellulaire de A au nord de Charleroi vers 20h50.
Cette fois, l'inflow notch prend de l'ampleur sur le flanc nord de l'orage,
qui tantôt prend la forme d'une supercellule HP, tantôt la forme d'un
système multicellulaire. Source : KNMI

Toutefois, l'image de 21h05 montre à nouveau une structure peu lisible, alors que l'orage arrive sur le centre du Brabant wallon où il cause encore des dommages considérables. A ce moment, il semble que l'orage évolue en un système qui prend à nouveau la forme d'un hybride multi-supercellulaire.

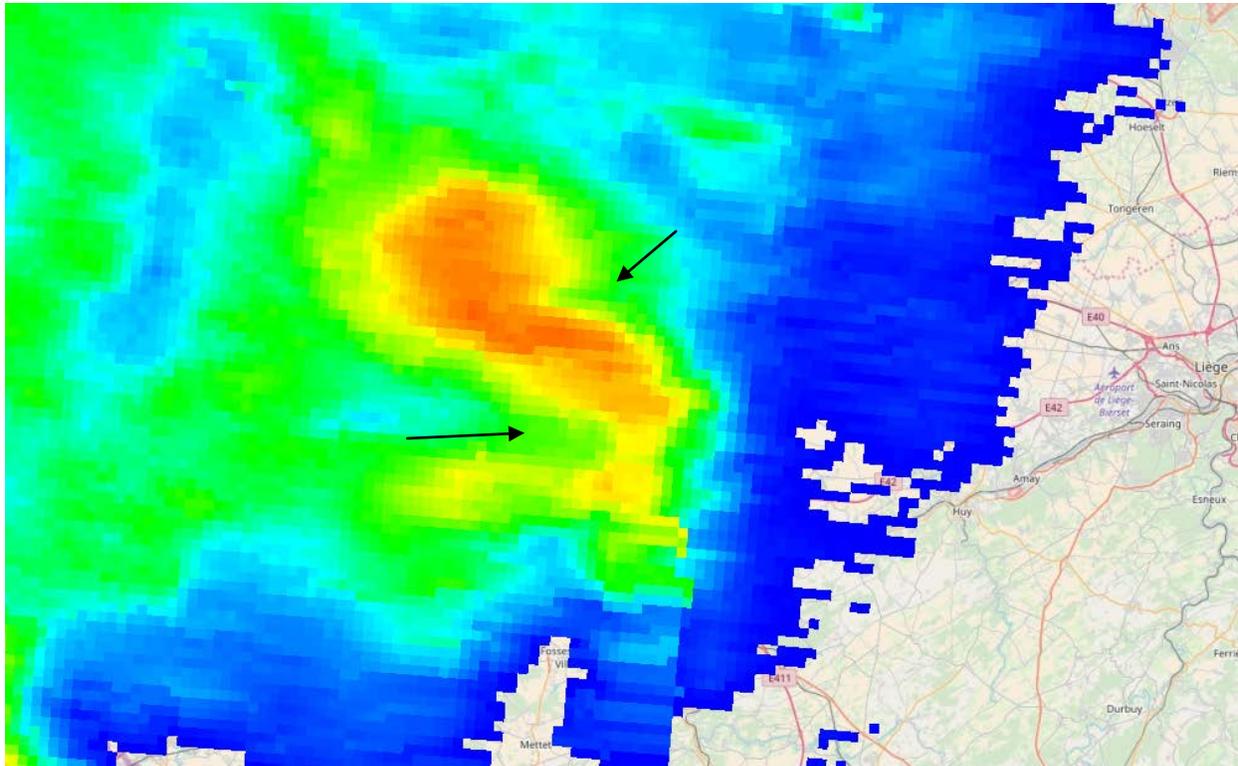
Une autre possibilité à prendre en compte est celle de l'évolution en supercellule HP. En effet, des études américaines montrent qu'une supercellule HP peut adopter un caractère hybride à la fois multi et supercellulaire, avec la présence de plusieurs mésocyclones.

De plus, l'énorme étendue des précipitations en ce moment et l'observation de leurs intensités à Ottignies (province du Brabant Wallon) sont un argument appuyant l'évolution en supercellule HP.

Dans les deux cas, il apparaît clairement que le système orageux connaît, à ce moment-là, une évolution majeure de sa morphologie : après avoir été jusqu'à 21h00 animé vraisemblablement par un seul mésocyclone ou du moins une suite de mésocyclones non-simultanés, il semble en comporter dès ce moment plusieurs, ce qui est confirmé par les évolutions de l'heure suivante.



Sur certaines images, il semblerait également qu'une encoche marquant un « inflow notch » perdure sur le flanc nord du système, prouvant une fois encore l'évolution en supercellule HP. Cette théorie est d'autant plus confortée qu'un « rear inflow notch » est aussi visible à l'arrière de la cellule, sur son flanc sud-est.



Supercellule A vers 21h15. L'inflow notch est toujours bien visible sur le flanc nord de l'orage tandis qu'un rear inflow notch semble sévir sur le flanc arrière sud-est de la cellule, signe d'une dynamique marquée qui interagit avec l'orage. Source : KNMI.

Au même moment, un membre de Belgorage observe le système depuis Petit-Rosière (province du Brabant Wallon) sur le flanc est de l'orage. Il capte alors un probable mésocyclone avant que celui-ci ne soit caché par l'avancée de l'arcus.

Cela est conforté par ses observations qui évoquent une rotation de l'orage. Les nuages se déplaçant de droite A gauche devant l'abaissement nuageux, et inversement à l'arrière de celui-ci (visible sur les fractus au fond).

L'orage se déplace du coin supérieur droit de l'image, vers le coin inférieur gauche.





Evolution de l'orage depuis le point d'observation (Petit-Rosière) A 21h06, 21h11 et 21h15. Sur ce dernier cliché, plus aucune rotation n'est visible, l'arcus se déplaçant vers le point d'observation.

Entre 21h30 et 22h00, on note d'ailleurs la présence de plusieurs échos en crochet au sein du système, trahissant possiblement la présence d'autant de mésocyclones. Celui évoqué plus haut est de plus visible sur le flanc est.

Le radar de Kachelmamn à 21h30 est intéressant car il permet de voir que la région de Jodoigne se trouve entre deux noyaux actifs. L'éloignement du radar fait qu'il ne scanne pas les basses couches et indiquerait donc une intrusion d'air sec dans les couches moyennes.

Cette intrusion pourrait également démontrer la survenue d'un puissant RFD autour d'un mésocyclone lié à la cellule présente au nord-ouest de Jodoigne. Cependant, cette théorie reste impossible à vérifier en l'absence d'imagerie doppler.

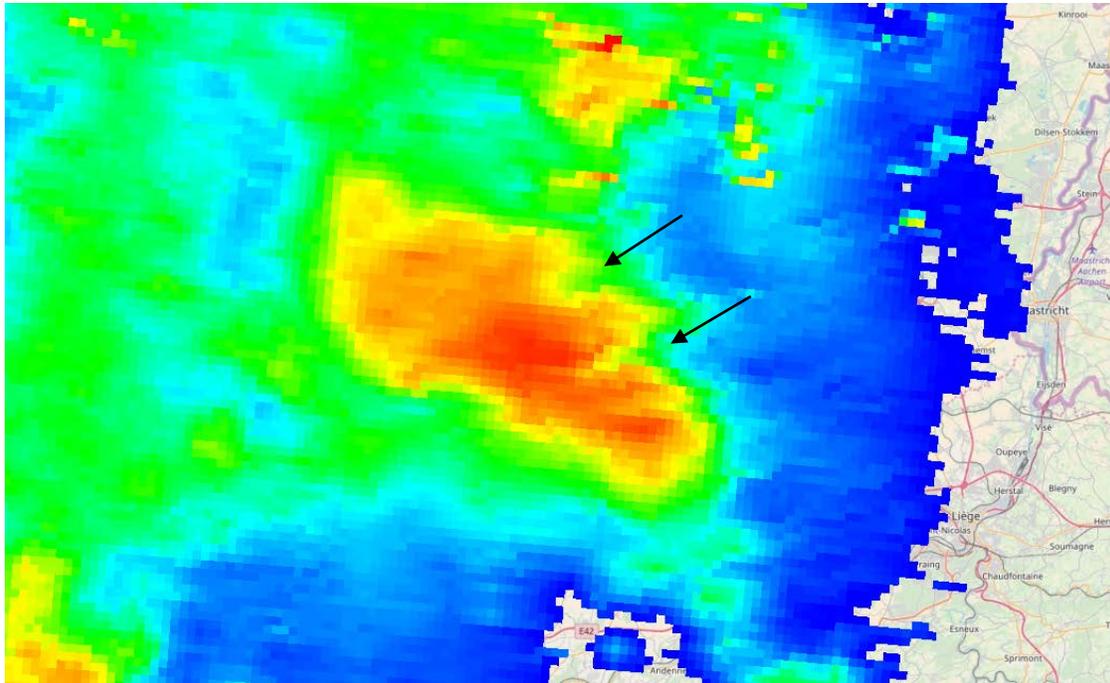


Imagerie de réflectivité A 21h30. La faible réflectivité dans la région de Jodoigne semble indiquer la présence d'une couche d'air sec qui provoque l'évaporation de l'eau dans les couches moyennes. Source : Kachelman.

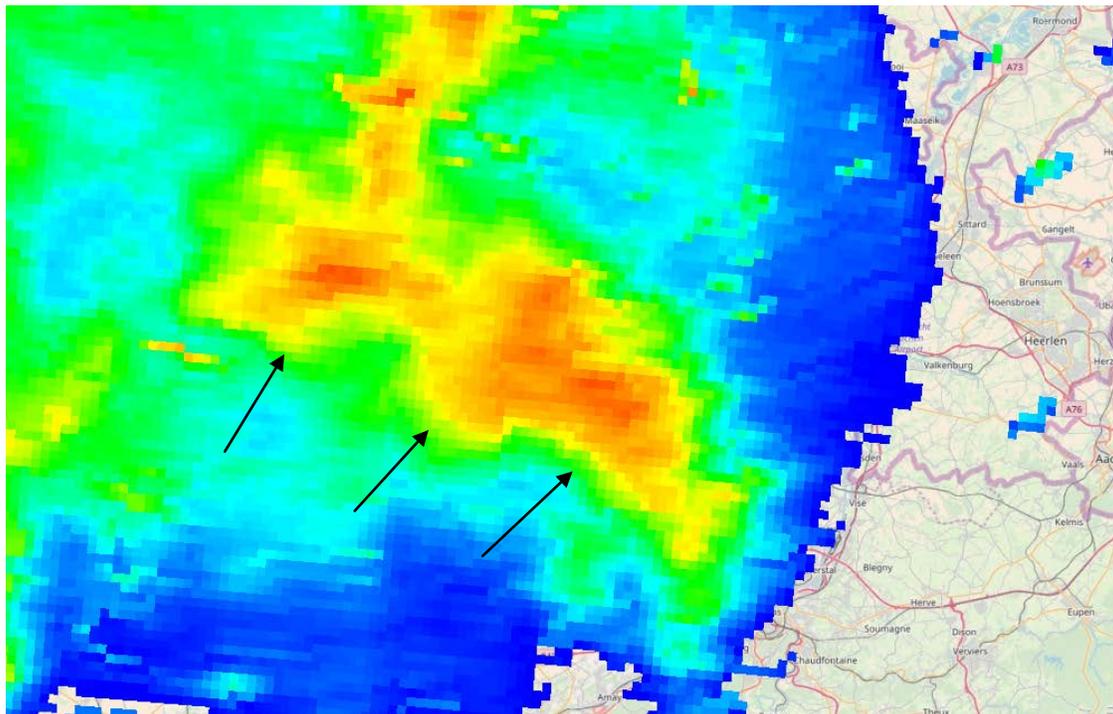
L'évolution en hybride supercellulaire-multicellulaire est alors marqué une fois le système positionné à la limite entre les provinces du Brabant Flamand et de Limbourg. Il est donc possible qu'à ce moment-là, plusieurs supercellules le composent. En outre, des dégâts sont toujours signalés A son passage.

L'hypothèse du bow echo, qui peut être également prise en compte en raison de l'organisation d'ensemble du système orageux, a été écartée en raison de la persistance d'une alimentation par le sud-est du système, donc sur sa droite, alors que les cellules les plus jeunes se trouvent généralement sur le front avant du bow echo.

De plus, les images suivantes montrent clairement une séparation nette entre trois différentes cellules. La plus vigoureuse étant celle du milieu.



Le système orageux arrivant au-dessus du Brabant Flamand à 21h35. A présent, deux inflow notch semble sévir à l'avant du système, ce qui pourrait montrer la présence d'au moins deux cellules distinctes. Source : KNMI.



Situation du système A sur la province de Limbourg à 21h50. La présence de plusieurs cellules est cette fois confirmée par la dislocation du système. Il semblerait également que plusieurs mésocyclones soient en effet présents vu les trajectoires différentes de ces cellules. Source : KNMI.

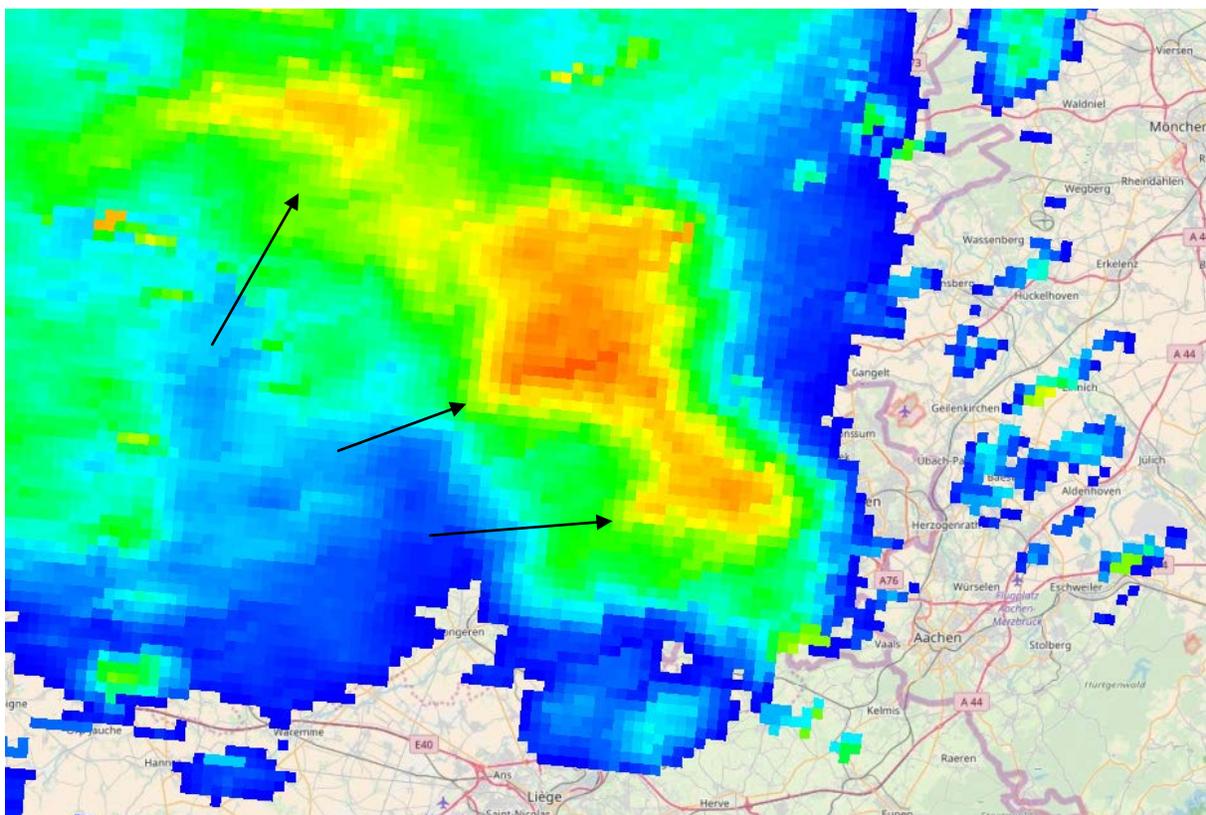


La cellule la plus au nord s'écarte nettement du reste du système à cause, semble-t-il, de la présence d'un rear inflow notch qui perfore le système. Les deux autres possibles cellules concernent la région de Waremme et de Landen. Un écho en crochet est également visible sur la cellule centrale, qui semble être toujours une supercellule.

Après 22h00, la cellule centrale redessine un crochet très net sur la région de Hasselt et de Genk après avoir connu un intermède où plus grand-chose n'était observable au radar.

L'hypothèse est celle d'une occlusion du mésocyclone avant la reformation d'un nouveau dans cette même supercellule centrale. Le constat est moins net pour la cellule la plus au sud. Parasitée par la formation d'autres cellules à son sud immédiat, elle maintient un semblant d'écho en crochet, mais qui ne persistera guère. A noter que de cette cellule sudiste renaît une imposante supercellule en Allemagne, mais vu le laps de temps entre les deux, il est difficile de conclure à la poursuite de la même et seule supercellule.

Pour la supercellule la plus au nord, elle s'écarte nettement du système et son écho n'est plus identifiable. Toutefois, après avoir franchi la frontière hollandaise, elle semble redessiner par moments une structure en crochet. Il est donc possible que cette cellule soit toujours supercellulaire aux Pays-Bas, mais les imageries ne sont pas assez nettes pour le confirmer



Situation du système vers 22h15. Seule la cellule centrale est à nouveau identifiable, avec un écho en crochet qui se dessine sur le flanc sud-est de celle-ci. Cette image est bien moins nette pour la cellule la plus au sud qui semble avoir perdu ses caractéristiques supercellulaires. Enfin, la cellule la plus au nord n'est plus identifiable à cette heure car elle est en voie de dissipation. Source : KNMI.



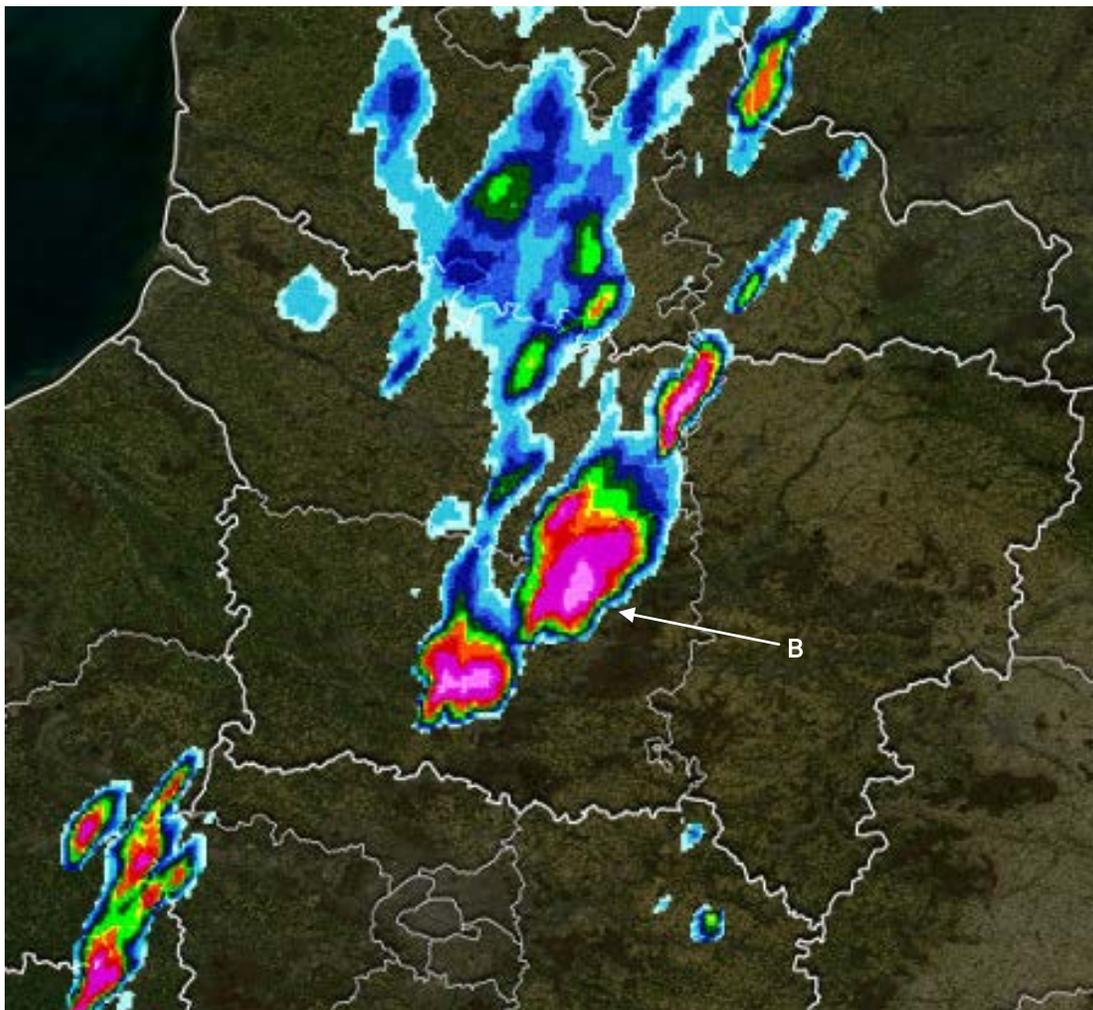
Vers 22h30, le système orageux évacue progressivement la Belgique et gagne le Limbourg néerlandais. Il semble que des caractéristiques supercellulaires soient encore observées au cours des deux heures suivantes sur les Pays-Bas et l'Allemagne, mais nous n'avons pas mené d'analyses plus poussées.

