

ORAGES ET MICRORAFALES DU 28 JUILLET 2008 SUR LE NORD - PAS DE CALAIS



Cellule orageuse à maturité sur la commune de Violaines (Pas-de-Calais), le 28 juillet 2008 à 20h34. Photo : © E. WESOLEK

Des orages ponctuellement forts ont affecté la majeure partie du Pas-de-Calais et quelques arrondissements du Nord durant la soirée du lundi 28 juillet 2008. Occasionnant des dégâts assez nombreux mais le plus souvent peu sévères, ces orages se sont néanmoins illustrés par leur propension à provoquer des microrafales, vu qu'au moins deux d'entre elles ont été identifiées en moins d'une demi-heure dans la Gohelle, en y laissant des traces caractéristiques.

Emmanuel WESOLEK

KERAUNOS

Observatoire Français des Tornades et Orages Violents

Contexte synoptique

Même si une multitude de configurations sont capables de produire des orages sur le Nord et le Pas-de-Calais en été, on retrouve néanmoins une situation récurrente qui génère la majorité des orages estivaux sur notre région. Dans les grandes lignes, cette configuration consiste en la présence d'un contexte dépressionnaire et convergent en surface à l'avant d'un front froid progressant vers la région dans un flux dominant de secteur sud-ouest. Cette situation permet généralement d'alimenter la formation de lignes d'orages préfrontaux parfois forts.

C'est précisément cette configuration qui se met en place

sur le Nord - Pas de Calais le lundi 28 juillet 2008. Ce jour-là, un front froid aborde la France par l'ouest. A l'avant, un marais barométrique se constitue et prend au fil de la journée un caractère dépressionnaire (cf. Fig.1). Plusieurs minimums se forment et constituent autant de points de convergence des vents en surface. Cette convergence devient manifeste en journée sur la Picardie. Emmenée dans le flux de sud-ouest, cette ligne de convergence se positionne en soirée sur notre région. Or, ces lignes de convergence sont connues pour favoriser les déclenchements orageux, en contraignant l'air circulant près du sol à s'élever. Une telle action, appelée « forçage », permet dans des conditions

favorables de briser le couvercle des inversions, assez souvent présent dans les contextes d'advection massive d'air chaud en flux de sud.

Une configuration d'altitude propice vient alors se greffer au même moment sur ce contexte de surface favorable. En effet, le Nord - Pas de Calais est positionné ce 28 juillet à la jonction entre des hauts géopotentiels calés sur la Scandinavie et l'arrivée d'un thalweg qui aborde en fin de journée la Bretagne. Les premiers dirigent jusqu'en milieu de journée un flux à dominante est, dans lequel circule une masse d'air d'origine tropicale, c'est-à-dire à la fois chaude et humide. Ils cèdent ensuite le pas à l'influence du thalweg atlantique qui introduit du cyclonisme dans le flux et induit une dynamique favorable grâce à la présence corrélée d'une anomalie basse de tropopause (cf. Fig.2 et Fig.3).

L'ensemble permet de constituer une situation propice à la formation d'orages sur le nord du pays, grâce à une bonne mise en phase entre dynamisme atmosphérique d'échelle synoptique, forçages subsynoptiques et instabilité atmosphérique.

Analyse du profil atmosphérique régional

La reconstruction du profil atmosphérique qui prévalait le soir du 28 juillet sur le Nord - Pas de Calais, au moment des orages, permet de détailler les conditions d'instabilité et surtout de mettre en lumière les conséquences possibles de ce profil atmosphérique sur le temps sensible (intensité des précipitations, des rafales de vent, etc).