3.2.2. Supercellule B

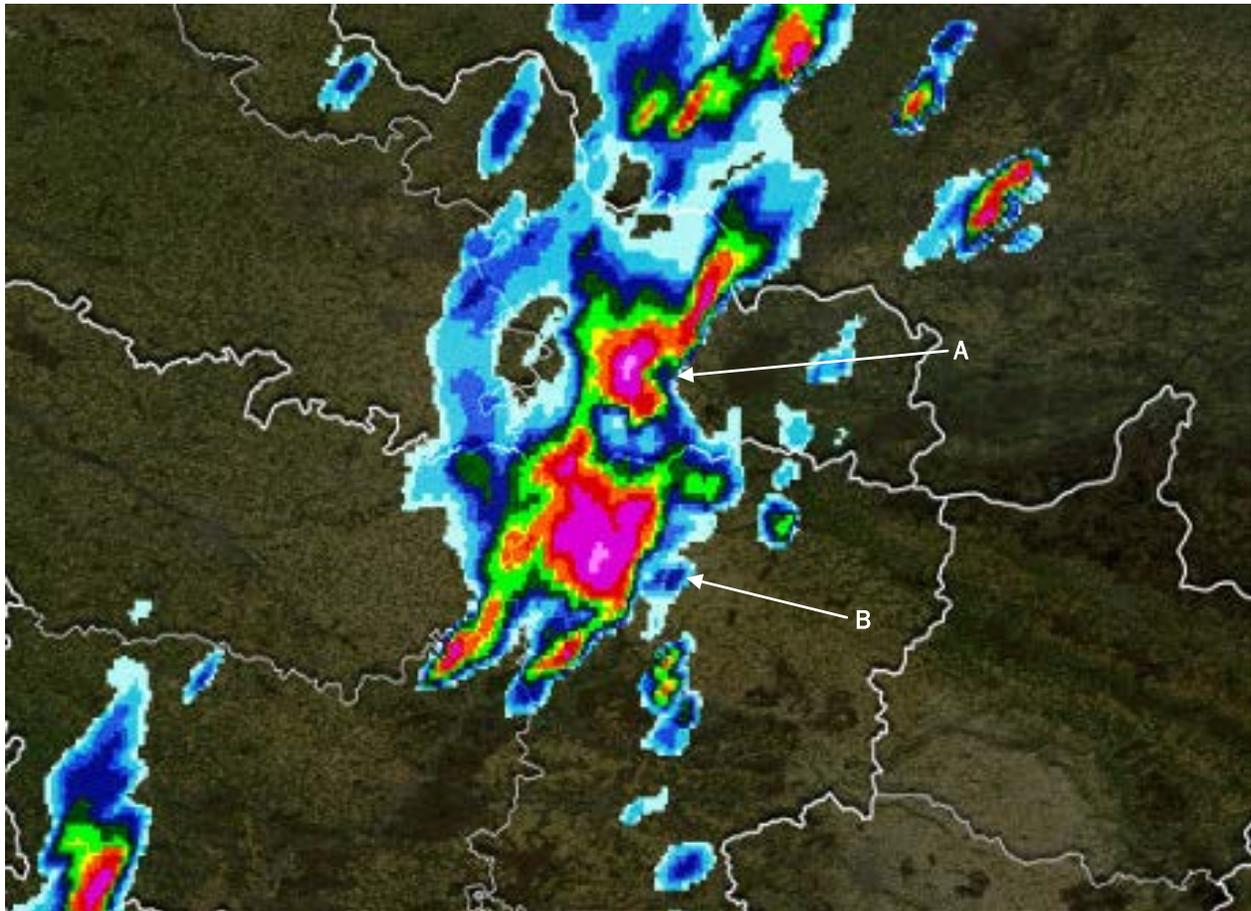
Cet orage se forme sur le centre de l'Oise vers 17h45, trois quarts d'heure avant l'orage A. Il sera d'ailleurs absorbé par celui-ci alors qu'il transitait sur les régions de Charleroi et de la Basse Sambre.

Il faut cependant attendre 18h30 pour que le caractère supercellulaire de la cellule B soit pleinement affirmé sur les imageries radar. Ce qui a été confirmé par Kéraunos.

L'orage se double alors d'un second orage supercellulaire à son sud-ouest. Dans l'heure suivante, la supercellule B finira par absorber cette autre cellule, en évoluant vers le stade HP en arrivant sur la région de Saint-Quentin.

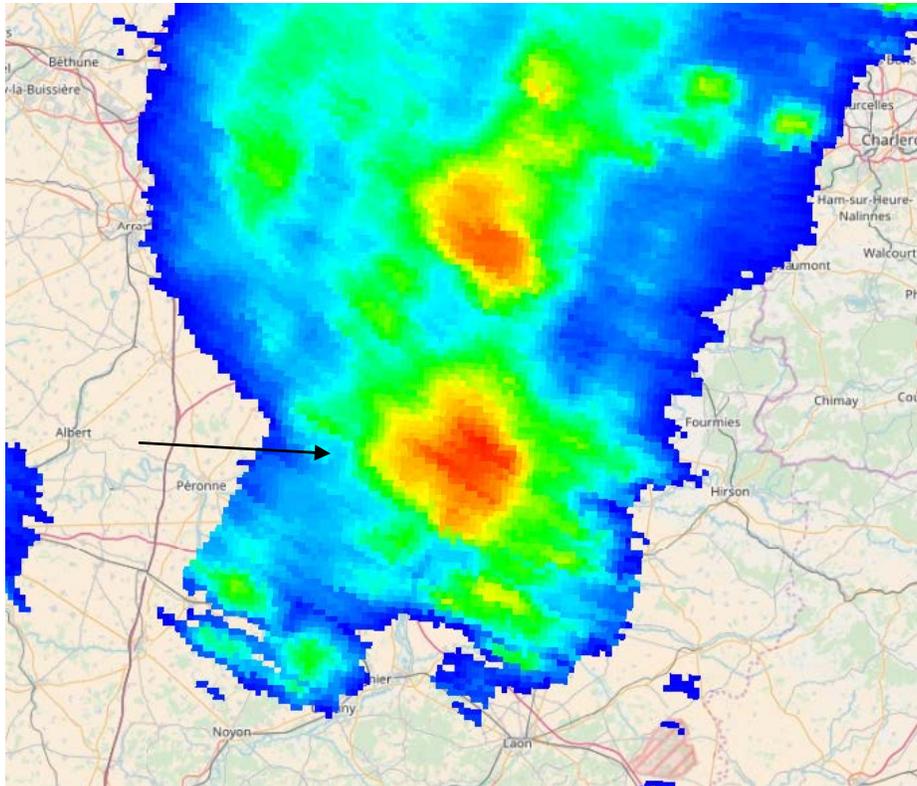


Supercellule B à 18h30 (au centre), doublée de son jumeau au sud-ouest. A noter qu'au nord-est, on peut observer l'amorce de la supercellule A. Source : Infoclimat.

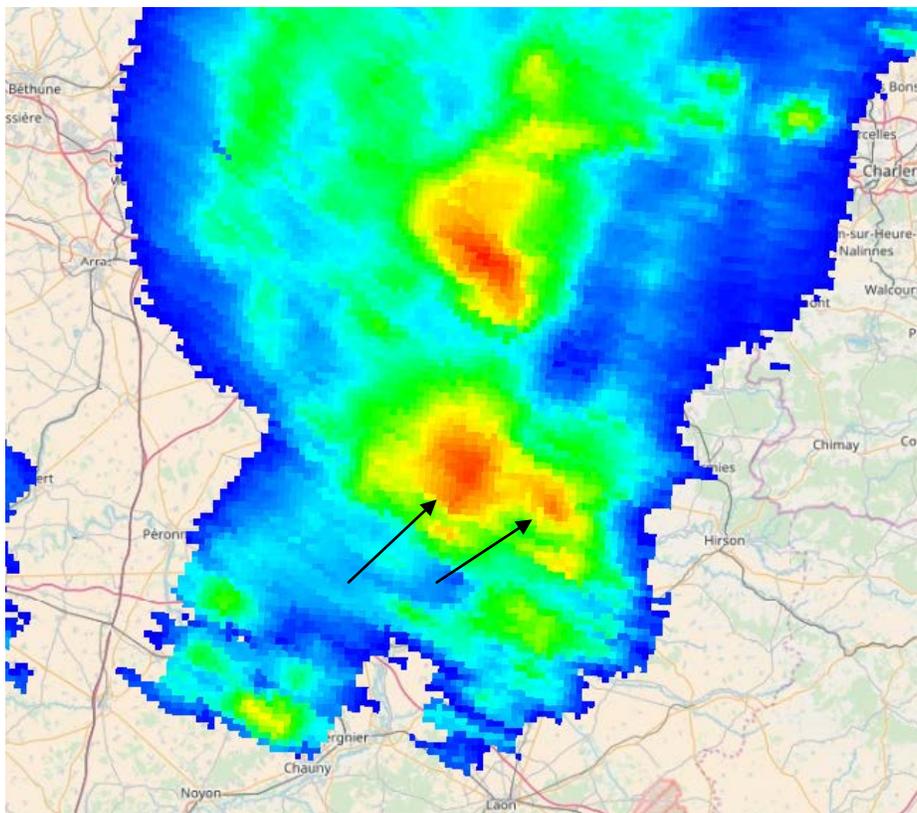


Supercellule B à 19h30 (au sud), au niveau de Saint-Quentin. Au nord, se trouve la supercellule A avec la présence très nette d'un écho en crochet Source : Infoclimat.

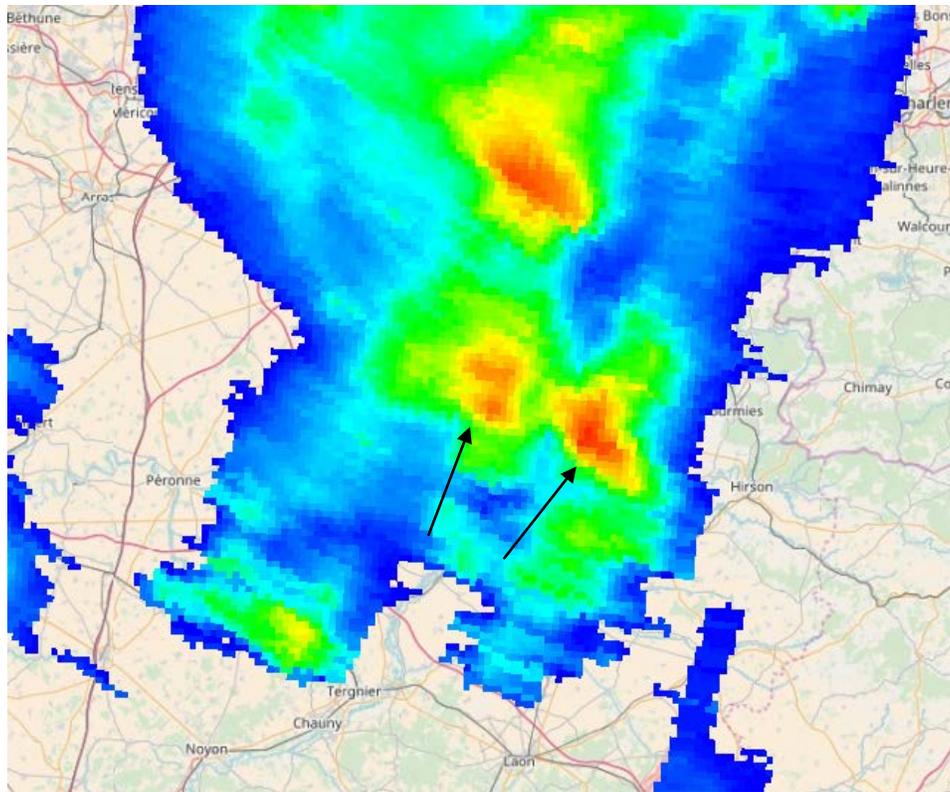
Dans l'heure suivante, la supercellule opère une transformation sur l'Avesnois, avec là une séparation en deux noyaux (split storm). Le moteur gauche va rapidement se dissiper mais le moteur droit va rapidement reprendre de la vigueur. La poursuite de la déviation du moteur droit par rapport du flux général est en faveur de la poursuite du stade supercellulaire.



Supercellule B à 19h45 (au sud). Source : KNMI

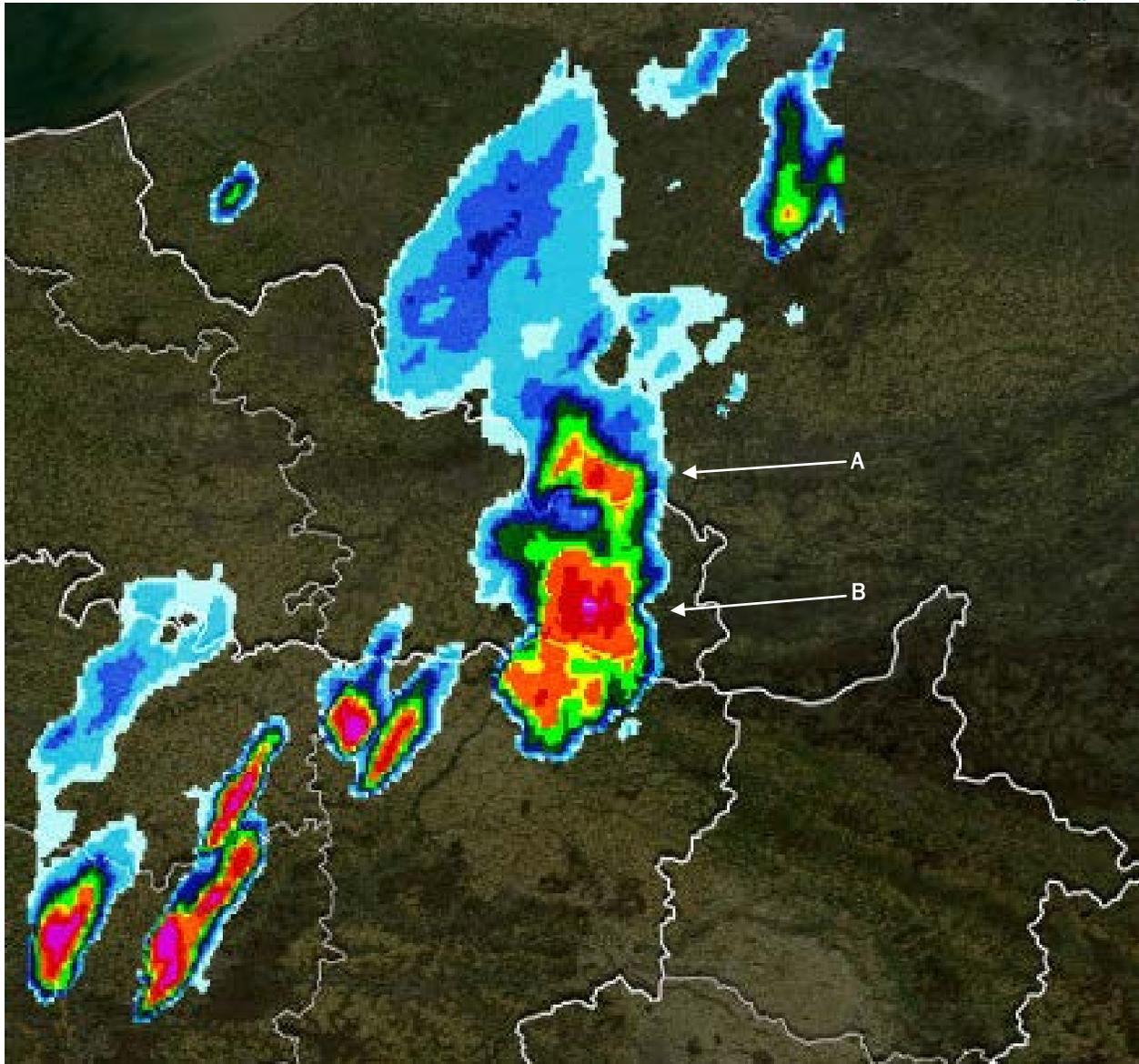


Supercellule B à 19h50. Elle se sépare en deux noyaux distincts.
Source : KNMI



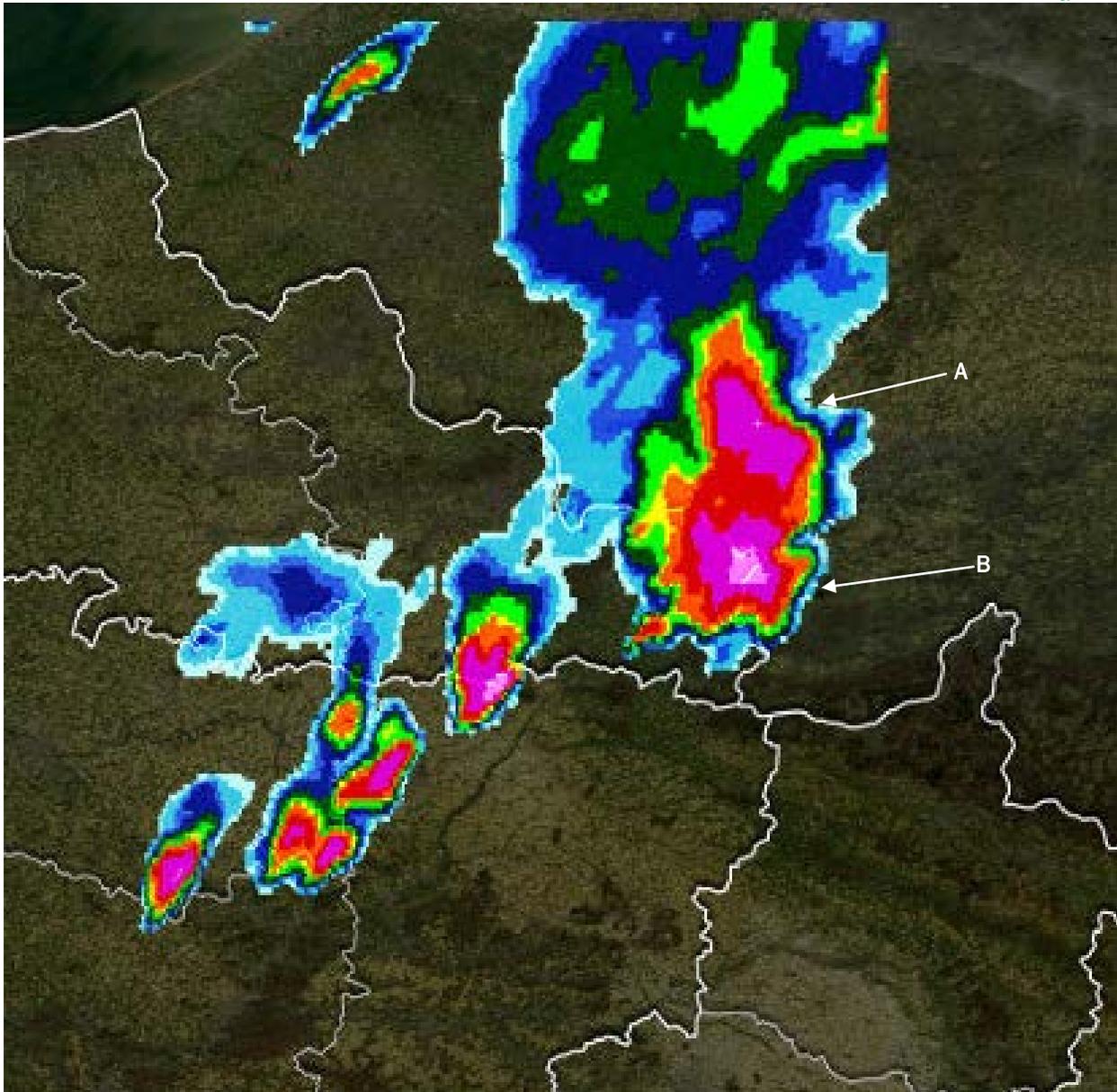
Supercellule B à 19h55. Les deux moteurs (droit et gauche) ont achevés leur séparation. Source : KNMI

L'orage gagne alors la Botte du Hainaut dans la demi-heure suivante où il est visionné par deux observateurs (de Belgorage), où son avant est de prime abord observé sous la forme d'un imposant arcus, accompagné d'une activité électrique incessante en altitude.



Supercellule B sur l'Avesnois vers 20h15 (au centre), au moment où son activité connaît temporairement une baisse, (signe d'un possible renouvellement du mésocyclone ou mauvais positionnement du radar, qui se trouve juste en dessous). La supercellule A (au nord) connaît la même chose, apportant du poids à la deuxième théorie.
Source : Infoclimat.

La situation à 20h45 est particulièrement intéressante. Les documents médias de cet orage montrent, derrière l'arcus, une masse noirâtre sans précipitations. L'imagerie radar du moment montre clairement un front flank notch très bien dessinée entre Beaumont et Charleroi.



Supercellule B à 20h45, sur la frontière belgo-française, qui connaît un très fort regain d'activité (peut être que c'est juste dû à un meilleur positionnement du radar). Les supercellules A et B commencent aussi à interagir entre elles. Source : Info climat

A ce moment-là, le front flank notch est très bien formé. La supercellule B se trouve alors de plus en plus proche de la supercellule A qui transite sur la région de La Louvière.

La masse noirâtre visible derrière l'arcus sur l'image suivante semble trahir la présence d'un mésocyclone qui regagne brièvement en vigueur à ce moment, en aspirant l'air à l'avant de l'orage, d'où la présence de l'encoche sur le flanc avant de la supercellule.





Extraits de la vidéo postée sur le forum de Belgorage, tournée dans les environs de Berzée. La masse noire au centre est le probable mésocyclone, dissimulé derrière l'arcus et encadré par les précipitations des deux courants descendants de la supercellule.

Le passage du courant descendant est observé dans la foulée entre Gozée et Marbaix par un membre de Belgorage.



Arrivée de l'arcus précédant le courant descendant avant de la supercellule sur la région de Gozée. Le mésocyclone se trouve sur le bord gauche. Crédit photo : Hubert Maldague.



Le mésocyclone se trouve alors à quelques kilomètres à l'est-sud-est après avoir léché le point d'observation, mais n'est à ce moment-là plus observable tant les précipitations sont diluviennes et temporairement accompagnées de grêlons d'un centimètre, le tout associé à une activité électrique incessante.

Le vent tend alors à souffler plutôt vers la direction du mésocyclone que dans le sens du flux général, ce qui tend à renforcer la probabilité d'un orage en rotation. Quelques kilomètres plus au nord, le courant descendant avant de l'orage est responsable d'un très violent downburst sur Montigny-le-Tilleul, puis d'inondations sur la commune de Charleroi.

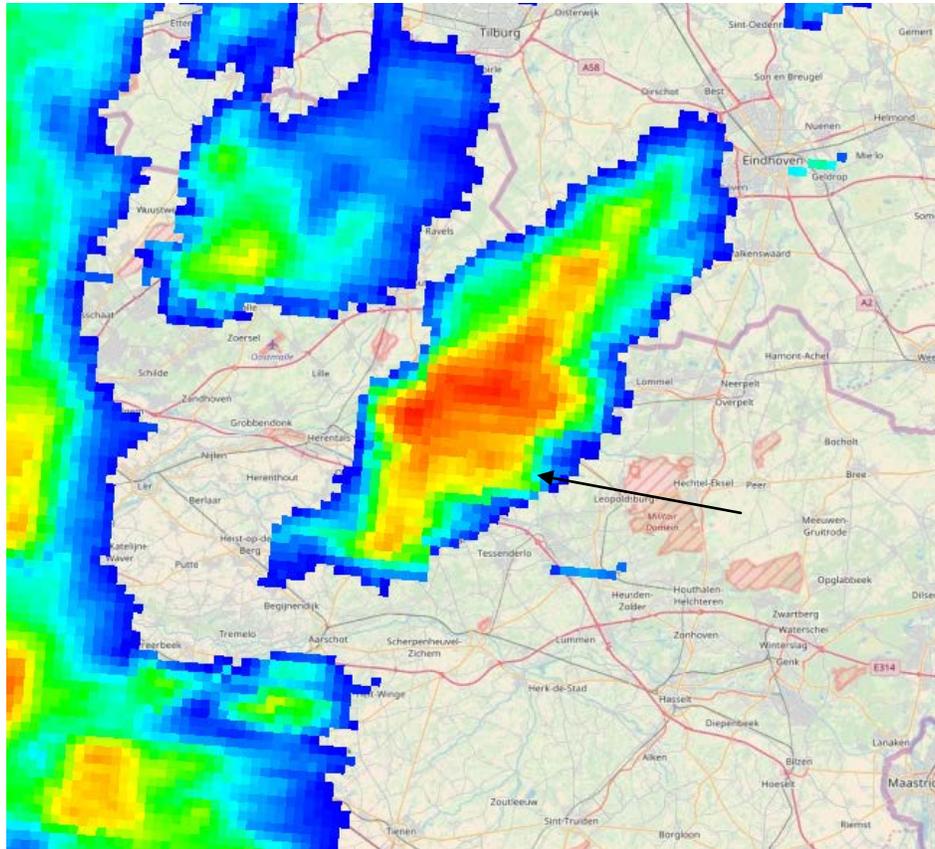
Passé 21h00, l'orage semble perdre son organisation supercellulaire en abordant le sud-est de Charleroi, sans doute en trop forte interaction avec la supercellule A qui transite plus au nord. De même, l'activité électrique marque le pas à ce moment, devenant assez irrégulière et plus espacée, tandis que l'imagerie radar montre un système arrivé au stade d'outflow général, à savoir que le courant descendant finit par couper le courant ascendant de l'orage, entraînant son étouffement sous les précipitations.

Les rémanents sont ensuite incorporés au système A sur la région de la Basse Sambre.

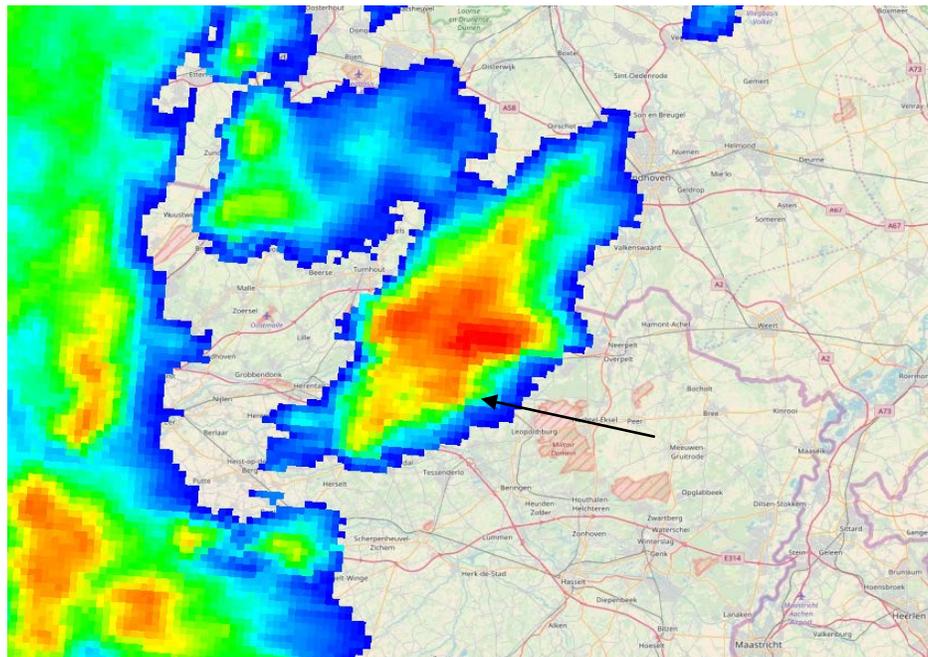
3.2.3. Supercellule C : Orage producteur des chutes de grêles conséquentes.

Cet orage se forme très rapidement sur le nord du pays, en effectuant un storm splitting avant d'évacuer notre territoire. Il est de loin la supercellule la plus aisément identifiable étant donné la persistance d'un écho en crochet massif en ce qui concerne le moteur droit.

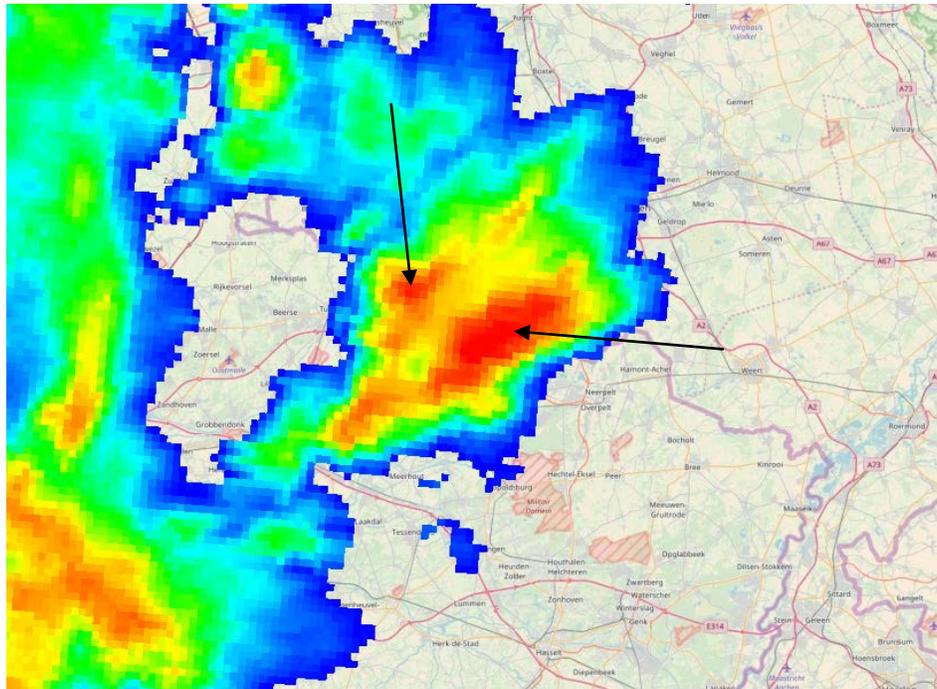
L'orage explose vers 19h30 sur la région d'Aarschot, puis progresse en direction de Geel où on le retrouve aux alentours de 20h00. C'est à partir de ce moment-là qu'un mésocyclone est suspecté sur son flanc sud-est. Dans la foulée, l'orage subit un split, le moteur gauche filant au nord-nord-est en direction de Tilbourg où un crochet est aisément identifiable.



Supercellule C à 20h00. Un écho en crochet en visible sur le flanc est de la cellule, signe d'une supercellule HP. Au sud, une cellule parasite semble faire croire également à un autre écho, mais nous induit ici en erreur. Source : KNMI



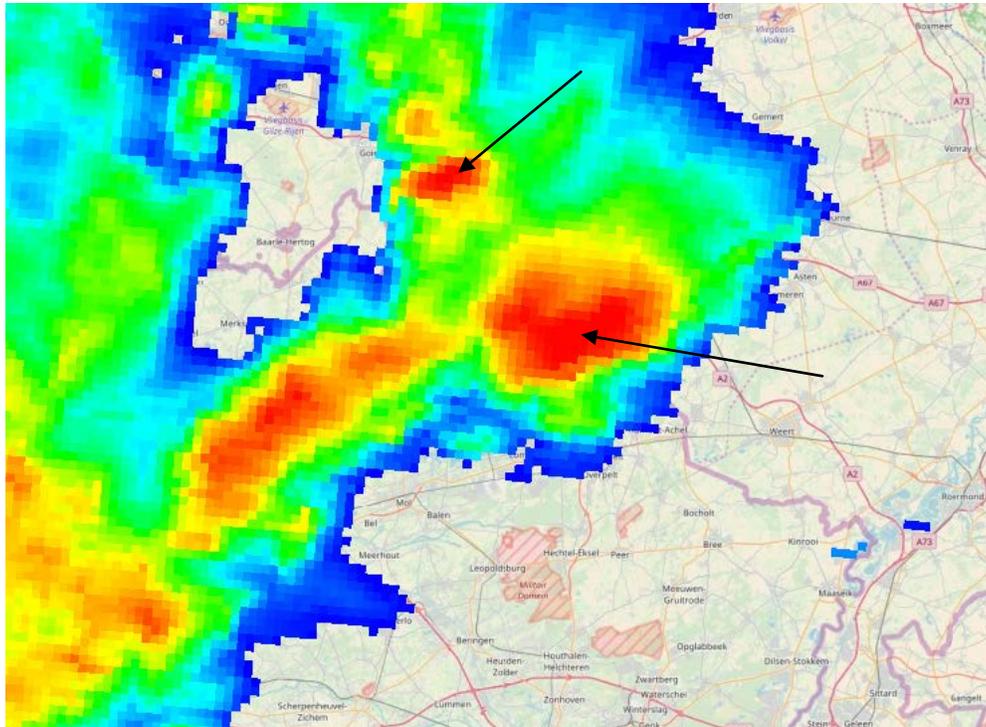
Supercellule C à 20h05. L'écho en crochet se trouve à présent sur le flanc est de la cellule. Il pourrait s'agir du développement d'un nouveau mésocyclone. Source : KNMI



Supercellule C à 20h15. Un split-storm commence à s'opérer tandis que l'écho en crochet est toujours visible sur le flanc est du moteur droit, bien qu'en atténuation. La cellule parasite présente au sud connaît aussi un regain d'activité. Source : KNMI

Le moteur gauche se détache très rapidement et poursuit ensuite sa route jusqu'à l'intérieur des Pays-Bas, sans faiblir.

Le moteur droit, beaucoup plus violent, transite par Mol et Lommel où il déverse des grêlons de taille conséquente. Il passe la frontière vers 20h20 et poursuit vers Eindhoven où il provoque de graves dommages dû à la grêle et au vent, avant de poursuivre plus au nord-est.



Supercellule C à 20h30. Elle gagne en activité sur la frontière belgo-hollandaise tandis que le moteur gauche s'éloigne vers le nord-ouest. La cellule parasite présente au sud-ouest se développe également et semble même temporairement développer des caractéristiques supercellulaires. Source : KNMI

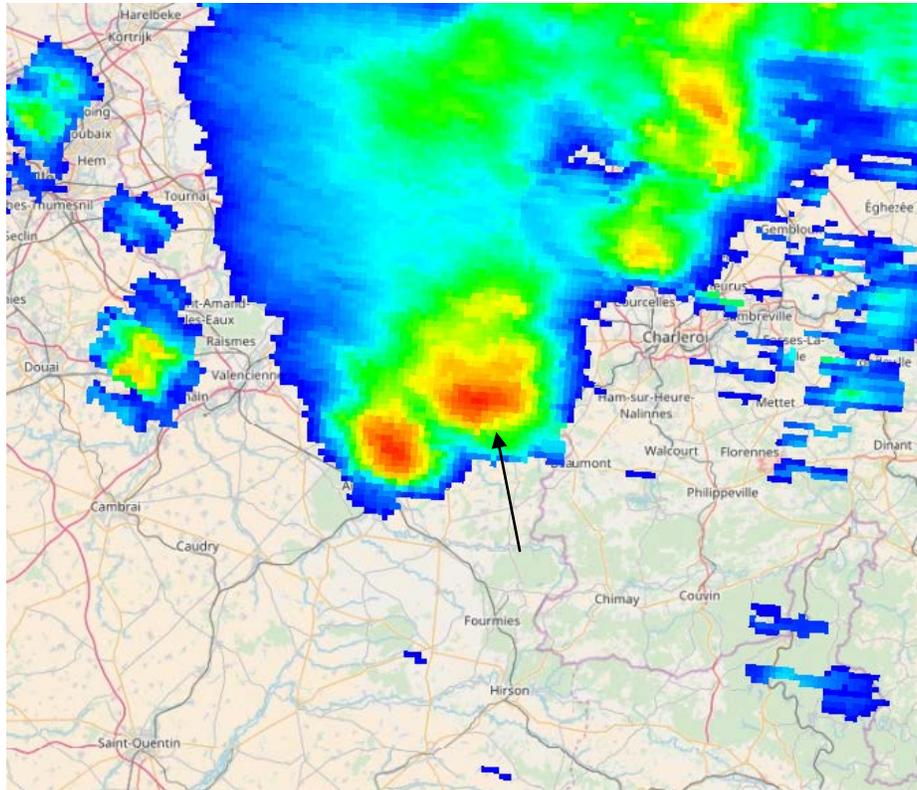
A partir de 21h, l'orage commence à perdre son activité mais il continue sa route jusqu'en Allemagne

3.2.4. Supercellule D

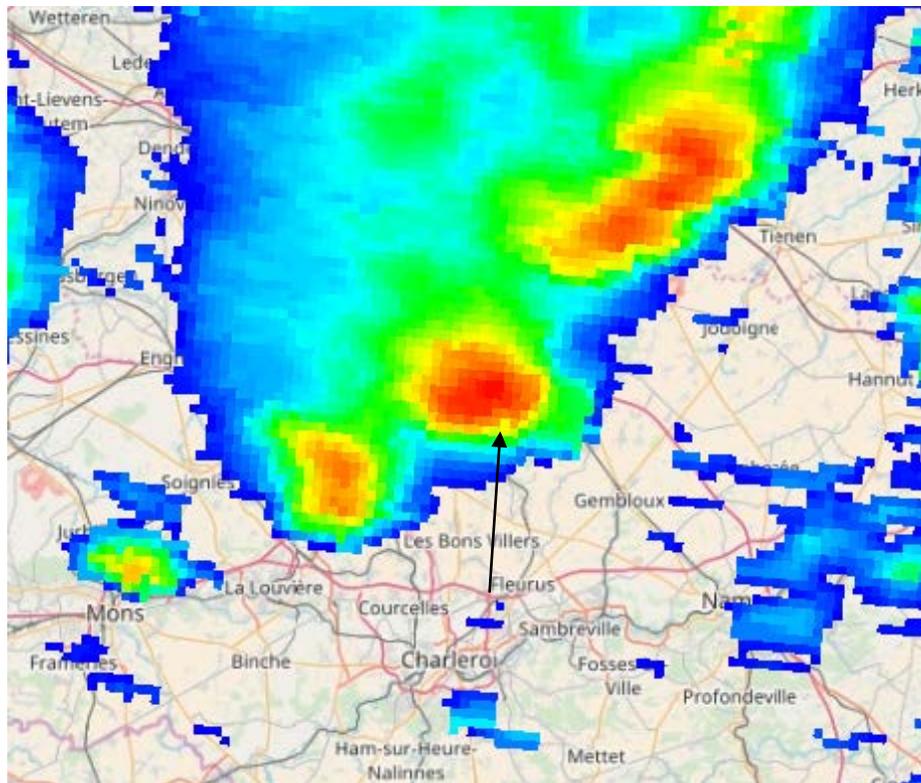
Cet orage se forme vers 21h30 au nord-est de Saint-Quentin (France). Son développement est explosif et il incorpore de nombreuses autres cellules avant de franchir la frontière belge.

Un membre de Belgorage se trouve sur son passage et remarque certaines caractéristiques supercellulaires, comme la présence probable d'un mésocyclone.

Sur les images radar, la présence de ce mésocyclone n'est pas très nette mais il apparaît qu'un écho est régulièrement visible sur son flanc sud-est. De plus, la forme en V présente au nord de la cellule est également un indice supplémentaire d'une évolution supercellulaire.



Supercellule D à 22h05 (au centre nord). Source : KNMI



Supercellule D à 22h45 (au centre). Les caractéristiques supercellulaires sont beaucoup plus ténues. Source : KNMI

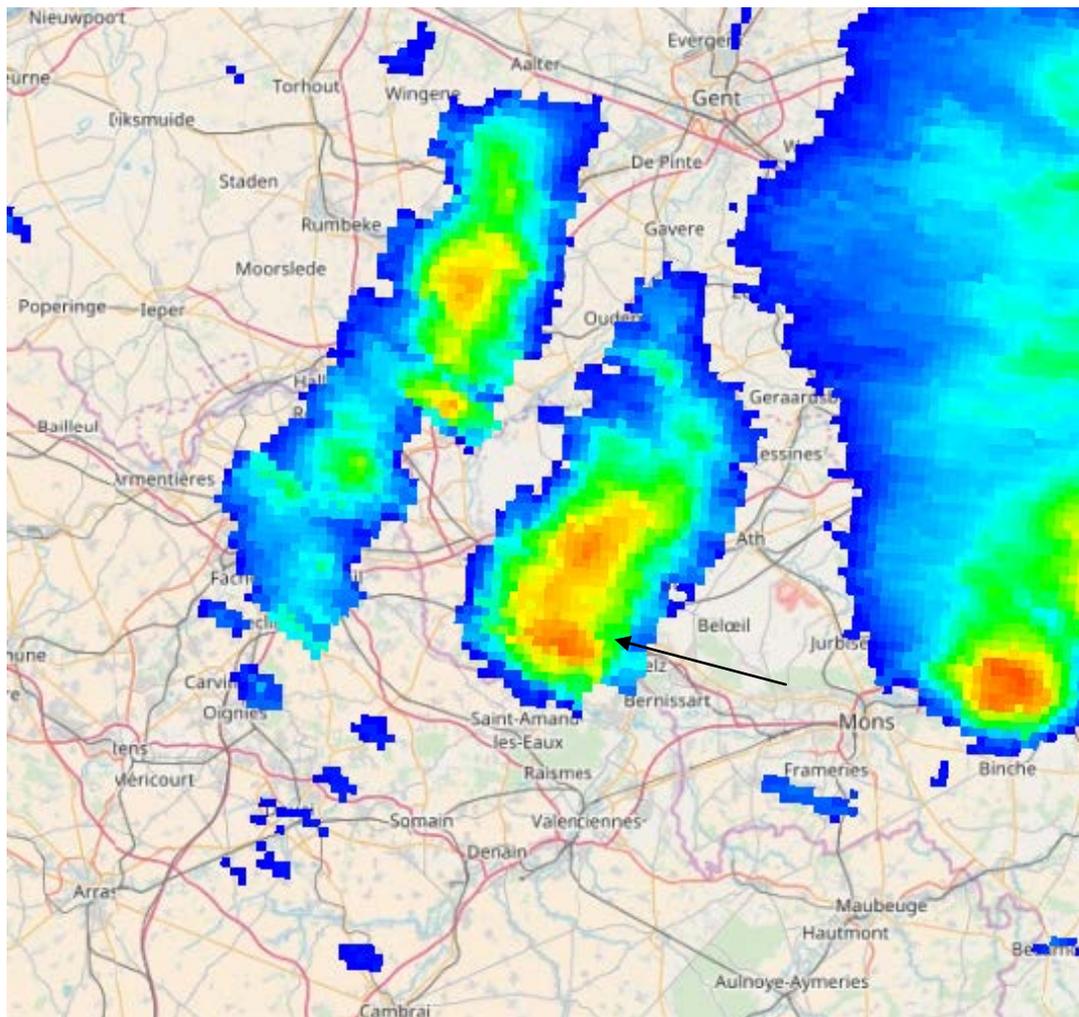


Autour de 23h00, l'orage perd ses caractéristiques supercellulaires une fois arrivé dans la région de Louvain, en province du Brabant Flamand. Il évolue alors en un orage multicellulaire reprenant plusieurs cellules en développement proche. Ce sont probablement ces cellules qui l'ont affaibli.

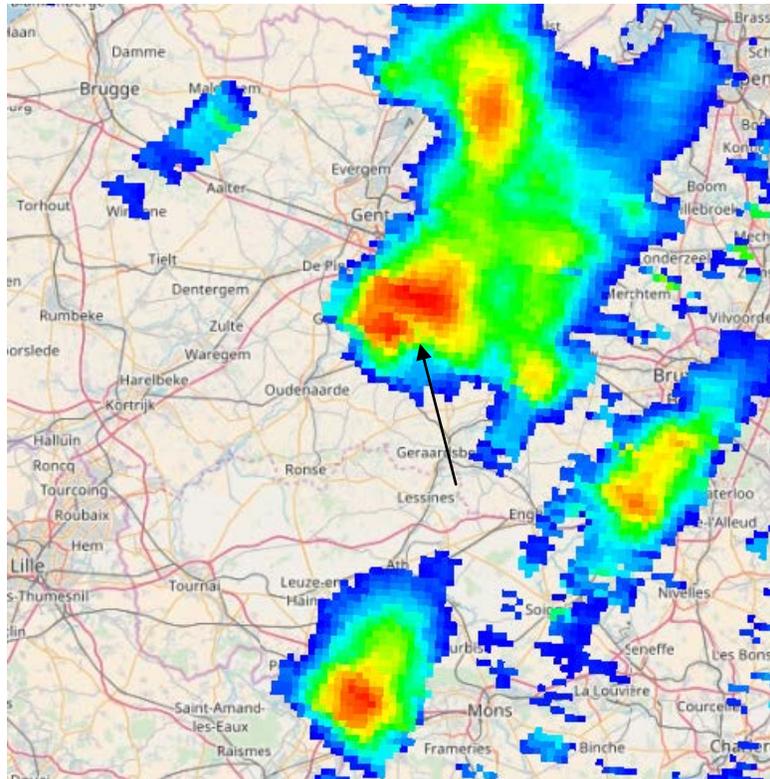
3.2.5. Supercellule E

Cet orage se forme vers 22h00 à l'ouest de Valenciennes (France). Il ne semble pas tout de suite évoluer en supercellule et reste modéré dans son activité. Une fois la frontière belge franchie, un écho en crochet se dessine sur son flanc est mais il ne semble pas durable dans le temps.

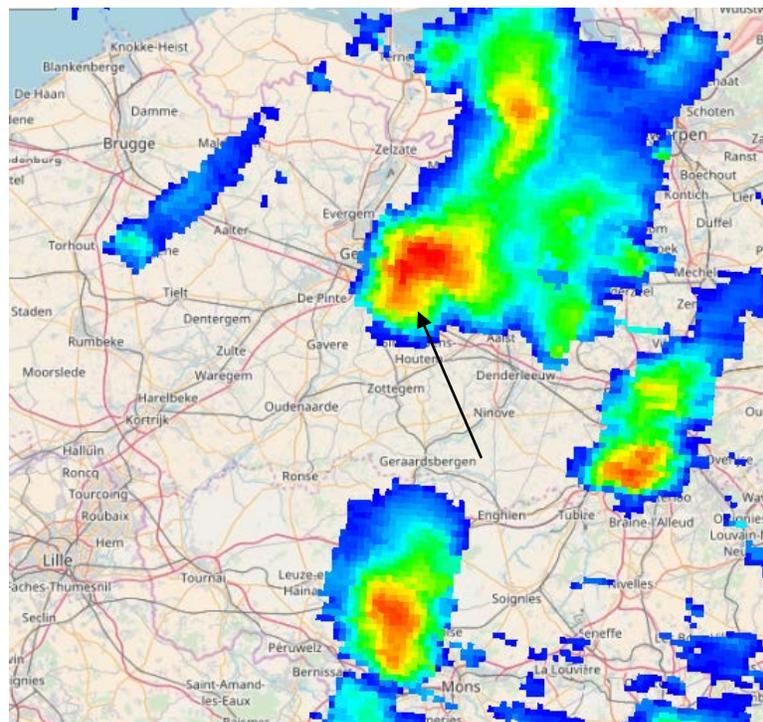
Cependant, une fois arrivé dans la région de Gand un écho en crochet est nettement visible durant 30 minutes environ, confirmant l'évolution supercellulaire de l'orage.