Dans le détail, voici quelques paramètres qui attestent de ce potentiel pour des orages parfois forts :

- CAPE : 1700 J/kg
- Lifted Index : -5°C
- Thompson Index : 33 (K=28,5)
- DCI : 29

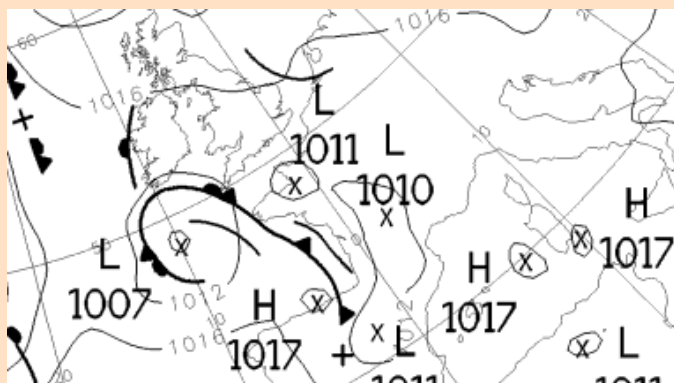


Fig. 1
Analyse de surface (UKMET) du 28 juillet 2008 à 14h locales. On y distingue le front froid qui aborde les côtes Atlantique et un marais barométrique dépressionnaire sur la France.

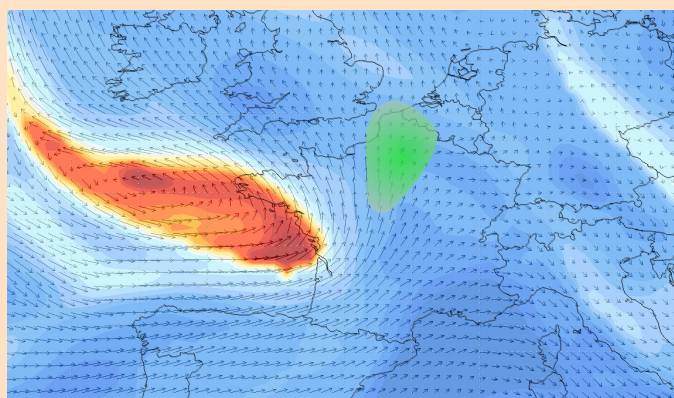


Fig. 2
Analyse du 28 juillet 2008 à 20h locales. Champ de vent à 300 hPa (flèches), altitude géopotentielle de la 1,5 PVU (anomalie basse en rouge) et zone de divergence principale liée à cette anomalie (en vert).

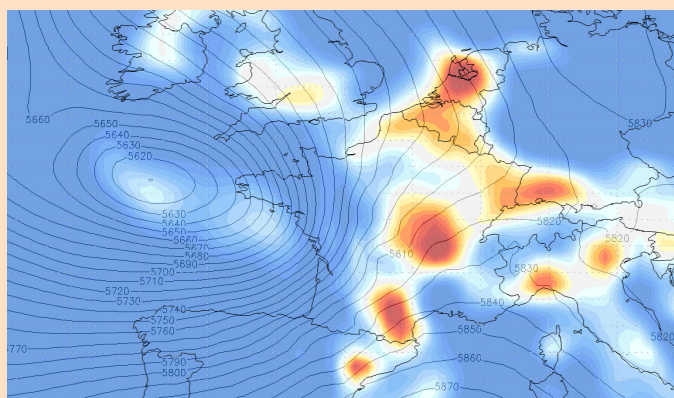


Fig. 3
Analyse du 28 juillet 2008 à 20h locales. Géopotential à 500 hPa (lignes), et énergie convective potentielle (CAPE) en plages de couleurs : orange = CAPE > 1500 J/kg ; rouge > 2000 J/kg.

Le niveau de condensation est à 900 mètres, le niveau d'équilibre à 11150 mètres, soit 300 mètres sous la tropopause. L'ensemble de ces indices témoignent d'une forte instabilité de l'atmosphère.

Les paramètres et indices utilisés pour la prévision des précipitations convectives affichent également des valeurs élevées, et notamment un contenu en eau précipitable de 44 mm et un THI de -182.

Pour ce qui concerne la grêle, les différents paramètres concordent sur un risque faible à modéré de chutes de grêlons dont les diamètres sont compris entre 1 et 2 cm.

Il ressort également de l'analyse la présence de faibles cisaillements à tous les niveaux, avec une SRH 0-3 km de 57 m²/s² et effective de 21 m²/s². Les cisaillements profonds sont faibles et l'ensemble ne permet pas la formation de supercellules et encore moins de tornades. Les conditions sont tout juste propices à la formation d'un MCS, pour peu que les forçages de surface soient constants et importants.

En revanche, le potentiel venteux est significatif, notamment sur deux points :

- les résultats des indices permettant de simuler la vitesse maximale des rafales descen-

dantes s'échelonnent entre 65 et 85 km/h,

- les indices de microrafales établissent pour trois d'entre eux un potentiel significatif et plus particulièrement le ThétaE Index (Atkins & Wakimoto, 1991) qui s'établit à un niveau de risque élevé (22°C).

En résumé, l'analyse du profil atmosphérique dégage un potentiel pour des orages parfois forts, accompagnés de fortes précipitations, parfois d'un peu de grêle et surtout de fortes rafales de vent pouvant prendre très localement la forme de microrafales (cf encart).

Résumé de la journée

Dans les faits, ce sont bien des orages de ce type qui se sont formés en soirée sur le nord du pays, et plus particulièrement sur le Pas-de-Calais.

Ce lundi 28 juillet débute sous quelques débordements nuageux venus de Belgique, où des orages ont sévi durant la nuit. Ces nuages, sous forme de plaques de Stratocumulus, concernent plus particulièrement la Pévèle et la région lilloise. Le soleil s'impose néanmoins partout dès la fin de matinée et les thermomètres se hissent en

début d'après-midi entre 26 et 29°C sur le Nord - Pas de Calais. Ils culminent par exemple à 28.7°C à Lille, 29.6°C à Armentières, 29.8°C à Loon-Plage, ou encore 30.0°C à Linselles. L'humidité est importante, avec des points de rosée oscillant entre 18 et 20°C. Une faible convection s'enclenche alors rapidement, générant des petits Cumulus tout l'après-midi. Aucun d'eux ne parvient à se développer sensiblement avant la fin d'après-midi où, venus de Picardie, des Cumulonimbus organisés autour d'une ligne de convergence gagnent le Nord - Pas de Calais

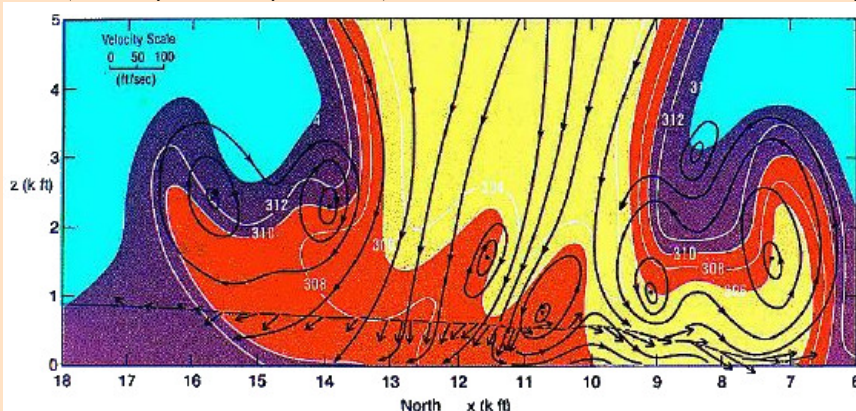
Qu'est-ce qu'une microrafale ?