Supercellule E à 22h35 (au centre). Un écho en crochet est temporairement visible sur le flanc est de l'orage. Source : KNMI



Supercellule E à 23h35 (au centre). L'orage connaît une forte activité au moment où un écho en crochet est visible durant une trentaine de minutes dans la région de Gand. Source : KNMI



Supercellule E à 23h45. L'écho en crochet est toujours bien visible alors que l'orage se situe sur l'est de Gand. Source : KNMI

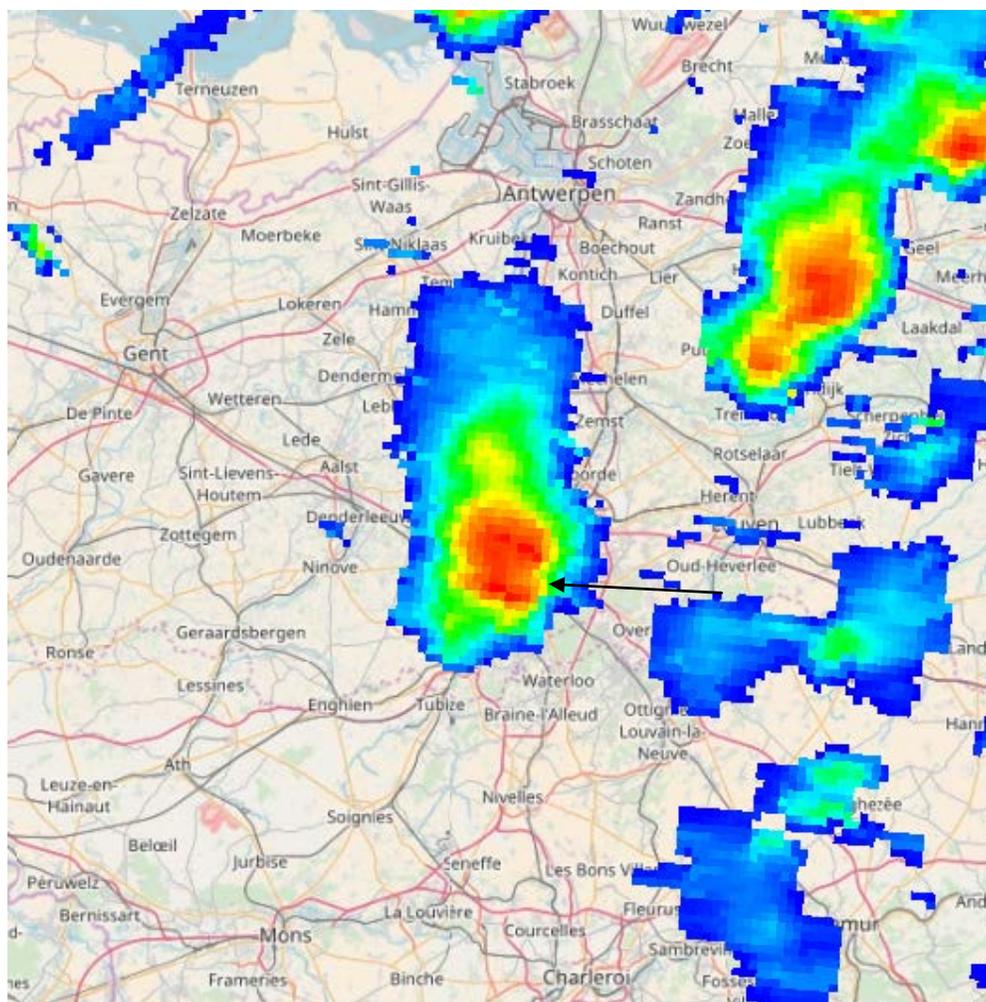


Il finit par perdre ses caractéristiques supercellulaires une fois minuit alors qu'il passe la frontière néerlandaise et aborde la Zélande.

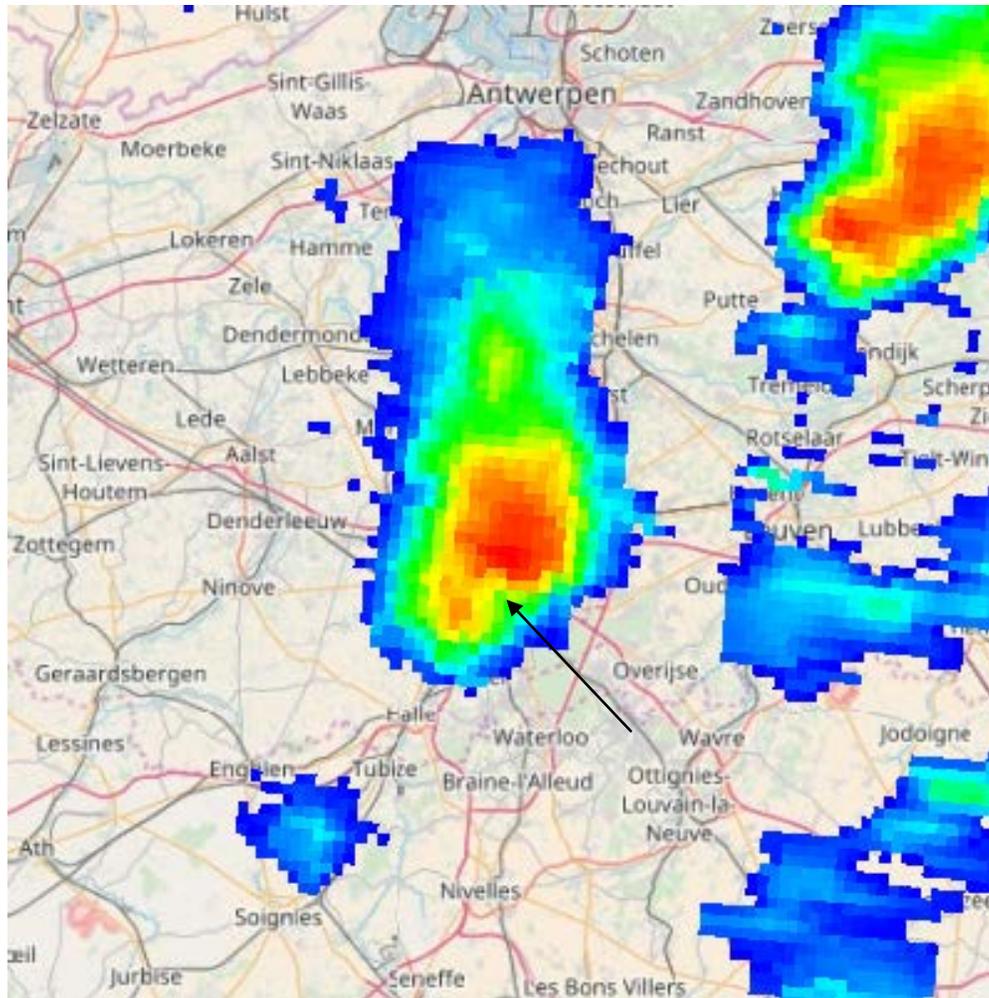
3.2.6. Supercellule F

Cet orage se développe autour de 23h00 au sud de Valenciennes (France) avant de progresser en Belgique sur la province de Hainaut. Cependant il ne semble pas directement évoluer en supercellule.

Pourtant, arrivé sur la région bruxelloise il évolue en supercellule classique avec un écho en crochet bien visible durant une vingtaine de minutes. Cette évolution supercellulaire est confortée par l'observation d'un membre de Belgorage présent à Bruxelles qui décrit parfaitement la situation.



Supercellule F à 00h20. Un écho est visible sur le flanc est de la cellule.
Source : KNMI

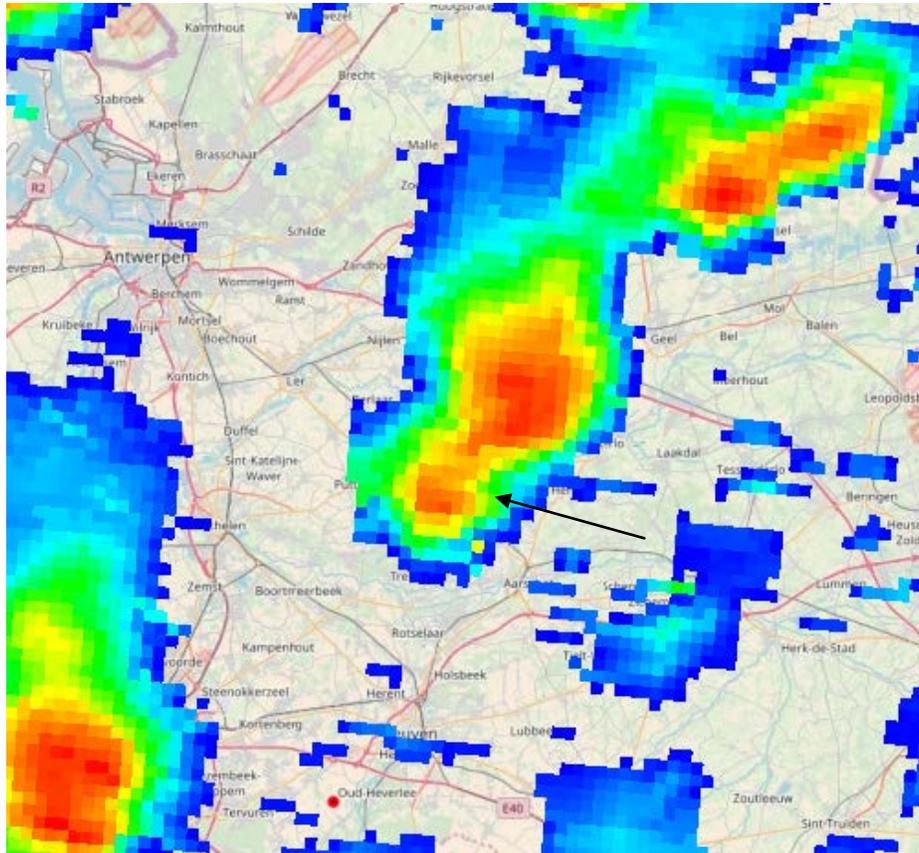


Supercellule F à 00h25 où un écho en crochet se développe cette fois sur le flanc sud-est de l'orage, signe d'un possible renouvellement du mésocyclone. Source : KNMI

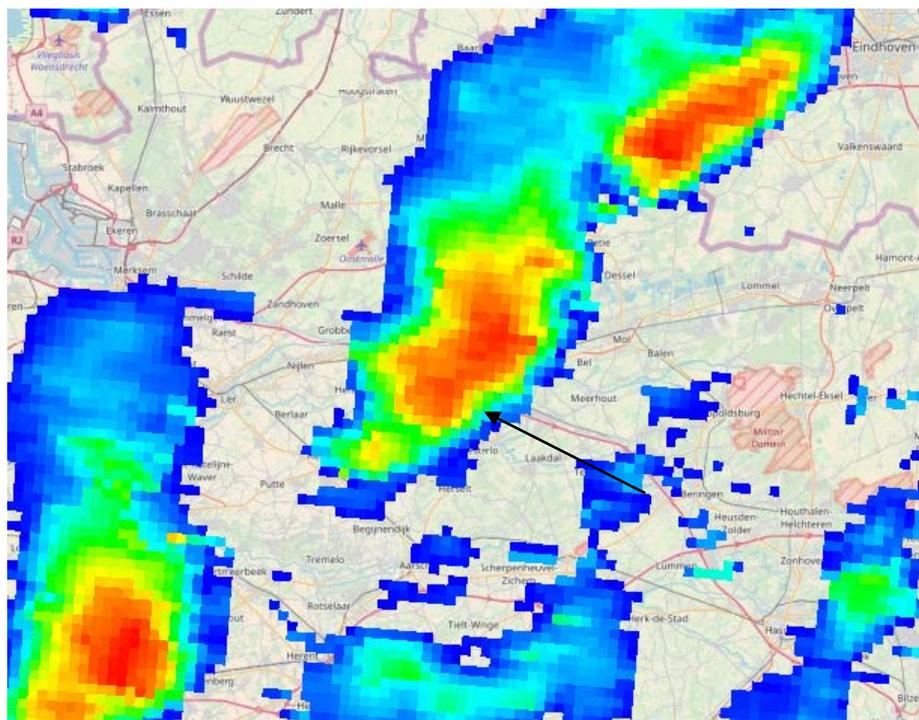
Ensuite l'orage se dissipe vers 0h45 sur Malines (province d'Anvers) au profit d'une nouvelle cellule qui explose sur la région bruxelloise. Elle adoptera également des caractéristiques supercellulaires, mais temporairement.

3.2.7. Supercellule G

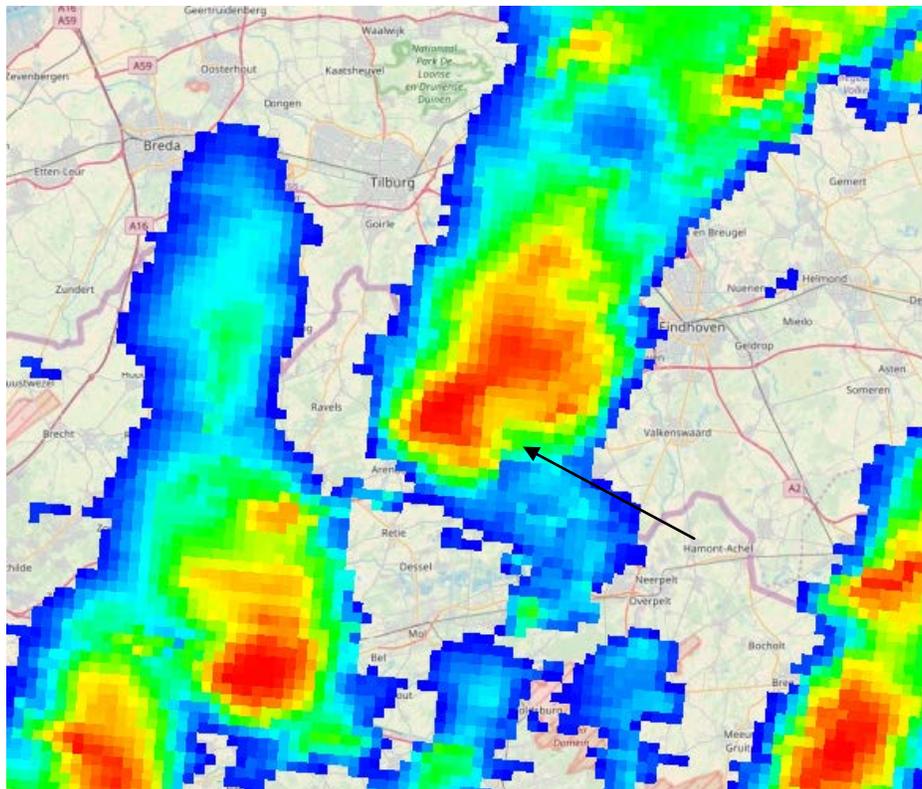
Cette cellule naît vers 23h05 au nord-est de Jurbise (province de Hainaut). Elle reste faible et avance en suivant le flux directeur. Cependant, aux alentours de 23h45 elle explose sur l'est de Bruxelles et présente rapidement un écho en crochet, signe d'une évolution en supercellule classique.



Supercellule G à 00h20. Un très net écho en crochet se développe sur le flanc sud de la cellule. Source : KNMI



Supercellule G à 00h30. Les caractéristiques supercellulaires deviennent plus ténues, mais un écho reste visible sur le flanc est. Source : KNMI



Supercellule G à 01h05. L'orage garde toujours un écho en crochet sur son flanc sud-est. Source : KNMI

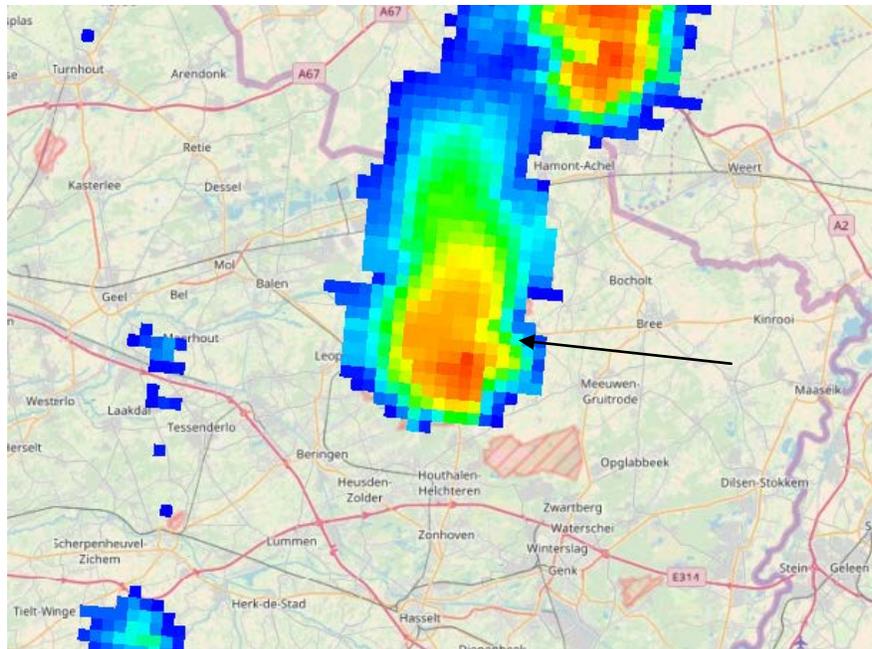
L'orage va ensuite poursuivre sa progression en gardant ses caractéristiques jusque vers 1h20 du matin, où il perd en activité dans la région d'Eindhoven, aux Pays-Bas.

3.2.8. Supercellule H

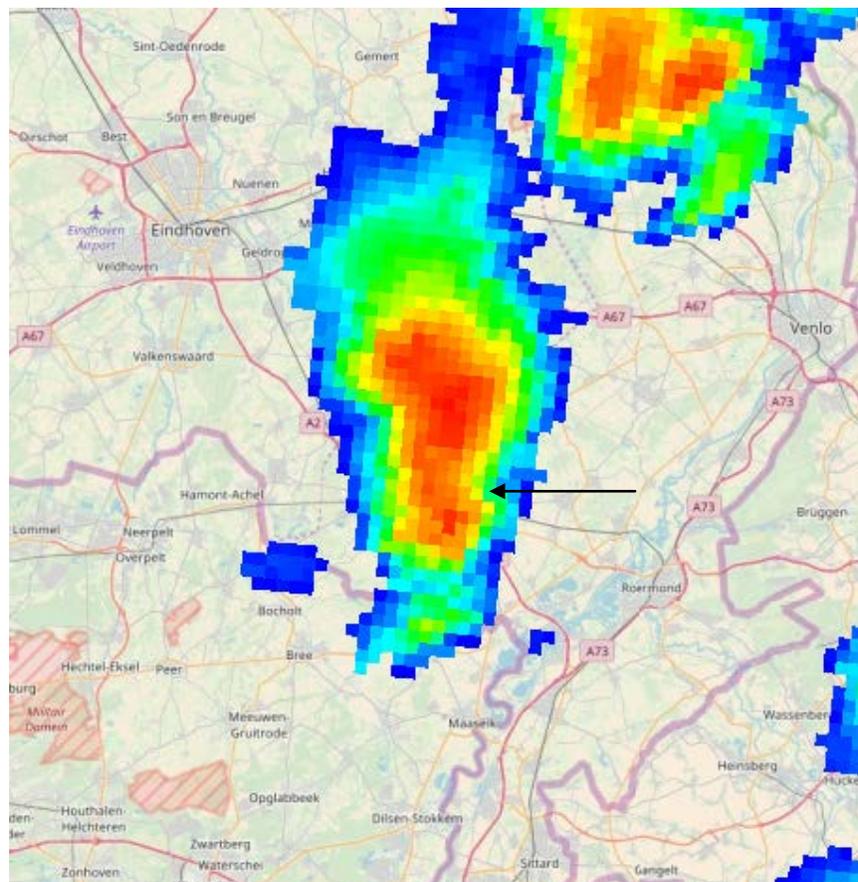
L'orage se forme autour de 0h55 à l'est de Binche (province de Hainaut). Il est au début en concurrence avec d'autres cellules et rien de particulier ne ressort.

Cependant vers 2h40 alors qu'il arrive en province du Limbourg cet orage connaît un développement explosif et un écho en crochet est rapidement mis en évidence sur son flanc est, signe d'une évolution possible en supercellule HP.

Alors qu'il franchit la frontière néerlandaise vers 3h20, il devient encore plus actif tout en gardant ses caractéristiques supercellulaires.



Supercellule H à 03h00. L'orage prend alors une forme d'haricot, signe d'une probable évolution supercellulaire. Source : KNMI



Supercellule H à 03h30. Un écho reste visible sur le flanc est de la cellule qui gagne sans cesse en activité. Source : KNMI

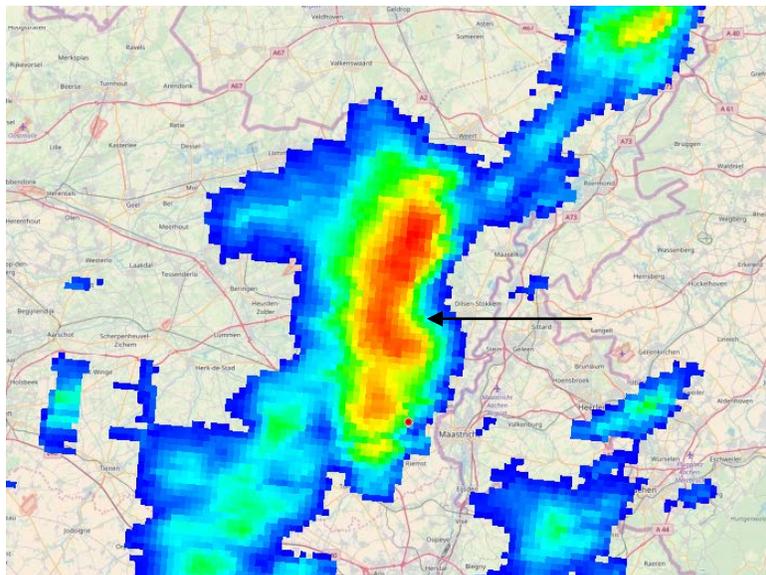


Cependant à partir de 4h30 il commence à se dissiper vers la frontière allemande.

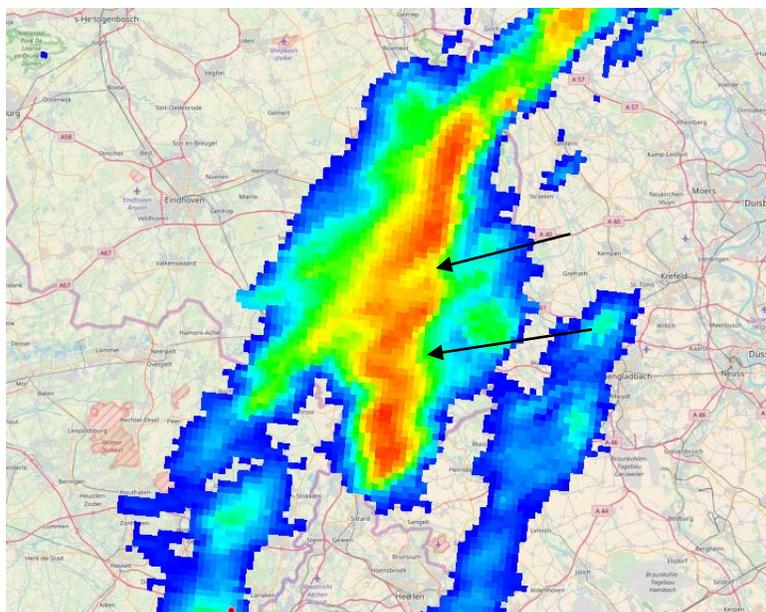
3.2.9. Supercellule I

Cet orage prend naissance vers 4h15 à l'ouest de Saint-Trond (province de Limbourg). Son développement est explosif et à partir de 4h35 un écho en crochet est facilement identifiable sur la région de Hasselt, et de manière durable jusqu'aux Pays-Bas.

Cependant il évolue à partir de 5h30 en une ligne d'orages multicellulaire sur l'Allemagne. Mais il semble qu'un mésocyclone reste un certain temps présent au sein de cette ligne.