Les orages sont schématiquement composés d'un **courant ascendant** d'air chaud et d'un **courant descendant** d'air froid. Ces deux courants peuvent être d'intensité variable en fonction du profil thermique et hygrométrique de l'atmosphère. La **microrafale** est une forme particulière que peut adopter un courant descendant. En effet, ce dernier peut prendre essentiellement deux formes :

1 - la forme de loin la plus courante est un **front de rafales**, c'est-à-dire un pseudo front froid qui génère des rafales de vent assez homogènes de place en place et qui se propagent horizontalement en ligne droite. Les fronts de rafales génèrent rarement des vents supérieurs à 120 km/h. Même s'ils sont extrêmement courants, les fronts de rafales n'en sont pas moins parfois destructeurs ;

2 - en léger retrait par rapport à ce front de rafales peut parfois se constituer un courant descendant extrêmement virulent, qui vient s'étaler au sol en provoquant des vents destructeurs et fortement divergents ; si la zone concernée fait moins de 4 km de large, on parle de **microrafale**, à défaut il s'agit de **macrorafale** (4 à 10 km de large). Au sein de ces micro- ou macrorafales, des zones étroites encore plus sévèrement dévastées peuvent être observées. Ordinairement contenus dans des zones relativement rectilignes, typiquement larges d'une centaine de mètres, ces dégâts sont consécutifs à des « burst swathe », à savoir des zones de sur-destruction au cœur d'une microrafale. Les vents peuvent alors y excéder 250 km/h. Alors qu'un front de rafales peut subsister durant plusieurs heures et accompagne le plus souvent un orage durant toute sa phase de maturité, une micro- ou une macrorafale a une durée de vie brève, de l'ordre de 5 minutes, et ne fait que ponctuer brièvement la vie d'une cellule orageuse.

Comme le montre la figure ci-dessous, la microrafale est typiquement associée à un rotor d'axe horizontal, plus marqué dans le sens de déplacement de l'orage, qui provoque visuellement la constitution d'un « pied de pluie », c'est-à-dire d'une intrusion des précipitations (mêlées parfois de poussières) dans l'air sec situé à l'avant du rideau de pluie.



Simulation des vents (flèches) et de l'entraînement des météores (plages de couleurs) au sein d'une microrafale type
D'après Caracena, Holle & Doswell : *Microbursts: A Handbook for Visual Identification*

Les microrafales sont des phénomènes relativement rares en France, car elles nécessitent des conditions atmosphériques spécifiques pour se former. Le plus souvent, il s'agit de microrafales humides, c'est-à-dire accompagnées de précipitations intenses, qui résultent de la présence d'air chaud et humide près du sol, surplombé dans les couches moyennes par de l'air sec et frais. C'est cette configuration qui était présente sur le Pas-de-Calais ce 28 juillet 2008.

par le sud.

Les premiers orages abordent le Montreuillois vers 18h locales. Ils remontent alors lentement vers le Boulonnais en présentant déjà de fortes intensités pluvieuses. A partir de 19h locales, de nouvelles cellules orageuses se forment sur le Ternois et l'Arrageois.

Vers 20 heures, les cellules sont organisées sous la forme d'une ligne qui s'étire de Calais à Arras. Les précipitations restent localement intenses et de fortes rafales de vent sont observées par endroits. Sous certaines cellules, des nuages-murs de petite dimension se constituent, notamment près du bassin lensois. Ils témoignent de la puissance des ascendances et du renforcement de l'humidité dans les basses couches atmosphériques, comme le confirment les sommets pénétrants observés sur les images satellite.

Entre 20h30 et 20h45, la ligne orageuse se décale lentement vers l'est et prend un caractère très actif. Elle présente une forte activité électrique (plus de 10 décharges par minute) et des intensités pluvieuses marquées. Sur le secteur de Rouvroy et d'Acheville (Pas-de-Calais), une cellule vigoureuse, positionnée en queue de ligne, génère une violente averse mêlée de grêle. Un peu partout sur son passage, la ligne orageuse génère de forts cumuls pluviométriques, comme à Watten, où 45,0 mm sont relevés en 40 minutes, ou encore à Armentières où une intensité pluviométrique maximale de 287 mm/h est enregistrée.

A partir de 21 heures, la ligne orageuse migre vers la moitié nord du département du Nord en conservant une activité soutenue. Elle évacue alors peu à peu la région en gagnant le nord de la Belgique et la mer du Nord.