Supercellule I à 04h55. Un écho est nettement visible sur le flanc est de la cellule. Source : KNMI



Supercellule I à 05h30 au moment où elle semble évoluer en un système hybride sur la frontière germano-hollandaise. Source : KNMI



4. Analyse de la rafale descendante de Jodoigne.

4.1. Analyse générale

Le présent chapitre se penche sur le phénomène venteux à l'origine d'impressionnants dégâts dans la région de Jodoigne, dans le Brabant wallon. Pour rappel, ce phénomène a été engendré sous le système hybride noté A dans le point précédent.

La carte ci-dessous montre qu'outre la ville de Jodoigne, les villages de Lathuy et de Saint-Jean-Geest (1) ont été touchés. Quant aux villages de Jodoigne-Souveraine, Mélin, Gobertange, Dongelberg, Piétrain et Saint-Marie-Geest, ils n'ont été impactés qu'en partie. La largeur de la zone est d'environ quatre kilomètres, faisant du phénomène une microrafale. Quand A la longueur, elle atteint approximativement sept kilomètres.

Il est à noter qu'au vu de la superficie concernée, celle-ci n'a pas pu être entièrement parcourue. C'est notamment le cas des délimitations (2) et (3) qui sont placées approximativement.

Cette carte délimite la zone touchée par la rafale descendante, zone dans laquelle les dommages sont généralisés, mais très hétérogènes. Un seul endroit se démarque (4), car il est séparé de la zone par une absence totale de dégâts.

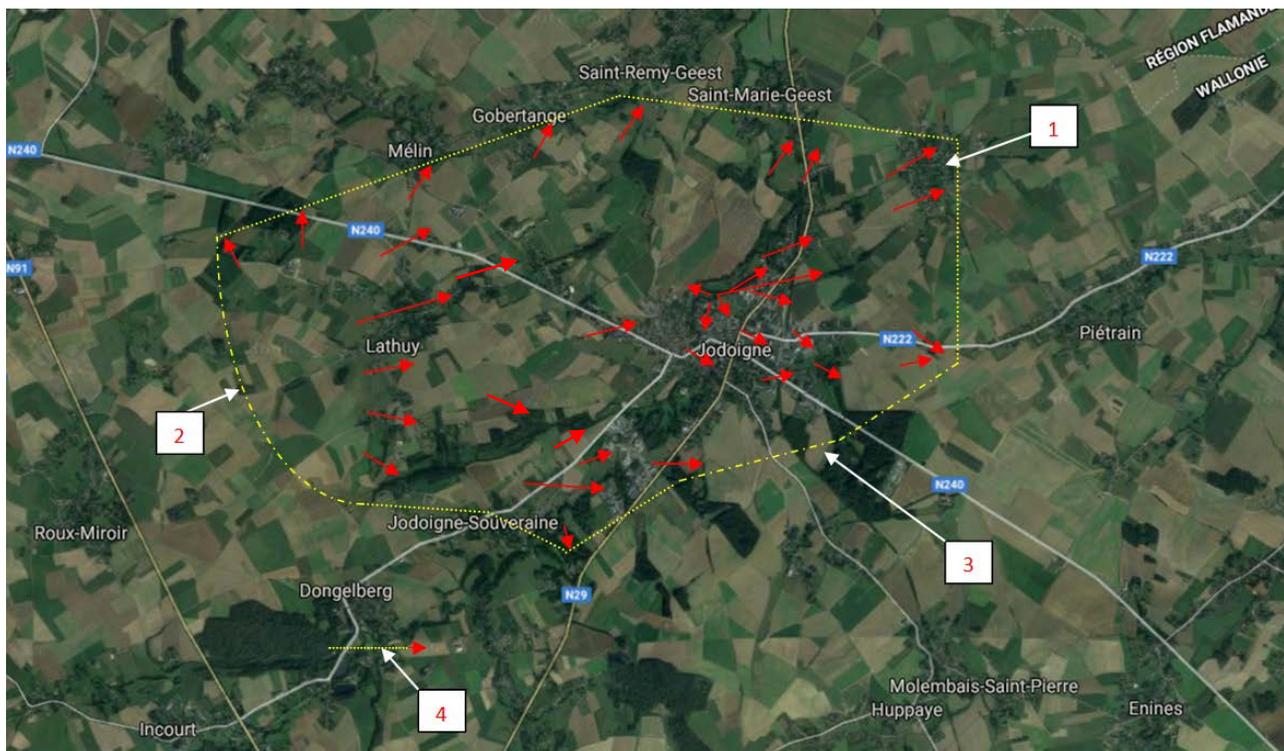


Image satellite de la région de Jodoigne (source : Google Maps). Légende : lignes jaunes : limite de la rafale descendante. Flèches rouges : orientation des dégâts.

Les flèches rouges montrent la direction du vent, déterminée par l'orientation des dégâts. Ce qu'on peut remarquer, c'est que celle-ci n'a pas été linéaire, mais en général divergeant par rapport au centre de la zone. Cela est tout à fait normal et caractéristique des rafales



descendantes. Avant d'aller plus loin dans l'analyse, un petit rappel du comportement du phénomène est nécessaire.

4.2. Fonctionnement d'une rafale descendante

Dans le cas présent, c'est une ligne d'orages multicellulaires hybride qui a produit la rafale descendante. Ces orages sont souvent devancés par un arcus qui délimite le front de rafales. Les courants ascendants des différents orages se trouvent à l'avant de ceux-ci tandis que les courants descendants se trouvent à l'arrière.

Le phénomène de rafales descendantes (appelé aussi « down burst ») provient du courant descendant de l'orage qui, en atteignant le sol, génère de violentes rafales dans des directions plus ou moins évasées en fonction de la vitesse de déplacement des cellules orageuses. Comme l'orage se déplace, les vents issus de la rafale descendante auront tendance à suivre le sens de déplacement de l'orage, ce qui explique la propagation plus rapide des vents dans cette direction, qui peuvent atteindre voire dépasser les 200 km/h dans de rares cas.

De plus, des vortex horizontaux se forment à l'extrémité des rafales descendantes, provoquant une accélération très rapide du vent (ce sont des couloirs d'accélération du vent, aussi appelés burst swath). Ils peuvent former des couloirs restreints de dégâts, à l'image des tornades, mais la comparaison s'arrête ici car leur fonctionnement est complètement différent.

Pour atteindre ce potentiel de dégâts, les rafales descendantes doivent résulter d'un phénomène physique particulier lié à la rencontre entre le courant descendant de l'orage et une couche d'air sec localisée souvent à quelques kilomètres d'altitude. Cet air sec entraîne une évaporation partielle des précipitations à ce niveau, engendrant un refroidissement prononcé de la masse d'air du courant descendant. Plus dense et plus lourd que l'air environnant, celui-ci accélère la vitesse de sa descente vers le sol, lieu où, une fois arrivé, il engendre des rafales d'autant plus violentes. De plus, arrivé dans les basses couches humides, cet air froid et sec va fortement s'humidifier (bien que dans des cas plus rares, l'air reste sec) et donc s'alourdir encore plus, augmentant une fois de plus sa vitesse de chute.



Rafale descendante dans la région de Phoenix, aux Etats-Unis, le 18 juillet 2016.

Ensuite lorsque l'impact a lieu avec le sol, la rafale descendante se propage dans toutes les directions, mais surtout dans le sens de déplacement de l'orage. Il n'est également pas rare, quand les conditions sont présentes, que plusieurs rafales descendantes successives se forment.

Mais dans le cas d'orages multicellulaires, un mode de formation un peu différent peut se manifester. En effet, de forts vents d'altitude (liés au jet stream) peuvent, lorsqu'ils sont présents, venir buter contre l'arrière du nuage orageux. Ces forts vents d'altitude ont tendance à s'abaisser de la haute vers la moyenne troposphère à l'arrière des systèmes orageux linéaires bien organisés, et portent le nom de *rear inflow jet* (courant jet entrant arrière).

Ces courants étant secs en raison de leur origine (haute troposphère), ils vont provoquer l'évaporation de l'eau contenue dans une partie du nuage et donc engendrer la chute de la masse d'air (puisque celle-ci sera refroidie, donc plus lourde). Cependant au niveau de l'orage qui nous concerne, il ne semble pas que cela ait été le cas, la configuration atmosphérique du moment et la structure du système orageux ne permettant pas, a priori, la survenue d'un *rear inflow jet*. Mais ce n'est qu'une supposition qui n'a pas pu être vérifiée.

Quant à la dénomination, on parle de microrafale lorsque la largeur de la rafale descendante est inférieure à 4km et de macrorafale lorsque la largeur est supérieure à 4km.



4.3. Analyse fine

La carte ci-dessous illustre les marques d'une rafale descendante en quatre différents lieux.



Image satellite de la région de Jodoigne (source : Google Maps). Légende : lignes jaunes : limite de la rafale descendante. Flèches rouges : orientation des dégâts.

En effet, on devine ainsi aisément qu'un impact s'est produit avant Lathuy (1), mais aussi à Jodoigne (2) et à Jodoigne-Souveraine (3). Cela est bien visible par la divergence des vents et leur direction parfois inverse au flux directeur, puisqu'à l'impact d'une rafale descendante, celle-ci se propage dans toutes les directions. Quant à Dongelberg, l'impact était difficilement visible, car situé au sein d'une zone boisée.

Quatre zones d'impact peuvent ainsi être identifiées et, semblent correspondre dans les faits à quatre microrafales différentes. Voici donc la carte mise à jour :

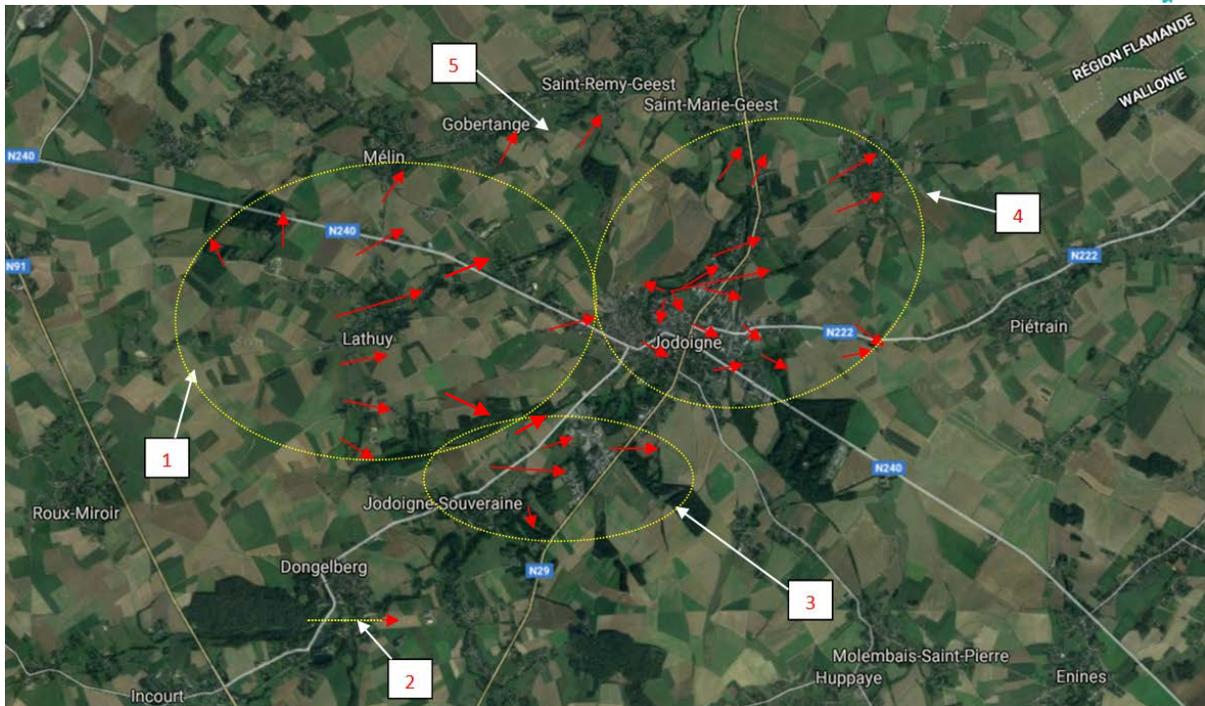


Image satellite de la région de Jodoigne (source : Google Maps). Légende : lignes jaunes : limite des rafales descendantes. Flèches rouges : orientation des dégâts.

Une première rafale descendante a touché Lathuy (1) suivie d'une seconde à Jodoigne-Souveraine ainsi que le sud-ouest de Jodoigne (3). Enfin, une troisième a concerné Jodoigne, Saint-Jean-Geest et Saint-Marie-Geest.

Quant à Gobertange et Saint-Rémy-Geest, il est possible qu'une quatrième microrafale ait atteint ces villages, mais le manque d'investigations poussées sur cette zone ne permet pas d'être catégorique à ce sujet. L'hypothèse la plus probable est qu'il s'agit du prolongement des microrafales de Lathuy et de Jodoigne. Bien sûr les zones se chevauchent toutes, et seul une enquête de terrain minutieuse a permis de différencier ces cas.

En outre, une cinquième a impacté Dongelberg. Cependant elle se démarque des autres. En effet, il s'agit ici d'une microrafale très localisée puisque sa largeur est comprise entre 10 et 150m (le plus large au point d'impact).



4.3.1. Analyse fine sur Jodoigne

Ce point se concentre davantage sur l'impact des rafales descendantes sur la ville de Jodoigne dont la situation est présentée ci-dessous. Le flux directeur est représenté par la flèche jaune et l'orientation du vent au sein de la microrafale correspond aux flèches rouges. La ligne bleue représente le lit de la Grande Gette.

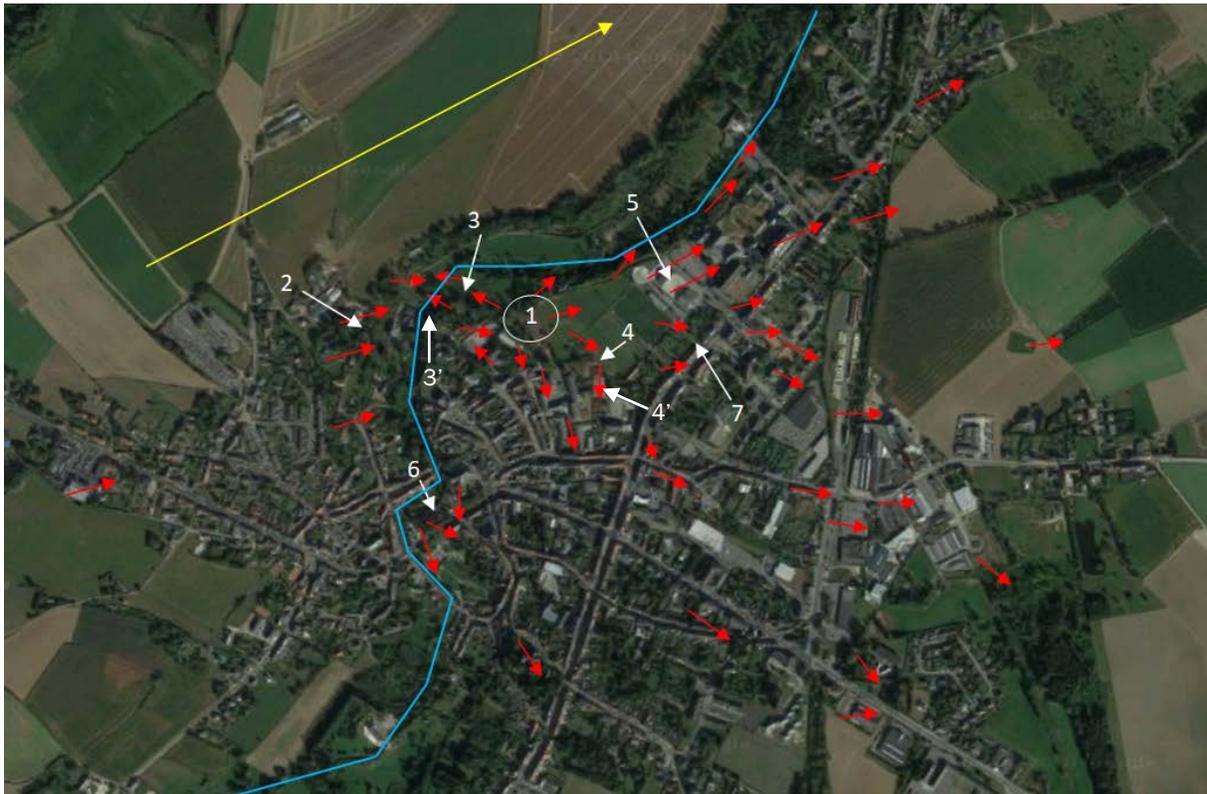


Image satellite de Jodoigne (Source : Google Maps). Légende : Flèche jaune : sens de déplacement de l'orage (et flux directeur). Ligne bleue : vallée de la Grande Gette. Flèches rouges : orientation des dégâts (qui indiquent le sens du vent pendant la microrafale).

La microrafale touche le sol juste après la piscine de Jodoigne (1), sur la crête de la vallée de la Grande Gette. Cependant, il semblerait qu'elle ait déjà touché légèrement le sol juste avant la vallée (2), car dans cette zone beaucoup de dégâts sont visibles, et ce, dans le sens du flux directeur.



Vue sur la vallée de la Grande Gette (2), depuis le versant opposé où la rafale descendante a touché le sol.

Ensuite, le versant (d'où la photo ci-dessus a été prise) est plus encaissé. Sur le côté droit de la rafale descendante, les dégâts sont convergents. Bien que cette convergence soit troublante, celle-ci pourrait avoir le relief comme cause. En effet, le vent est venu buter contre le versant et a été entraîné dans le sens du flux principal, soit vers le centre du couloir. Cependant, cette caractéristique est très localisée (quelques dizaines de mètres) et pourrait laisser croire au passage d'une tornade si la situation autour de cet endroit n'était pas prise en compte.



Sur cette photo, on peut observer les dégâts convergents sur le relief (3'). Des arbres sont également tombés dans le sens opposé au déplacement du phénomène, probablement lors que l'impact de la rafale descendante peu après. Ils sont d'ailleurs posés au-dessus des arbres convergents, confortant un peu plus cette hypothèse.

Les dégâts observés à cet endroit précis sont convergents. Quelques arbres ont chuté dans le sens contraire du déplacement du phénomène, probablement à cause de l'impact qui a lieu juste après, ce qui explique que le vent a changé de direction.

En effet, l'hypothèse la plus plausible est qu'un vortex horizontal se soit propagé dans le sens opposé au flux directeur, sur quelques centaines de mètres tout au plus, à partir du point de contact de la microrafale (avec le sol). Mais il n'est pas exclu qu'un phénomène tourbillonnaire très localisé dans l'espace et le temps ait pu se former.

Ensuite, au niveau du point d'impact, les vents divergent rapidement par rapport au flux directeur, que ce soit vers la gauche (3) ou vers la droite (4).



Photo prise au point 3. La divergence des vents est mise en évidence.



Photo prise au point 4. La divergence des vents est mise en évidence.



Photo au point 4'. Les vents divergent tellement qu'ils vont dans le sens opposé au flux directeur.

Au milieu, le hall sportif se retrouve en plein dans la zone d'accélération à l'avant de la microrafale (5) et est complètement détruit. Il était donc placé au plus mauvais endroit, puisque c'est dans cette zone que les vents sont à priori les plus violents.

A proximité immédiate, une station météorologique amateur (située aux environs du point 7) a enregistré une rafale de 204 km/h ! Bien que ce soit une donnée officieuse, provenant d'un appareil ayant une précision relative (notamment à de telles vitesses), elle reflète bien les vitesses des vents atteintes (si c'était une station officielle, il s'agirait de la plus haute valeur jamais enregistrée en Belgique).

Un autre endroit intéressant se trouve au niveau du point 6. Vu l'orientation des dégâts, il semblerait que les vents se soient engouffrés dans la vallée et aient remonté celle-ci jusqu'au coude, d'où l'orientation du vent. Cela est également visible dans l'autre sens, près du point 5, mais l'influence du relief est moins forte, tout simplement parce que celui-ci est moins prononcé.

Mais ce qui est le plus marquant, c'est qu'une vidéo a été prise depuis cet endroit (au niveau du point 6 et la flèche blanche indique la direction de la prise de vue). Cette vidéo, très instructive, est disponible via le lien suivant : <https://youtu.be/wc5-K8s7ow>.

Au début, on peut voir l'ambiance très sombre qui règne après le passage de l'arcus. L'activité électrique intense est également facilement observable, et ce, durant toute la



vidéo. Ensuite vers 4min15, une première rafale descendante arrive, probablement le prolongement de celle qui a touché Lathuy. Les arbres au premier plan nous indiquent que le vent est orienté dans le sens du flux directeur (sud-ouest).

Par après, vers 6 min 45, une seconde rafale descendante intervient, beaucoup plus violente. Il s'agit de celle qui s'abat sur le hall sportif. On peut voir, avec les arbres de l'avant plan, que le vent s'oriente alors au secteur nord-ouest, ce qui semble confirmer la théorie de plusieurs microrafales. En outre, les dégâts sur les arbres en arrière-plan sont visibles, l'un d'entre eux s'écrasant même sur un véhicule.

4.3.2. Analyse des couloirs d'accélération

Les plus gros dégâts sont observés dans des couloirs d'accélération présents au sein de la rafale descendante. Ces couloirs, appelés aussi burst swath, sont imputables au passage de vortex horizontaux.

Ces vortex laissent un couloir parfois aussi délimité que celui généré par une tornade, ce qui explique souvent la confusion entre les deux phénomènes.