Inventaire des dégâts et bilan des microrafales

Cette ligne d'orages a provoqué de nombreux dégâts sur la région, liés soit à la violence des

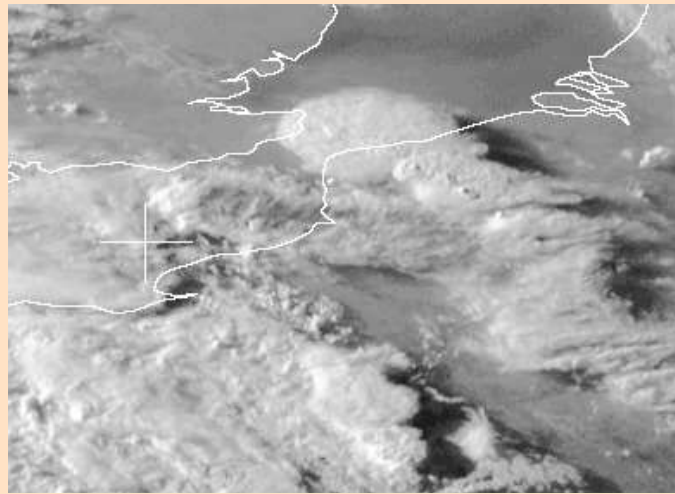


Fig. 4
Image satellite METEOSAT du 28 juillet 2008 à 20h locales. La ligne orageuse arrive à maturité et plusieurs sommets pénétrants témoignent de la vigueur des ascendances.



Fig. 5
Image satellite NOAA du 28 juillet 2008 à 22h locales. Les cellules se sont soudées en une structure de méso-échelle, constituant ainsi un MCS actif, qui évacue le Nord - Pas de Calais en prenant la direction de la mer du Nord. On voit déjà d'autres cellules orageuses du Centre jusqu'à la Picardie et au sud de l'Angleterre. Associés au passage du front froid, ces orages balaieront en milieu de nuit le Nord et le Pas-de-Calais avec des intensités modérées, grâce au maintien de profils atmosphériques instables sur la région (CAPE > 500 J/kg).

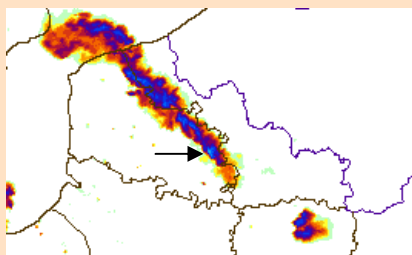
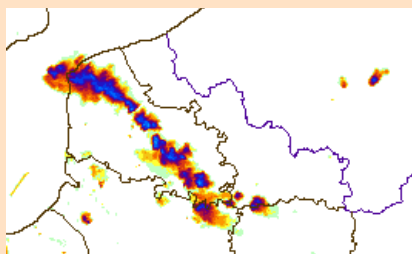


Fig. 6 et 7
Images issues des radars de METEO FRANCE, à 19h45 et 20h45 locales. On remarque qu'au cours de l'heure qui sépare les deux images, les cellules se sont constituées en un ensemble cohérent et continu pour constituer un MCS (Système Convectif de Méso-Echelle). L'image de 20h45 (en bas) montre une cellule particulièrement active à l'extrémité sud du système. C'est cette cellule, désignée par la flèche, qui occasionne à ce moment précis une microrafale sur Acheville. L'extrémité sud des systèmes convectifs linéaires est connue pour être particulièrement propice à la formation de cellules vigoureuses grâce notamment au renforcement local du cisaillement des vents. Ce cas vient confirmer la règle.

pluies, soit à la force du vent soit à l'activité électrique importante observée sous la majorité des cellules convectives qui ont composé cette ligne orageuse. La majorité des dégâts sont concentrés sur un axe qui s'étire de la Gohelle jusqu'à l'Audomarois et au Dunkerquois.