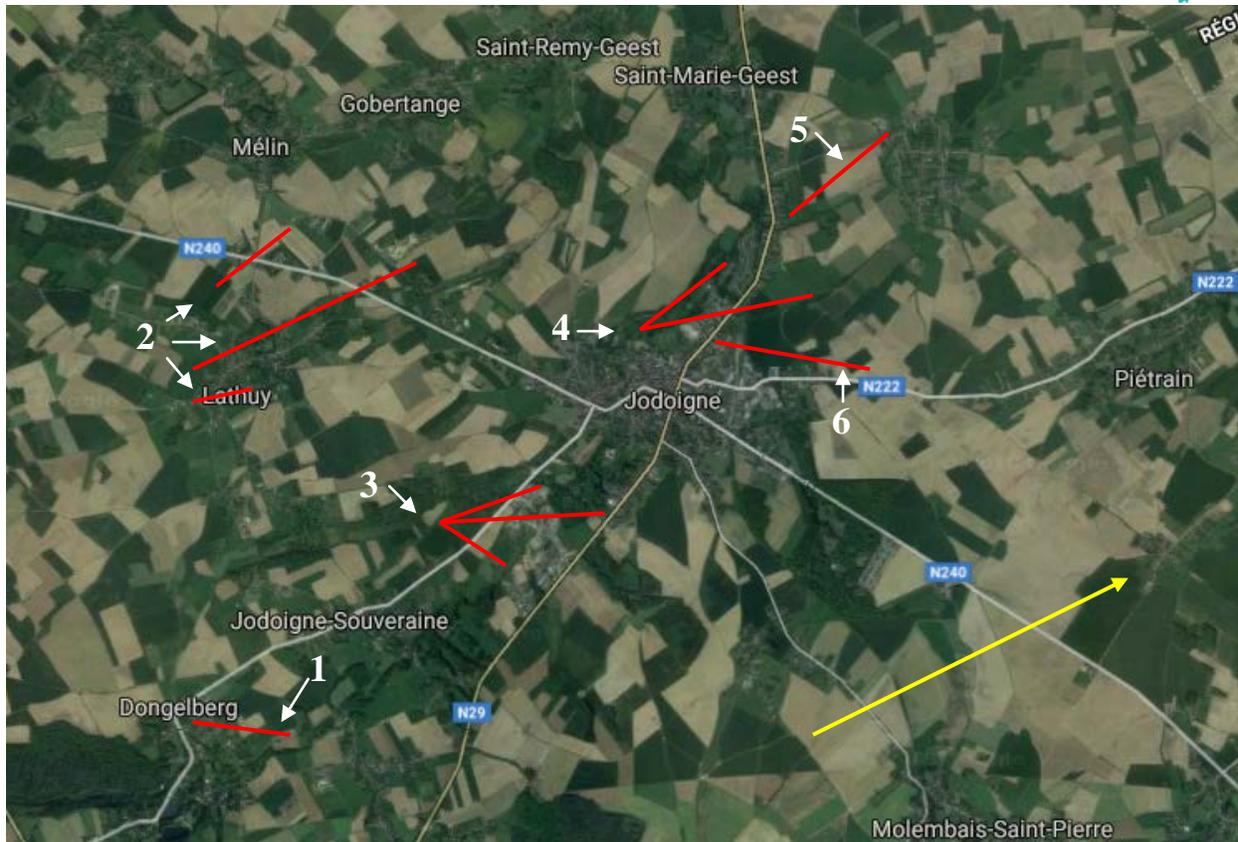
Cependant, les tornades sont des vortex verticaux qui laissent des dégâts convergents, dû à l'aspiration du tourbillon. Au contraire, les burst swath sont des vortex horizontaux qui laissent des dégâts divergents. Mais il est parfois très difficile de distinguer les deux phénomènes lors d'une enquête de terrain, même pour les plus aguerris.

En effet, il arrive que des phénomènes d'aspirations, dus à des probables changements de pressions, soient observés. Par exemple, il arrive souvent que les toitures subissent des dégâts sur leur pan protégé du vent. Certains dégâts peuvent même être convergents en bordure du couloir, probablement à cause de la vitesse de déplacement élevée du vortex, qui peut créer des turbulences.

Toutefois, ces dommages convergents restent ponctuels et très localisés, contrairement au passage d'une tornade où ils sont légion.

Dans ce cas présent, aucun doute n'est permis sur la nature du phénomène. Nous avons ainsi pu identifier plusieurs burst swath sur la région de Jodoigne, grâce aux couloirs qu'ils ont laissés derrière eux.

Bien entendu, toute la zone impactée n'a pas pu être parcourue, c'est pourquoi les couloirs identifiés ne sont pas entièrement représentés, de même il est probable que certains n'ont pas été identifiés.



Carte illustrant les couloirs d'accélération identifiés sur la région de Jodoigne. Source : Google Maps

La microrafale très localisée de Dongelberg (1) est un couloir d'accélération très net. A la fin de celui-ci, des traces très intéressantes sont visibles dans un champ de céréales. Les traces laissées par les plants versés montrent une série de petits tourbillons bordant le couloir, pas plus large d'une quinzaine de mètres. Cela mettrait en évidence le passage d'un vortex horizontal. En l'absence de photographie aérienne, voici un schéma représentatif de la situation.

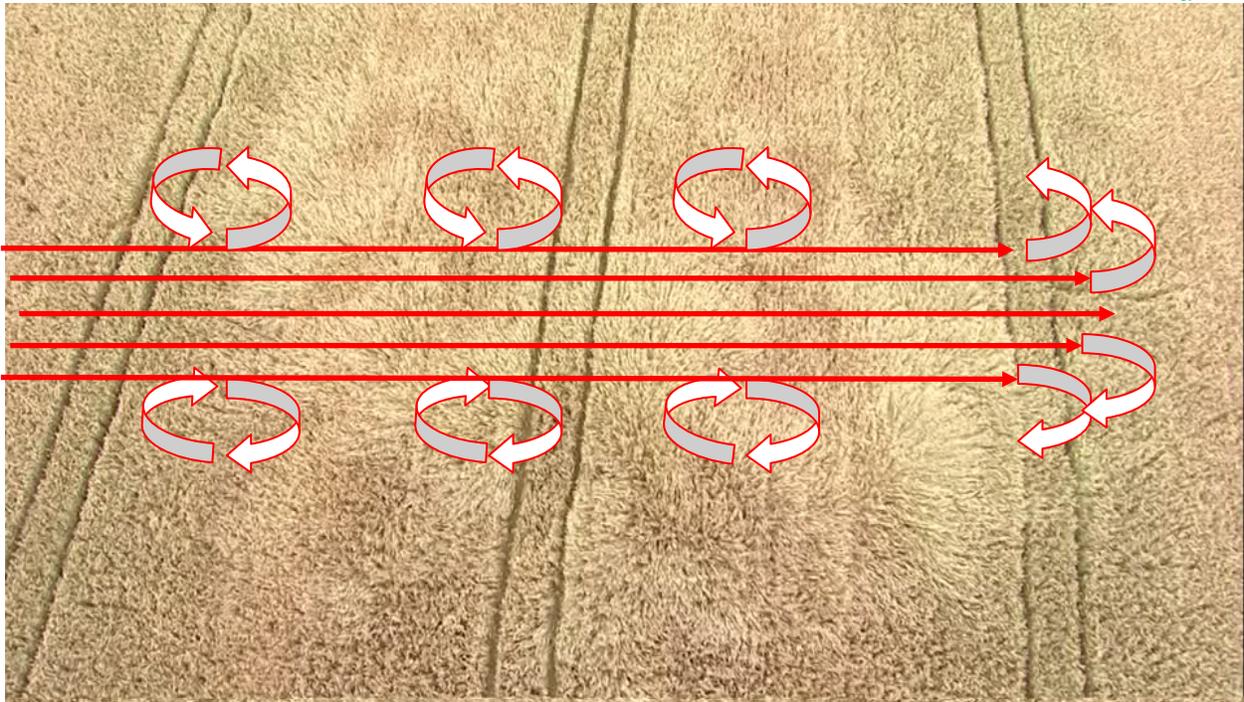


Schéma représentant les dégâts observés dans un champ de blé à Dongelberg. Source : footage.framepool.com

On peut voir sur les bords du couloir, soit sur les bords du vortex horizontal, que de petits tourbillons verticaux se sont formés. Cela pourrait s'expliquer par le passage très rapide de la microrafale. Ces turbulences pourraient expliquer certains cas de dégâts convergents qui sont isolément rencontrés.

La fin de la microrafale a également pu être observée au bout de ce même champ. Là, les blés étaient disposés de façon divergente, sans la présence de ces turbulences.

Ensuite, trois couloirs sont identifiés à Lathuy (2). Il semblerait que ceux-ci partaient à l'origine d'un même endroit, mais celui-ci n'a pas été trouvé, car situé dans une plaine agricole. Il est probable que d'autres couloirs n'ont pas été représentés car la zone n'a pas été entièrement parcourue.

Contrairement, à Jodoigne-Souveraine, le territoire a été presque entièrement prospecté (3). Trois couloirs ont aussi été identifiés et il a été prouvé qu'ils sont issus de la même zone, celle-ci étant le point d'impact d'une microrafale. On remarque également que c'est le couloir du milieu qui a parcouru la plus longue distance, probablement dû au fait qu'il se trouve au centre de la rafale descendante.

Par après, la représentation des burst swath à Jodoigne (4) a été plus compliquée. En effet, toute la zone n'a pas été investiguée et certains endroits étaient inaccessibles par suite des dégâts ou alors situés en propriété privée. Toutefois, trois couloirs sont identifiés. Ils semblent aussi provenir du même endroit.

De plus, il semblerait que le hall sportif, situé à proximité du point d'impact de la microrafale,



a été touché par deux burst swath, ce qui pourrait expliquer les dégâts exceptionnels observés. L'un des couloirs a continué jusque Saint-Jean-Geest (5). Il semblerait, vu la distance parcourue, qu'il s'agisse du couloir central. Certains n'ont donc pas pu être identifiés (sur la gauche) car situés en zone agricole.

Les dégâts rencontrés à Piétrain (6) sont également dus au prolongement d'un couloir d'accélération qui a touché Jodoigne auparavant. Celui-ci a notamment causé la chute de pylônes à haute tension sur la ville.



5. Analyse des dégâts

5.1. Analyse des dégâts dus au front de rafales.

En plus des rafales descendantes, un puissant front de rafales accompagne cet orage. Ces vents qui se manifestent au passage de l'arcus, donc à l'avant de la cellule, ont également causés bon nombres de dégâts. Cependant, ceux-ci restent isolés, bien que répandus sur la trajectoire de l'orage.



Branche maîtresse d'un arbre brisée sur la nationale à Petit-Rosière suite à de fortes rafales convectives, provoquant un accident de la circulation.



Bouleau déraciné par de fortes rafales convectives à Jauchette. Il a emporté des fils électriques dans sa chute.



Les vents, qui ont pu atteindre 90 km/h, ont déraciné des arbres et brisés des branches. Mais aucun dégât n'a, a priori, été porté sur des bâtiments, justifiant cette valeur approximative.

5.2. Analyse des dégâts dus aux précipitations

L'orage est aussi accompagné (sur la commune de Jodoigne) par d'intenses précipitations, qui ont causé localement des inondations. Pourtant, au vu des relevés suivants, les pluies sont loin d'être exceptionnelles :

- Jodoigne-Souveraine : 15mm
- Jodoigne (SI) : 15mm
- Jodoigne : 15mm
- Mélin : 23mm

Cependant, celles-ci sont tombées sur un laps de temps très court, entre 10 et 15 minutes, ce qui explique pourquoi des inondations et des coulées de boues sont observées (par ruissellement).



Francois Riguelle © Belgorage

Le centre du village de Lathuy a été inondé à la suite de coulées de boues, mais aussi par la crue du ruisseau traversant la localité.



Véhicule pris par une coulée de boue entre Lathuy et Jodoigne-Souveraine.

Toutefois, il semblerait qu'au sein de la rafale descendante, les précipitations aient été bien plus importantes. En effet, Lathuy a été touché par des coulées de boues mais aussi par la crue du ruisseau traversant le village. Cela était visible dans les champs, car sur quelques centaines de mètres, le ruissellement était beaucoup moins important dès que l'on sortait du périmètre de la microrafale. Il est tout à fait envisageable que la charge en eau de la rafale descendante en soit responsable. La quantité de précipitation qui l'accompagnait a pu être impressionnante (sur seulement quelques minutes).



Coulée de boue dans le quartier de Saint-Lambert, à Jodoigne.



Habitation inondée dans le quartier de Saint-Lambert à Jodoigne.



La ville de Jodoigne a aussi subi des inondations, surtout dans la partie ouest de la ville (au centre de la microrafale). Des coulées de boue ont dévalé les rues et des habitations ont aussi été touchées par du ruissellement urbain. Une vidéo, disponible via le lien suivant, illustre les inondations qui ont touché le quartier Saint-Lambert à Jodoigne : https://youtu.be/r81-KuCx_NU.

5.3. Analyse des dégâts dus aux microrafales

La vitesse du vent a été extrêmement variable au sein de la zone impactée. Cela s'explique par la présence de couloirs d'accélération (burst swath) et l'occurrence de plusieurs microrafales distinctes. Certains endroits ont donc été épargnés par les plus fortes rafales alors qu'à quelques dizaines de mètres de là, la situation est tout autre, confirmant le caractère localisé du phénomène.

C'est également visible dans les données des stations météorologiques suivantes :

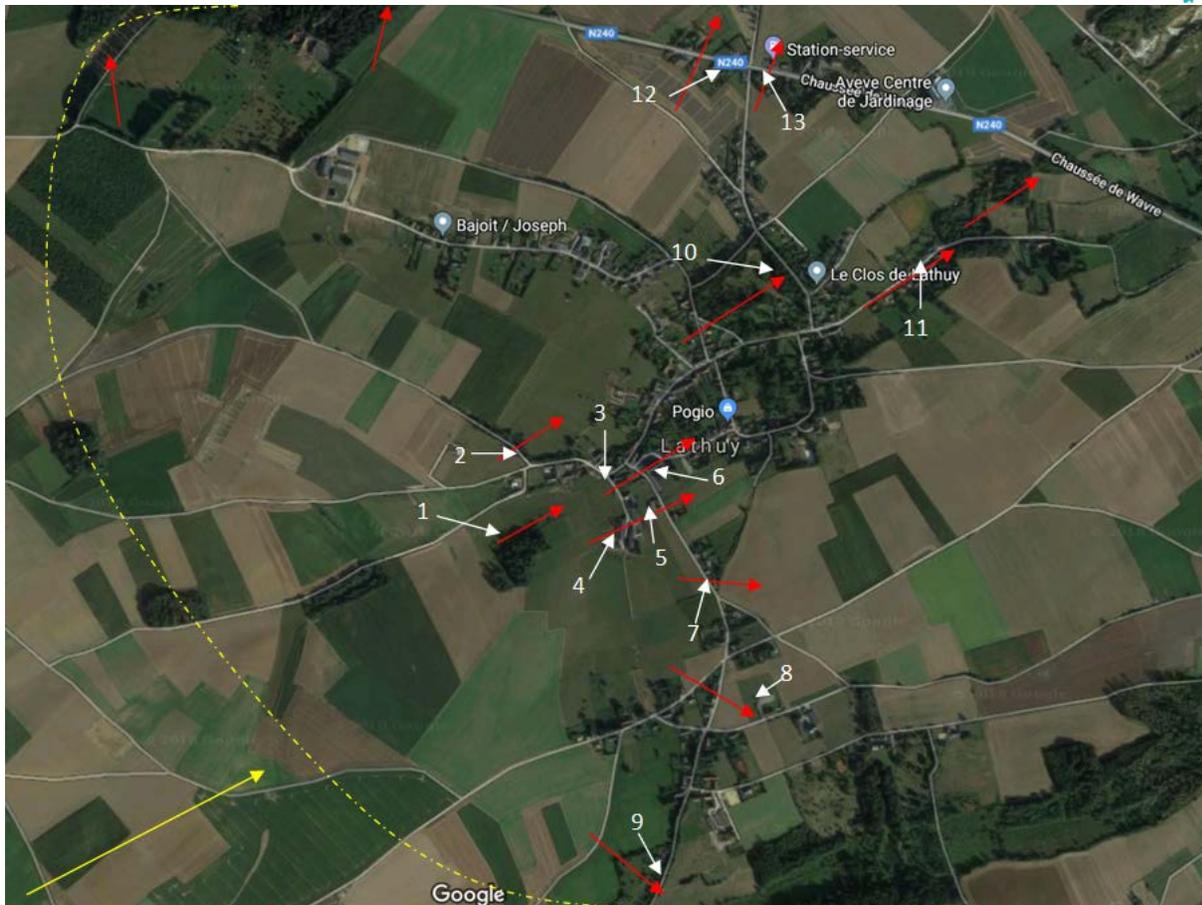
- Jodoigne-Souveraine : 50 km/h
- Mélin : 50 km/h
- Jodoigne (SI) : 66 km/h
- Jodoigne : 66 km/h
- Jodoigne (hall sportif, station amateur) : 204 km/h

Mis à part la donnée officieuse d'une station amateur, les vitesses enregistrées ne reflètent absolument pas les dégâts observés, car les stations météorologiques se trouvent en dehors de la zone de dégâts, même si, parfois, c'est à une centaine de mètres seulement.

Passons à présent à l'analyse des dégâts observés. Pour plus de facilité, celle-ci se fera par localité. Malheureusement, par manque de temps, toute la zone impactée n'a pas pu être parcourue, d'où l'absence de dégât répertorié dans certains endroits. Cela ne signifie donc pas que ces territoires aient été exempts de dégâts.

5.3.1. Analyse des dégâts A Lathuy

L'enquête de terrain a permis de mettre en évidence l'occurrence des vents les plus violents dans la zone centrale de la microrafale dans le sens du flux directeur. L'endroit où le premier impact a eu lieu n'a pu être déterminé, celui-ci s'étant produit dans une zone agricole peu végétalisée.



Légende. Flèche jaune : flux directeur. Courbe pointillée jaune : limite approximative de la zone de dégâts.
Flèches rouges : orientation des dégâts.

Au point 1, un bosquet est touché et, ce qui est remarquable, c'est que sa partie sud est peu impactée alors que dans sa partie nord tous les arbres se retrouvent à terre, sans doute à cause du passage d'un burst swath.



Parcelle forestière (1). Elle est coupée en deux. Alors que tous les arbres de la partie nord sont abattus, ceux de la partie sud n'ont subi que peu de dégâts en comparaison. Le vent venait de la droite vers la gauche.

Un peu au nord de là, des toitures sont endommagées et de nombreux arbres sont déracinés (2), obstruant la route.



Point 2 : route obstruée par de nombreux arbres brisés.



Dans le même axe que la parcelle forestière (1), le couloir d'accélération se poursuit et d'importants dégâts sont observés.

En effet, l'ancienne buvette du terrain de football, aujourd'hui transformée en habitation, voit sa toiture s'envoler totalement (3). La charpente est éparpillée sur plusieurs dizaines de mètres jusqu'à l'église.



Habitation sévèrement endommagée (3). Fait étonnant, les fils électriques n'ont pas été touchés par les débris. On aperçoit aussi des dégâts sur l'habitation à gauche, alors qu'à droite, des peupliers et un hangar agricole n'ont aucun dommage.



Débris de la toiture de l'habitation éparpillés dans la direction du vent. On remarque également les dommages subis par les pins et l'église alors que la serre est restée intacte.

A proximité immédiate, deux exploitations agricoles sont durement touchées. Deux granges sont fortement endommagées (4). Les toitures s'envolent et les bâtiments s'effondrent en partie, blessant plusieurs vaches s'y trouvant. L'intensité est ici estimée au niveau T4 au vu des importants dommages observés.



Toiture d'une grange (4) entièrement détruite par la rafale descendante. Des murs se sont également effondrés en partie.



Autre cliché de la grange détruite. On remarque également les dégâts sur un autre bâtiment ainsi que sur un arbre.

Un hangar agricole (5) est sérieusement endommagé : des tôles sont emportées, de même qu'une partie de la charpente. Les toitures des bâtiments annexes sont transpercées par ces débris. Certains d'entre eux viennent même se planter dans le sol.



Hangar agricole (5) fortement endommagé. De nombreuses tôles ondulées se sont envolées ainsi que des éléments de charpente. Le mur du fond s'est aussi effondré tandis que les deux toitures des bâtiments visibles de part et d'autre du hangar ont vu de nombreux trous apparaître à la suite de tuiles déplacées. Le hangar s'écroulera même quelques semaines plus tard.



Les débris peuvent, comme dans le cas d'une tornade, s'avérer très dangereux. En témoigne cette tôle ondulée (issus du hangar) profondément plantée dans le sol. Cependant, contrairement aux tornades, il semblerait que seul de gros débris se retrouvent incrustés dans diverses structures ou sol.



Ensuite de nombreux dégâts sont observés aux alentours de l'église de Lathuy (6). Celle-ci connaît quelques dommages, comme des volets défoncés par la force du vent. Toutefois, ces dégâts restent peu conséquents par rapport à ceux subis par d'autres bâtiments dans le voisinage.



Dégâts observés sur l'église de Lathuy (6).

Lorsque l'on s'éloigne du couloir d'accélération, les dégâts sont moins importants mais toujours présents, comme des toitures qui sont encore endommagées ainsi que des arbres qui sont brisés (7).



Point 7. Une toiture en endommagée ainsi qu'une ligne de peuplier (en arrière-plan) qui voit de nombreux arbres abimés dont quelques-uns abattus.



Une exploitation agricole subit aussi quelques dégâts (8), notamment avec des tuiles déplacées et un abri à chevaux envolé. Par après, la route est bloquée par des arbres (9) tombés sur celle-ci.



Point 8. Les toitures d'une ferme sont légèrement endommagées et un abri à chevaux est détruit.

Dans le centre du village, le parc d'une grande propriété est dévasté (10), de nombreux arbres se retrouvent à terre.



De nombreux arbres d'un parc privé (10) sont abattus et certains d'entre eux sont venus obstruer la rue principale du village.

Il en est de même plus loin où plusieurs bosquets et jardins sont touchés (11).



Epicéa sectionné dans un quartier (11) qui a vu de nombreux arbres endommagés ainsi que des inondations. Les dégâts sont cependant restés limités sur les habitations.

Au niveau de la nationale 240, sur le haut du village, de nombreux dégâts sont aussi observés (12 et 13). Les toitures sont légèrement touchées mais de nombreux arbres sont brisés ou déracinés, entraînant les poteaux électriques dans leurs chutes.



Jardin dévasté à Lathuy (12). Les habitations n'ont vu que quelques tuiles s'envoler.



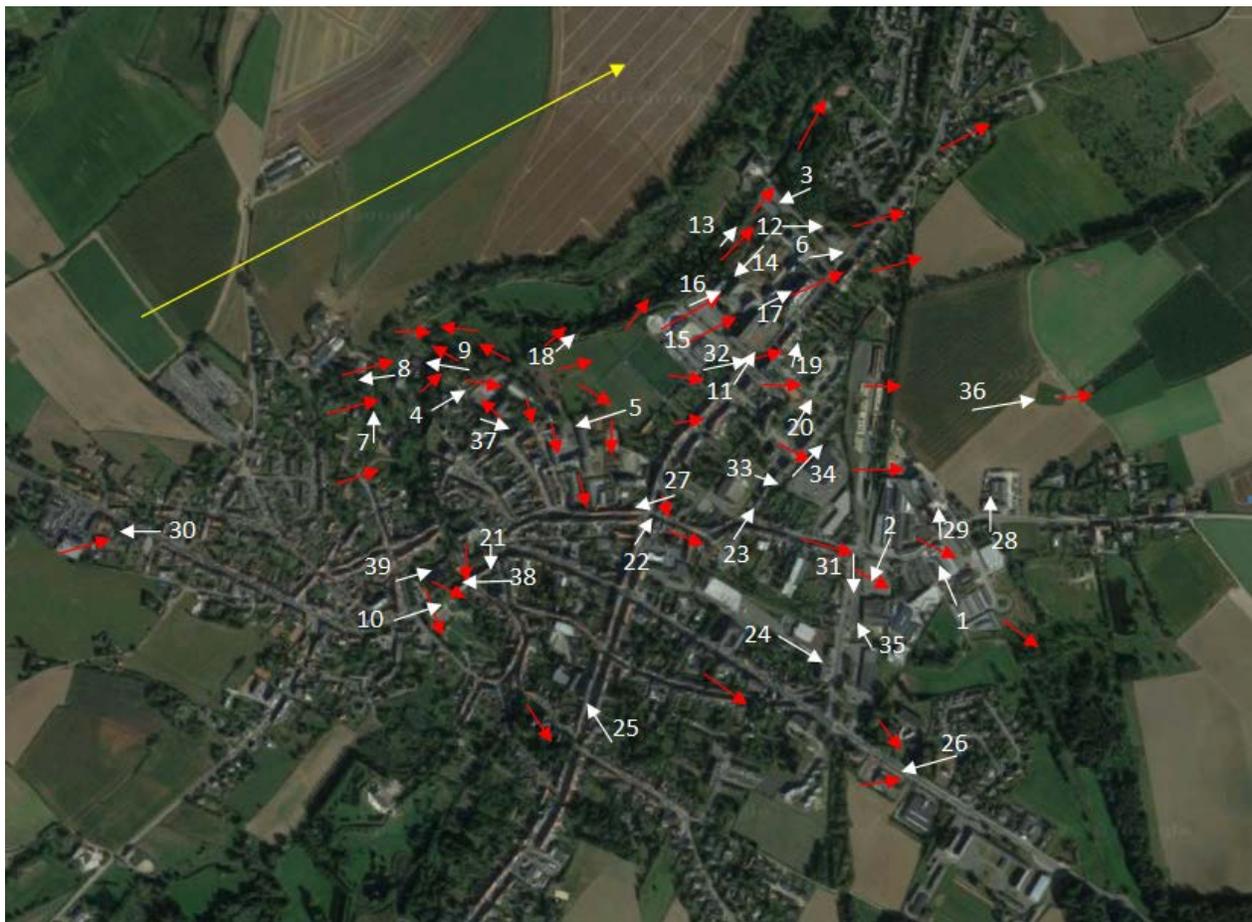
De nombreux arbres d'un jardin se sont retrouvés sur la nationale, brisant un poteau électrique. L'habitation, que l'on devine à droite, a aussi subi des dommages suite à la chute d'arbres et sa toiture a du être refaite.