Pour l'essentiel, une fois les orages évacués, on déplorait les destructions suivantes :

- dégâts dûs à la foudre à Coulogne (62) et notamment des véhicules embrasés,
- maison foudroyée et embrasée à La Gorgue (59),



Fig. 8
Grosse branche d'arbre arrachée à Acheville, au cœur de l'axe principal suivi par la microrafale.



Fig. 9
Trace au sol de vents violents, dirigés vers le bas et divergents, produisant un écrasement typique des cultures sur plusieurs centaines de mètres.



Fig. 10
Vue de profil d'un champ balayé de la droite vers la gauche (soit du sud vers le nord) par la microrafale accompagnée par une chute de grêle. L'action conjuguée d'un abattement de vent et du poids de la grêle crée ce type de traces.

terre et une toiture littéralement envolée. Aucun blessé n'est à déplorer.

Les trombes d'eau qui se sont abattues hier sur l'Arrageois ne sont pas passées inaperçues. Dans le secteur d'Acheville et Rouvroy, des habitants ont vu « des grêlons ». Rue du Maréchal-Leclerc, à Acheville, Jean Muczka n'en revient toujours pas: la toiture de son garage, en tôles fibro, s'est littéralement envolée. « On a juste entendu les grêles claquer sur les vitres devant », raconte son épouse.

Ni l'un ni l'autre n'ont entendu de fracas. « Juste après, je me suis dit : tiens, je vais aller voir si tout va bien ... », explique Jean. Et rien n'allait plus. Sa Renault 21 et sa Ford Focus avaient disparu sous la toiture, effondrée et envolée. La porte du garage semble avoir explosé. Une poutre de maintien « est partie à l'angle droit. » Un « spectacle » ahurissant. Seule une des deux voitures a subi des coups. Dans le jardin, un des deux sapins, haut de huit mètres, a été déraciné. Incroyable selon Jean Muczka, qui habite là depuis vingt-huit ans, et n'a jamais rien vu de pareil. « En septembre, le sapin qui est devant, je le fais couper ! », prévoit Jean.

Le couple a obtenu de l'aide des sapeurs-pompiers de Billy-Montigny, qui sont également allés faire un tour rue du Général-De-Gaulle : en bout de route, plusieurs tuiles ont été arrachées. Sur une autre façade, les volets roulants semblent avoir été soufflés.

- toit fortement endommagé par la foudre à Nortkerque (62),
- maison foudroyée à Liévin (62),
- toit effondré sous le poids de l'eau à Haverskerque (59),
- inondations au Portel (62),
- inondations de caves et coupures de courant à Watten (59),
- inondations de caves dans le secteur de Dunkerque (59),
- inondations à Pernes et dans le secteur de Saint-Pol-sur-Ternoise (62),

- inondations en Audomarois (62),
- quelques inondations dans le Béthunois (62).

Mais c'est sur Acheville (62) que les dégâts les plus spectaculaires ont été observés. La description qui en est faite par *La Voix du Nord* (édition du 29 juillet 2008) est éloquent :

Des dégâts ont été recensés à Acheville, entre Arras et Hénin-Beaumont : tuiles arrachées, câbles électriques tombés à

Une enquête menée sur place témoigne d'un cas typique de microrafale de faible intensité (cf Fig.8, Fig.9 et Fig.10), avec une zone de dégâts occasionnés par un vent horizontal divergent, concentrés dans un périmètre voisin de deux kilomètres, avec un axe principal de 300 mètres de large sur 800 mètres de long. Les principales zones de dégâts sont répertoriées sur la carte ci-après :

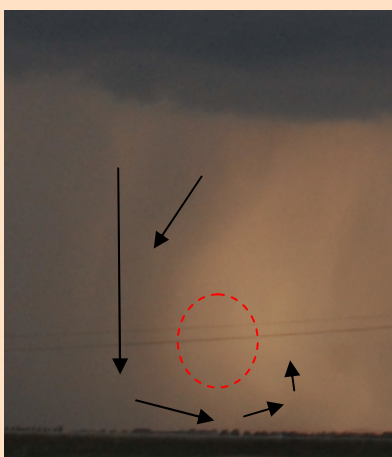


Une quinzaine de minutes avant cet événement, une autre cellule orageuse circulant un peu plus au nord généra également une faible microrafale, sur la commune de Bully-les-Mines, également dans le Pas-de-Calais (cf Fig.11).