5.3.2. Analyse de dégâts A Jodoigne

Les dégâts à Jodoigne sont indénombrables. Une centaine de bâtiments et d'habitations ont été touchés à des degrés divers, allant de quelques tuiles déplacées à une destruction totale de la toiture et des vitres explosées. La végétation a également beaucoup souffert, à tel point que le visage de la ville a changé, vu le nombre d'arbres qui ont été abattus.

C'est le nord-ouest de la ville, dont le quartier du hall sportif, qui a été le plus touché, car il se situe au centre de la microrafale, dans le sens du flux directeur. Mais ailleurs les dégâts sont parfois aussi importants. Nous allons voir ci-dessous quelques exemples de dommages parmi tant d'autres.



Légende. Flèche jaune : flux directeur. Flèches rouges : orientation des dégâts.

5.3.2.1. Dégâts à la végétation

Les arbres de la ville payent un lourd tribut. Ce sont en effet des milliers d'entre eux qui sont abattus ou endommagés, provoquant un changement du paysage, car ceux restés debout seront tronçonnés par la suite.



Saufe fortement endommagé par la rafale descendante (1).



Les arbres bordant le supermarché Carrefour se sont retrouvés, pour la plupart, à terre (2).



La propriété du château de l'ardoisière est dévastée par les vents (3).
Tous les arbres ont été abattus ou sectionnés.



Erable sectionné tombé sur la clôture de la piscine (4).



Double ligne d'écipéas totalement détruite (5).



Alignement de tilleuls sacagé près de la nationale 240 (6).

De nombreux chemins et routes secondaires sont rendus impraticables, à cause de chutes d'arbres. Le RAVeL notamment, est resté impraticable pendant plusieurs semaines.



Route rendue totalement impraticable par la chute de nombreux arbres ainsi qu'une ligne électrique (7).



Route disparue sous le chablis d'une parcelle forestière (8).



Le sentier traversant la Grande Gette est impraticable. De nombreux arbres sont jetés A terre (9).

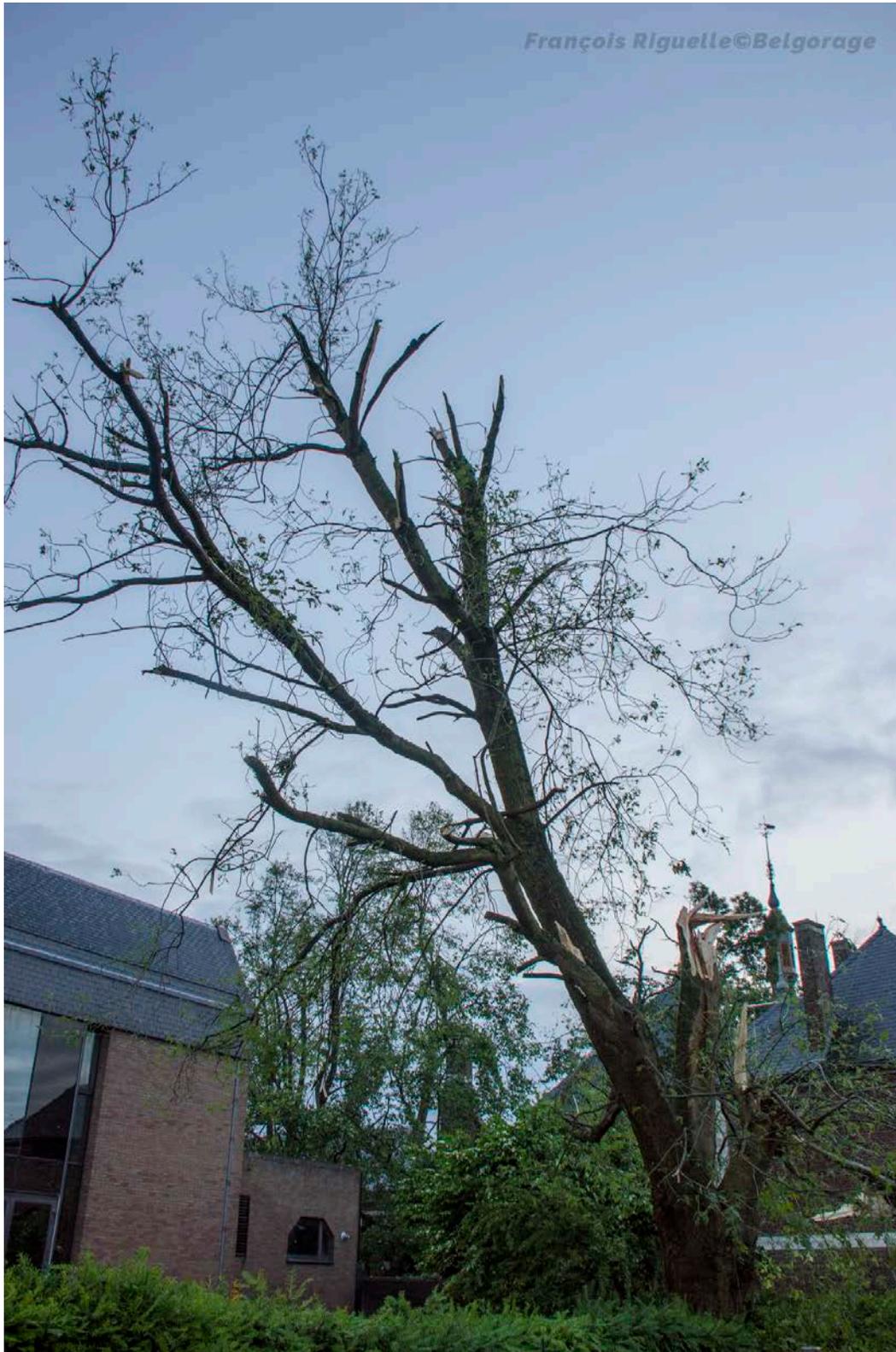
Le parc de Jodoigne a également subi des dégâts, mais ce n'est rien comparé à celui de l'école CEPES qui a été complètement ravagé.



Dégâts constatés sur les arbres du parc communal (10).



Tilleul sectionné au parc de Jodoigne (10).



Arbre complètement dépouillé (11), comme lors du passage d'une tornade.
Pourtant, il s'agit bien d'une rafale descendante.



Arbres sectionnés ou déracinés dans le parc de l'école CEPES (12).



Dégâts observés dans le parc de l'école (13).

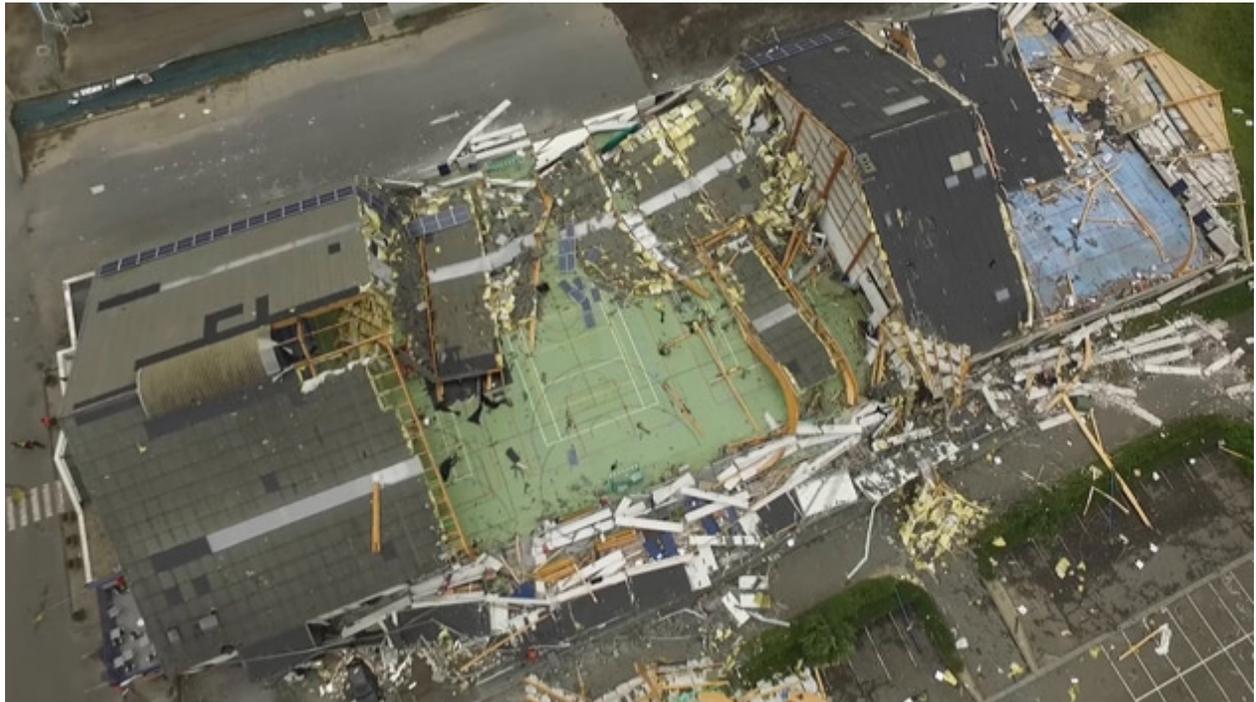


François Riguelle © Belgorage

Le parc de l'école est dévasté par les vents. Des débris de toitures sont également éparpillés sur plusieurs centaines de mètres tout comme certaines branches d'arbres (14).

5.3.2.2. Dégâts au bâti

Outre la végétation, de nombreux bâtiments ont été touchés. Le plus médiatisé a été sans nul doute le hall sportif qui a été presque entièrement détruit, seules deux parties sont restées debout. L'intensité du phénomène a atteint sans aucun doute le niveau T4. Le niveau T5 a été approché, voir même atteint au vu des dégâts considérables.



Vue aérienne du hall sportif (15) issue d'une capture d'écran d'un reportage de RTLInfo.

Par chance, aucune victime n'est à déplorer. Les personnes présentes sur place se trouvaient dans la buvette, la seule partie qui est restée intacte car située juste en dehors du couloir d'accélération.



Voici l'état dans lequel se trouve le hall sportif peu de temps après l'évènement. L'ampleur des dégâts ne se révélera totalement qu'au lever du jour.



Les dommages sont très importants et ne peuvent à ce moment là être attribués à un phénomène précis, à cause de la nuit tombée.



Alors que les murs se sont effondrés, les toitures ont été emportées sur une centaine de mètres, avec des éléments massifs de charpente notamment.



Autre vue du hall sportif détruit par la puissante rafale descendante.



Dégâts observés sur la partie centrale du hall. Par chance, la buvette, visible au fond, où se trouvaient une dizaine de personnes, a été épargnée.



François Riguelle©Belgorage

La partie arrière, déjà endommagée en partie en 2010, a été complètement soufflée.

Le vrai miracle, c'est que la veille, à la même heure où le phénomène est survenu, le hall était rempli par un millier de personnes venues assister sur écrans géants à un match de l'épique nationale de football. On n'ose imaginer ce qu'il se serait passé si le match avait eu lieu un jour plus tard.



François Riguelle©Belgorage

Les dégâts dans le complexe sportif sont énormes. Il ne reste plus qu'un amas de débris.



Autre vue des dommages subi par le hall sportif.

De nombreux débris ont été projetés à distance. Plusieurs véhicules ont subi des dommages mais également l'école CEPES qui a aussi été endommagée.



Des poutres massives issues du hall sportif, pourtant situé à une centaine de mètres, sont venues s'encaster dans la façade de l'école (16).



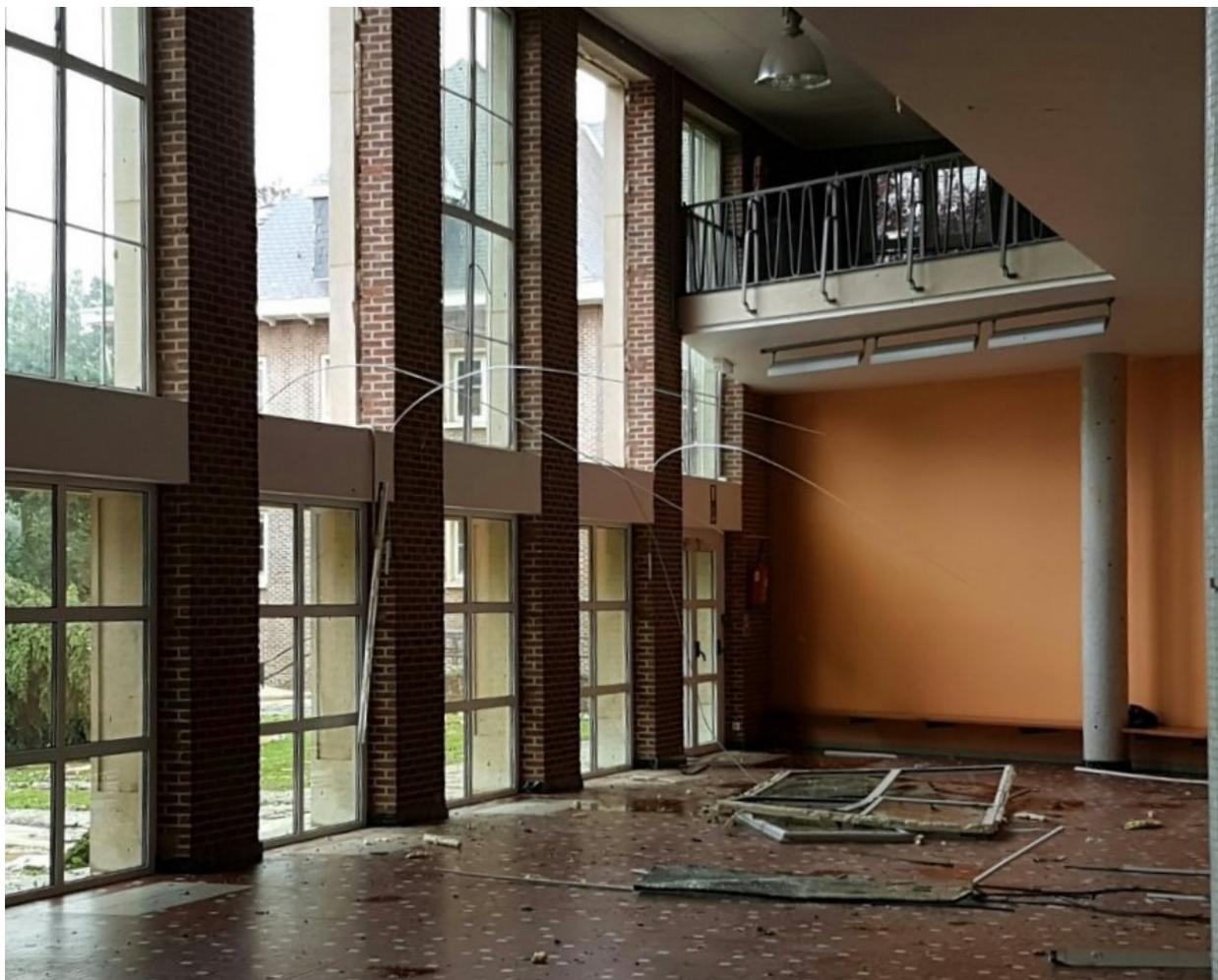
Des débris du complexe sportif ont brisés de nombreuses vitres de l'école et ont été projetés dans le bâtiment, dévastant des salles de classes heureusement inoccupées au moment des faits (16).



Les toitures des bâtiments de l'école ont aussi été endommagées par le vent, de nombreuses vitres se sont également brisées sous sa force et un morceau de façade s'est même effondré.



Domages observés sur des bâtiments de l'école (16).



Vitres brisées par le vent sur les bâtiments de l'école CEPES (17). Crédit photo : GamerZ



Partie de façade effondrée sur l'établissement scolaire (17).

Étonnamment, une très forte aspiration s'est produite à un endroit, possiblement suite au passage d'un vortex horizontal qui a frôlé le bâtiment. Si on s'était basé uniquement sur cet



endroit, on aurait sans problème conclu au passage d'une tornade. Il ne faut donc pas se fier aux apparences mais avoir une vue d'ensemble de la situation pour pouvoir tirer des conclusions.



On peut voir sur cette photo que la porte a été soufflée vers l'extérieur ainsi que plusieurs vitres arrachées avec le châssis (17). Le vent se déplaçait du haut vers le bas de l'image. Crédit photo : GamerZ

Outre cela, de nombreuses habitations à travers la ville ont subi des dommages. La grande majorité ont vu des tuiles s'envoler ainsi que leur cheminée s'écrouler. Sur quelques habitations, on note un degré de dommages plus prononcé, avec une bonne partie des toitures détruite. D'autres dégâts sont parfois aussi rencontrés, comme des panneaux solaires ou divers éléments emportés par le vent. Voici ci-dessous quelques exemples parmi les nombreux dommages observés dans la ville.



François Riguelle © Belgorage

Toiture arrachée sur une habitation de Jodoigne (18).



François Riguelle © Belgorage

Exemple de dommages observés sur de nombreuses maisons. Des tuiles se sont envolées et la cheminée s'est écroulée (19).



Autre exemple de dégâts souvent rencontrés sur les habitations de Jodoigne. Ce sont surtout les tuiles faitières qui sont déplacées (20).



Autres exemples de dégâts visibles sur les toits de nombreux bâtiments. (21 et 22)



Les panneaux solaires de cette maison se sont envolés pour certains (23).



Façade arrachée par le vent sur une maison de Jodoigne (24).
Une fenêtre a été également enfoncée.



Exemples d'autres dégâts souvent rencontrés : des vitres brisées ainsi que des couvertures de façade en ardoises en parties envolées (25).

Outre les habitations, les bâtiments d'entreprises ainsi que de magasins ont subi des dommages. Ceux-ci sont toutefois peu importants et se limitent à des parties de toits envolés ainsi que des vitres ou vitrines explosées.



Le supermarché Lidl présente de nombreux trous dans sa toiture (26).



Vitrine d'un magasin explosée par un phénomène localisé d'aspiration ou de surpression (27), le vent venant de l'arrière.



Tôles envolées sur le bâtiment d'une entreprise de Jodoigne (28).



Porte d'un hangar projetée par la force du vent (29).



Dégâts de la rafale descendante sur une ferme de Jodoigne (30).

5.3.2.3. Autres dégâts

Outre les bâtiments, les structures légères comme les abris de jardins, les lampadaires, les clôtures et les abris de bus n'ont pas résisté à la force du vent.



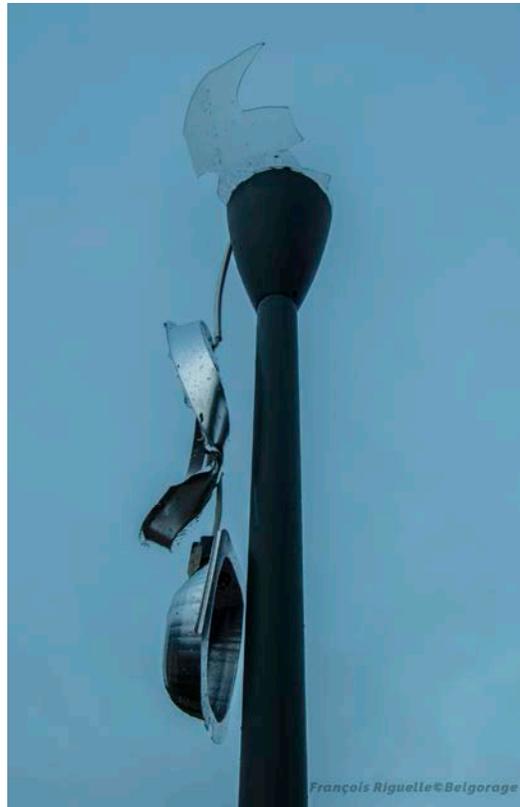
Exemple d'abris de bus détruits par les fortes rafales de vent (31 et 32). Sur la deuxième photo on aperçoit aussi les pompiers qui réparent les dégâts sur les habitations en arrière plan.



Exemple d'un abri de jardin soufflé par la rafale descendante (33).



Jardin dévasté par les vents à Jodoigne (34). Crédit photo : PJpirotte



Exemple de lampadaire endommagé à Jodoigne (35).

Plusieurs pylônes à haute tension se sont également retrouvés à terre par suite des fortes rafales de vent.



Pylône à haute tension tordu par la rafale descendante (36).



Les barrières délimitant le terrain de football (avant point 15) ont été pliées et couchées par le vent. Des buts ont aussi été renversés et les tribunes ont vu des tôles s'envoler.



Clôture du terrain de football de Jodoigne couchée par le vent. Un but a aussi été déplacé.



.Les poteaux soutenant la clôture sont pliés au niveau du sol.



De nombreux véhicules ont également subi des dégâts parfois importants à la suite de chute de débris, de toitures ou encore d'arbres.



Voiture écrasée par une toiture (15).



Véhicule endommagé par la chute de branches (37).



Véhicule écrasé par un arbre (38).



Voiture endommagée par des débris (39).



Voiture endommagée par un morceau de charpente provenant du hall sportif.



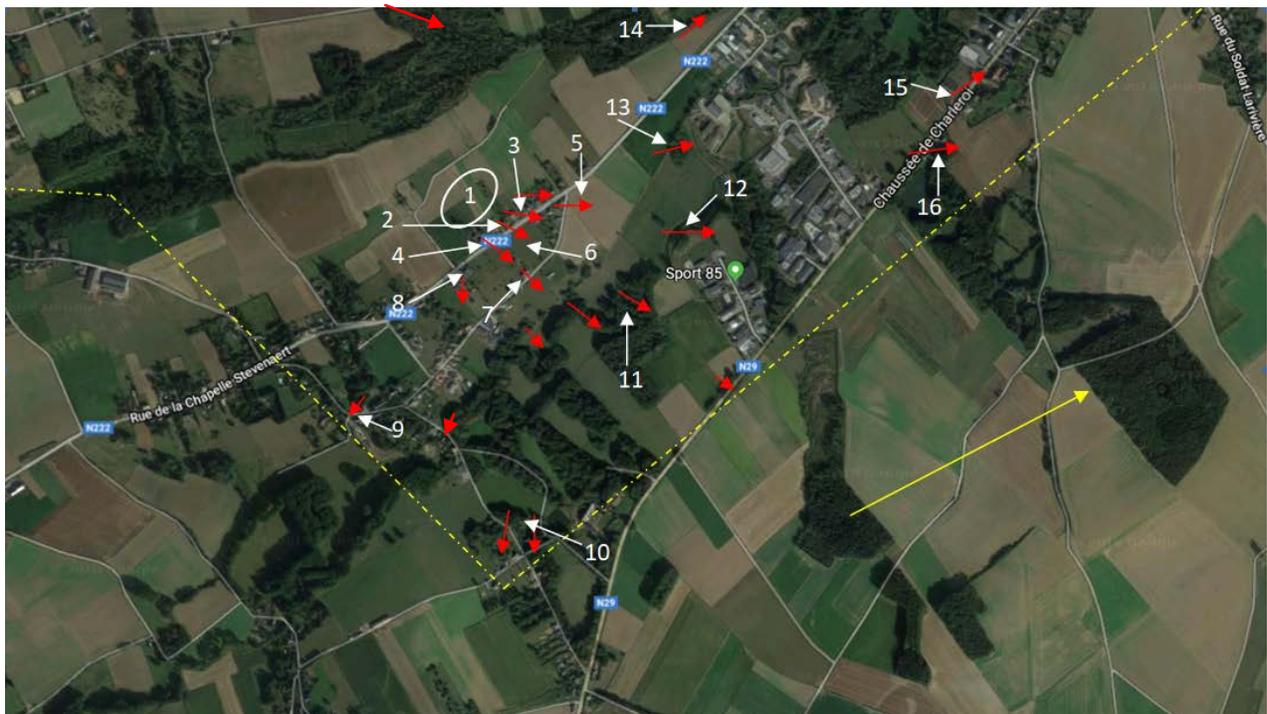
Camionnette écrasée par une partie du hall sportif.



5.3.3. Analyse des dégâts à Jodoigne-Souveraine

La microrafale de ce village est un peu moins puissante que dans les deux précédentes localités, avec une intensité maximale estimée au niveau T3 (contre T4 pour les deux autres). Les dégâts sont aussi très localisés, sur 50 mètres à peine la limite des dommages est très nette, notamment d'une habitation à l'autre, à la suite du passage d'un vortex horizontal.

Un couloir aussi étroit et net est comparable au passage d'une tornade. Mais la comparaison s'arrête ici. En effet, contrairement au passage d'un tourbillon, des dégâts sont constatés en dehors du couloir sur une superficie plus grande, bien que les dommages soient généralement plus faibles en dehors de celui-ci.



Légende. Flèche jaune : flux directeur. Lignes pointillées jaune : limite approximative de la zone de dégâts.
Flèches rouges : orientation des dégâts.

Un point d'impact a pu être déterminé facilement (1) grâce à des champs de blés, qui sont soit versés ou intacts selon qu'ils se situent avant ou après la zone d'impact de la microrafale.



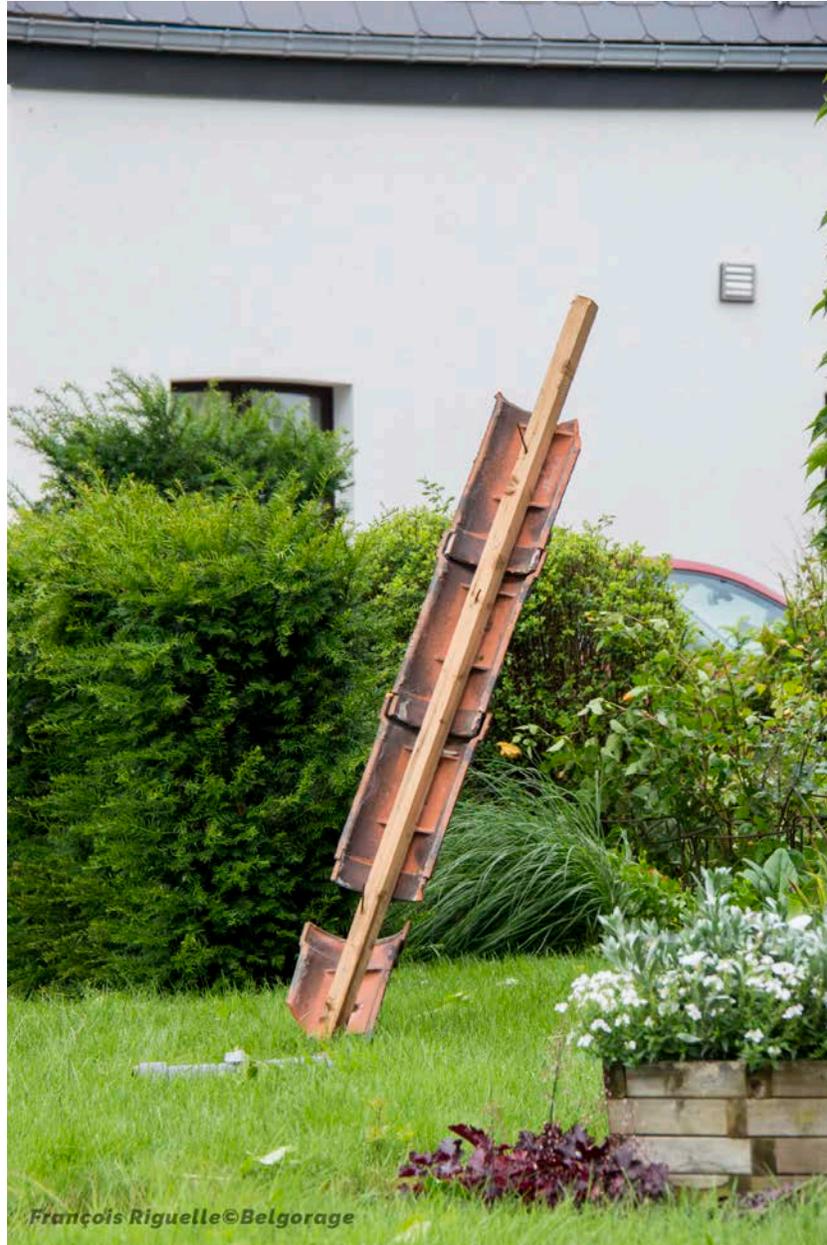
Champ de blé complètement versé par la rafale descendante à Jodoigne-Souveraine (1).

Juste après, plusieurs habitations sont touchées. Toutes les toitures sont endommagées, avec un nombre variable de tuiles envolées (2).



Exemples de dégâts sur une habitation de Jodoigne-Souveraine (2).

Ce qui est intéressant, c'est que toutes les tuiles faitières ont subi des dégâts, et certaines se sont envolées avec un morceau de charpente. L'une d'entre elles est même venue se planter dans le sol (3).



Des tuiles faitières sont venues se planter dans le sol avec un morceau de charpente (3).

Les jardins sont dévastés, avec de nombreux arbres brisés ou déracinés. Les abris de jardin et le mobilier se sont aussi envolés, parfois sur une centaine de mètres.



Point 4. Exemple d'un jardin dévasté par la rafale descendante. Il semblerait aussi qu'un burst swath soit la cause de ces dégâts, épargnant la maison qui n'a subi que quelques légers dommages. Une dizaine d'arbres sont brisés ou déracinés et une cabane a été soufflée.



Point 5. Abri de jardin retrouvé dans un champ à une centaine de mètres de la maison la plus proche. Le matériel de jardinage qu'il contenait (notamment une tondeuse) n'a pas retrouvé été par le propriétaire. Le passage d'un vortex horizontal peut ponctuellement provoquer un phénomène d'aspiration comme ici, similaire au passage d'une tornade, mais toujours très localisé et ponctuel par rapport à cette dernière. On aperçoit aussi une trouée laissée par un burst swath dans l'alignement de peupliers, au fond à gauche.

Ensuite, un ancien verger (6) et une ferme ont été endommagés de manière conséquente (7). Outre des tuiles envolées sur les toitures, des branches d'arbres sont venues transpercer celles-ci. Le pan du toit d'une grange s'est également envolé, par effet d'aspiration (car située à l'abri du vent) et l'autre côté s'est en partie effondré.



Pommier déraciné dans un verger (6). On remarque qu'à l'arrière-plan aucun dommage n'est visible alors que les arbres derrière le champ de vison ont subi également de nombreux dégâts, prouvant le caractère localisé d'un couloir d'accélération.



Autre photo prise au même endroit mais dans le sens opposé, illustrant les dégâts du verger (6) à la suite du passage d'un burst swath.



Dommmages sur les toitures de la ferme (7). Outre les tuiles et ardoises envolées, des branches, parfois massives, issues du verger, sont venues transpercer les toitures.



La même ferme (7) vue de l'autre côté, celui protégé du vent. On remarque toutefois que les toitures sont endommagées et l'une d'entre elles s'est même complètement envolée. Ces dommages sont causés par un phénomène d'aspiration causé possiblement par une basse pression due au passage de fortes rafales au-dessus.



François Riguelle©Belgotage

Grange de la ferme (7) effondrée.



François Riguelle©Belgotage

La route située à côté de la ferme (7) est coupée par des arbres brisés ainsi que par des fils électriques.



Une autre ferme (8), qui se situe juste à la limite de la zone où les dégâts sont importants, n'a vu que quelques tuiles se déloger. A partir de cette limite, seulement quelques dégâts à la végétation sont observés au sud (9 et 10), mais l'orientation des branches brisées (et des arbustes couchés) indique qu'il s'agit encore de l'influence de la microrafale, vu qu'elle s'oppose au flux directeur.

Lorsqu'on revient plus au centre de la zone, les dégâts sont beaucoup plus importants. De nombreux arbres sont brisés ou déracinés dans un bosquet (11), dont des chênes et des frênes de bonne taille.

Une ligne de peupliers (12) voit aussi une dizaine d'arbres se briser, mais de façon très localisée, faisant penser au passage d'un burst swath.



Peupliers sectionnés à la suite du passage d'un vortex horizontal (12). La photo a été prise un mois après l'événement.

Non loin de là, un boisement de peupliers (13) est par contre complètement détruit. Une ligne de saules (14) subit aussi quelques dégâts. A l'inverse, le boisement situé plus haut par rapport à ce dernier point présente des dégâts plus conséquents et orientés différemment (dans le sens de la flèche blanche). Il pourrait s'agir de l'extrémité de la microrafale de Lathuy.

Ensuite, un marronnier est brisé (15) au sud de Jodoigne ainsi que des épicéas (16) dans une propriété qui voit aussi quelques tuiles s'envoler. Dans ce dernier endroit, plusieurs toitures d'une ancienne ferme subissent quelques dommages.



5.3.4. Analyse des dégâts A Saint-Jean-Geest et A Saint-Marie-Geest.

Ces deux villages ont été touchés par le prolongement de la microrafale de Jodoigne. L'école CEPES est d'ailleurs visible sur la carte ci-dessous (1).



De nombreuses habitations situées le long de la nationale 29 ont subi des dommages. Beaucoup de toitures ont vu une partie de leurs tuiles s'envoler (2). Mais ici c'est la végétation qui a le plus souffert.



Dégâts sur la toiture d'une habitation de la nationale 240, entre Jodoigne et Saint-Jean-Geest. (Entre 1 et 2)

En effet, de nombreux arbres ont été brisés ou déracinés, obstruant complètement le RAVeL (3).



Arbres brisés sur le RAVeL (3).



Les arbres situés sur les berges de la Grande Gette présentent aussi des dommages (4) à des degrés divers.



Dégâts observés sur des arbres dans la vallée de la Grande Gette.

Une habitation (5) a vu aussi en plus de tuiles déplacées, une vitre éclater sous la force du vent (d'après le propriétaire) et des pins ont été brisés en face de celle-ci.



Pins brisés à Saint-Jean-Geest (5).

Une exploitation fruitière a été fortement impactée. Plus de 18 000 arbres ont été détruits (6), notamment à cause de la chute d'une ligne à haute tension (la même qu'à Jodoigne). Un bosquet est également ravagé, de nombreux épicéas se retrouvant à terre (7).



Pylône à haute tension abattu à Saint-Jean-Geest (6 - sud). Crédit photo : Emmanuel Dubois



Autre pylône à haute tension couché sur une exploitation d'arbres fruitiers (6 - nord), endommageant de nombreux plants. Crédit photo : Emmanuel Dubois



Les maisons situées sur la bordure même du village de Saint-Jean-Geest subissent des dommages. De nombreuses tuiles s'envolent des toits (8), des arbres sont déracinés (9) et la porte d'une grange est arrachée par le vent (10).



Exemple de dégâts observés sur les habitations du village de Saint-Jean-Geest (8).

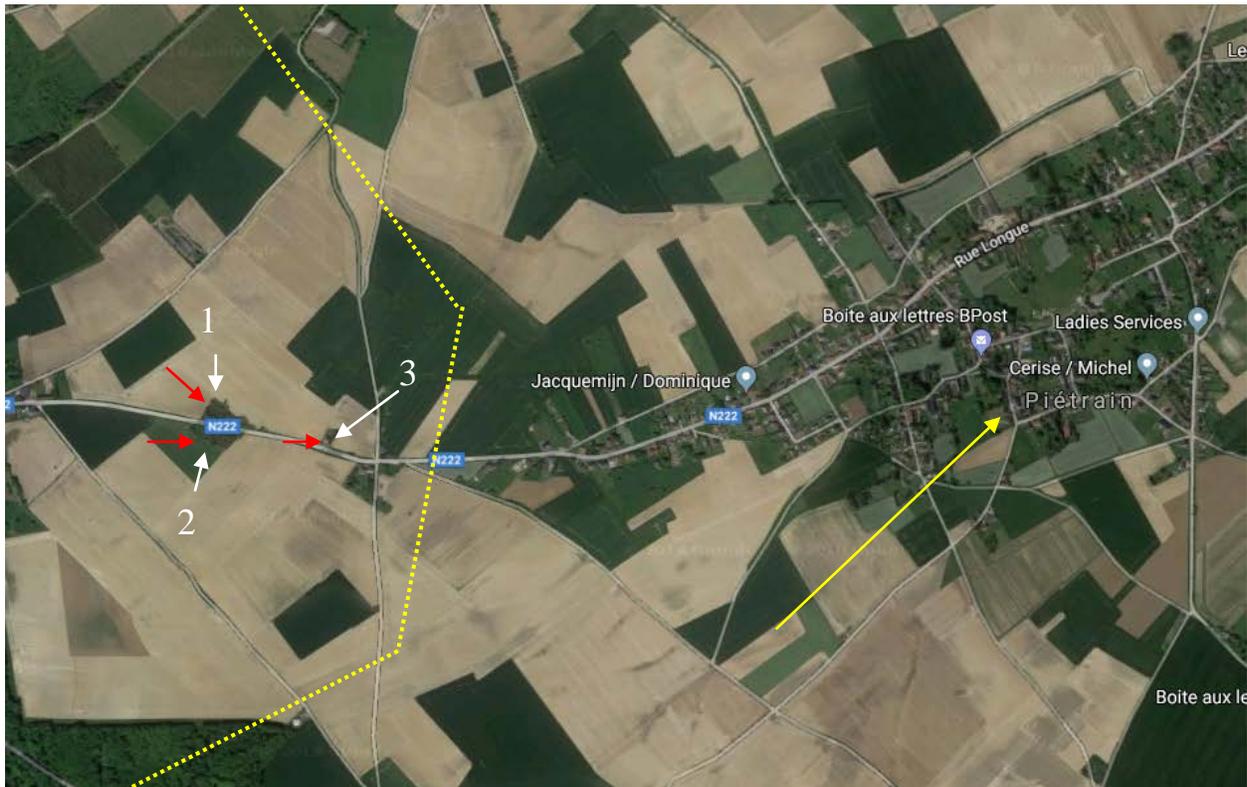


Porte d'une grange arrachée par le vent à Saint-Jean-Geest (10).



Quant au village de Saint-Marie-Geest, seulement sa partie sud a été effleurée par la rafale descendante. D'ailleurs, seulement quelques légers dégâts à la végétation sont observés (11).

5.3.5. Analyse des dégâts à Piétrain



Légende : pointillés jaunes : limite approximative de la zone de dégâts. Source : Google Maps

Seule l'extrémité ouest du village a été touchée par la rafale descendante. Les principaux dégâts sont limités à deux parcelles forestières qui sont ravagées (1 et 2). La particularité, c'est que les deux parcelles, qui sont séparés par une route, présentent des dégâts convergents. Cependant, nous n'avons pas pu trouver d'explication car la surface restreinte de ces parcelles ainsi que les champs qui les entourent limitent les investigations sur cette zone.



De très nombreux arbres sont déracinés ou brisés dans un bosquet à Piétrain (1), que ce soit des résineux ou des feuillus.



Autre vue d'une parcelle forestière dévastée à Piétrain (1).



Outre ces parcelles, une propriété subit quelques dommages (3). Ceux-ci se limitent à des tuiles envolées et des branches brisées sur des arbres.

5.3.6. Analyse des dégâts à Dongelberg



Légende : pointillés jaunes : limite approximative de la zone de dégâts. Source : Google Maps

Pour rappel, ce village situé en amont de Jodoigne a été touché par une microrafale très localisée.

Les dégâts se sont limités à un couloir de quelques dizaines de mètres de largeur, mais près d'un kilomètre de longueur.

Les premiers dégâts sont constatés dans le parc du château (1). De nombreux arbres sont endommagés dans un couloir étroit, si bien en largeur qu'en longueur.

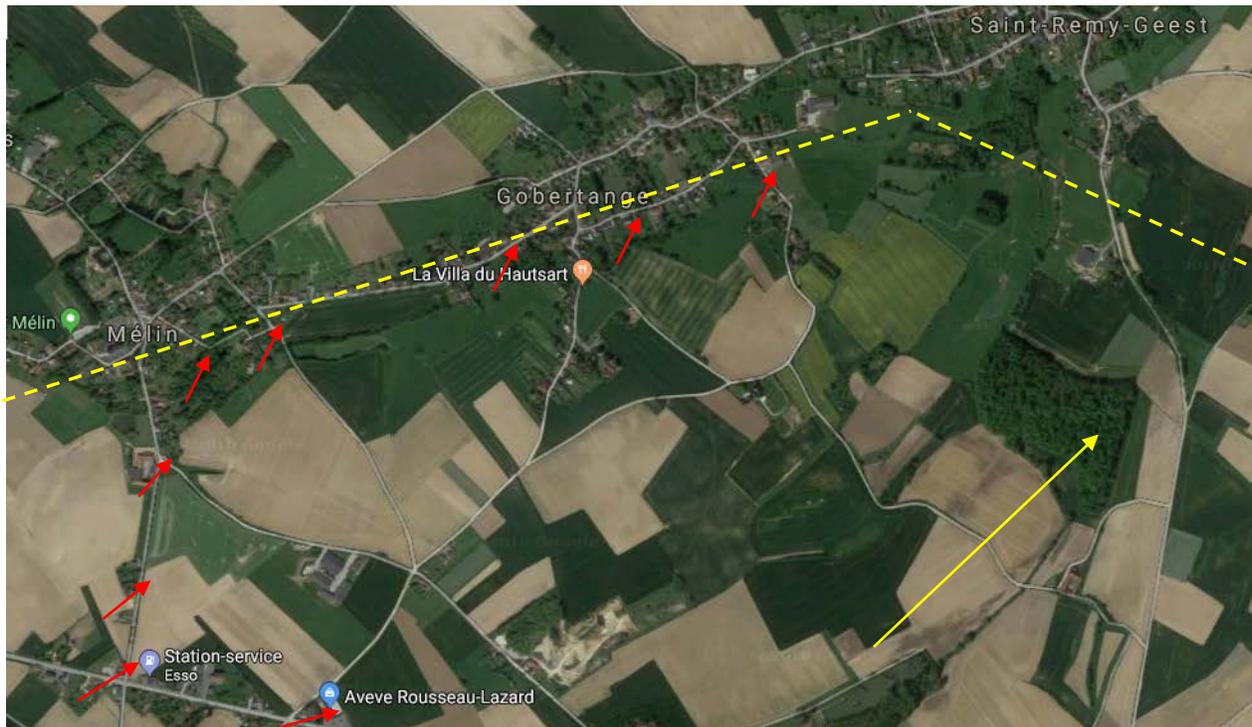


Une véritable tranchée est visible dans le parc du château de Dongelberg.
De nombreux arbres ont été abattus dans un couloir. La divergence
des dégâts trahit le passage d'une rafale descendante.

Ensuite le village est traversé mais les dégâts semblent se limiter à la végétation, avec des arbres endommagés ou déracinés. De l'autre côté du village, à l'extrémité du couloir, un champ de céréales est touché à son tour (2). Les traces laissées par les plants versés montrent une série de petits tourbillons bordant le couloir, pas plus large d'une quinzaine de mètres.



5.3.7. Analyse des dégâts à Mélin et Gobertange.



Légende : pointillés jaunes : limite approximative de la zone de dégâts. Source : Google Maps

Ces deux villages se trouvent à l'extrémité de la zone impactée par la rafale descendante de Lathuy.

Cependant, la partie sud-ouest de ces localités subissent pas mal de dégâts, surtout sur la végétation. En effet, de nombreux arbres sont endommagés.

Quelques toitures subissent également des dommages, mais ils se limitent à quelques tuiles ou ardoises envolées.



6. Liens et Références

http://www.flame.org/~cdoswell/publications/Moller_etal_16thSLS.pdf 4

<http://cat.inist.fr/?aModele=afficheN&cpsidt=2383492>

https://www.youtube.com/watch?v=hQC_5tQnkxg

<https://www.youtube.com/watch?v=r3SllmyHgUU>

<https://journals.ametsoc.org/doi/pdf/10.1175/1520-0477%282001%29082%3C0049%3ATDOTDT%3E2.3.CO%3B2>

<https://www.weather.gov/ohx/downbursts>

<http://www.enggjournals.com/ijet/docs/IJET17-09-03S-083.pdf>

<https://lib.dr.iastate.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=4194&context=etd>

https://www.ll.mit.edu/sites/default/files/publication/doc/2018-06/Wolfson_characteristics%20of%20microbursts%20in%20the%20US_LL%20journal_1988_JA-6120.pdf

<https://www.forums.meteobelgium.be/index.php?/topic/15854-orages-principes-et-dynamique-des-syst%C3%A8mes-convectifs/&page=2>

<https://www.meteobelgique.be/article/relevés-et-analyses/annee-2016/2149-resume-juin-2016.html>

<https://www.meteo.be/meteo/view/fr/27017721-Les+violents+orages+du+23+juin+2016.html>

<http://www.canalzoom.be/inondations-a-chastre/>

<https://www.rtl.be/info/regions/brabant-wallon/orages-le-hall-sportif-de-jodoigne-detruit-vos-photos-829264.aspx>

<http://www.canalzoom.be/violentes-intemperies-a-gembloux-walhain-et-chastre/>

<https://www.levif.be/actualite/belgique/les-violents-orages-ont-cause-d-impressionnants-degats-photos-videos/article-normal-516151.html>

https://www.tvcom.be/video/info/jodoigne-hall-baudouin-1er-eventre_17715_89.html

<https://www.levif.be/actualite/belgique/les-violents-orages-ont-cause-d-impressionnants-degats-photos-videos/article-normal-516151.html>