En conclusion, cet épisode orageux a certes entraîné quelques dégâts, mais il ne présente pas de caractéristiques exceptionnelles pour le Nord - Pas de Calais. Des dégradations orageuses de ce type sont en effet observées plusieurs fois par an sur cette région. Cet épisode se distingue néanmoins par la survenue de deux microrafales, phénomène peu courant à l'échelle régionale comme à l'échelle nationale. On constate néanmoins que ces microrafales furent sensiblement plus faibles que celles déjà observées sur le Pas-de-Calais le soir du 19 juillet 2006, à Palluel et à Verton.

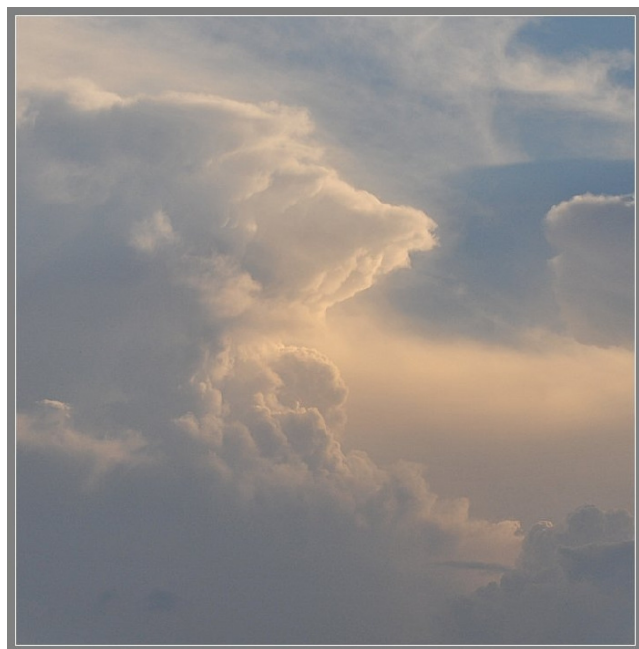


Ce cliché, pris le 28 juillet à 20h22 en direction de Bully-les-Mines (Pas-de-Calais), montre plusieurs cellules orageuses parvenues à maturité. Celle de droite présente un rideau de pluie consistant, notamment dans sa partie la plus à droite, mais tout à fait classique dans sa structure. A l'inverse, les deux rideaux de pluie situés à gauche montrent deux faibles microrafales en cours de propagation : deux pieds de pluie avec rotor constitué sont en effet aisément identifiables (cercles rouges ci-dessous).



Le zoom effectué sur le pied de pluie de gauche montre bien le phénomène. Le cercle rouge positionne le rotor principal, associé classiquement à une absence de précipitations et par conséquent à une zone plus claire.

Photo : © E. WESOLEK



◀ Visible depuis Lille (Nord), ce 28 juillet à 19h40, une agitation convective s'empare du Pas-de-Calais, voisin d'une vingtaine de kilomètres. Les sommets bouillonnants des Cumulonimbus sont propulsés aux confins de la troposphère, vers 11.000 mètres d'altitude. Dans une ambiance étouffante et tropicale, une soirée électrique se prépare sur le Nord - Pas de Calais...

Photo : © E. WESOLEK

Etude réalisée et rédigée par Emmanuel WESOLEK / KERAUNOS.
© Tous droits réservés. 03/08/2008
La diffusion de cette étude est exclusivement autorisée sur le site Internet de l'Observatoire Français des Tornades et des Orages Violents KERAUNOS.