30 mai 2013

«Vaisseau mère en approche»

Crédit photo : **Samina Verhoeven – Belgorage**

Dossier réalisé par :

Robert Vilmos
Membre responsable de Belgorage

Jean-Yves Frique
Cofondateur de Belgorage

Tous droits réservés © Belgorage : www.belgorage.be

En ce 30 mai 2013, le contexte météorologique est favorable au développement d'orages violents.

Notre équipe va pouvoir goûter aux joies que connaissent les traqueurs américains, à savoir admirer, photographier et filmer de superbes structures orageuses de type supercellulaire.

Et pour couronner le tout, une probable tornade nocturne vint s'inviter de façon totalement inattendue, clôturant ainsi une journée exceptionnelle.

Tous droits réservés © Belgorage : www.belgorage.be

1. Prévisions du Storm Prediction Center

Bulletin émis le 30 mai 2013 à 12h57 Z ou 7h57 L.T.

Situation synoptique

Le premier élément à considérer pour le moment est le développement prévu, en fin d'après-midi, d'orages isolés près de la « dry line » en raison d'un important réchauffement du sol et des basses couches. Dans leur déplacement vers l'est, ces orages seront à l'origine d'un important risque de grêlons énormes et de tornades.

Un mince secteur orienté NNE-SSW, allant du centre-est du Kansas jusqu'à la région de la Red River en Oklahoma (sud de cet État) et jusqu'au nord du Texas, connaîtra des conditions idéales pour les supercellules. Une zone fort humide est prévue à l'avant de la « dry line » avec des points de rosée de 18 à 22°C. La MLCAPE montera jusqu'à des valeurs de 3000 à 5000 J/kg tandis que les cisaillements pourraient atteindre 55-65 nœuds. Les hodographes en prévoient une forte augmentation dans la zone décrite ci-dessus, celle qui présente le plus gros risque de grêle et de tornades, entre 19 et 22 h L.T. lorsque le jet de basses couches atteindra son maximum.

Contrairement à hier, la géométrie du flux lié au creux orienté SE-NW tendra à rendre le cisaillement 0-6 km et les vecteurs du vent moyen presque orthogonaux (perpendiculaires) par rapport à la « dry line ». Cela augmentera le caractère individuel (c.-à-d. non multicellulaire) et supercellulaire des orages.

Cependant, même si certains signes sont évidents pour les risques décrits ci-dessus, il subsiste des incertitudes sur le potentiel plus au nord sur la haute vallée du Missouri, sur les Plaines septentrionales et sur la région du Corn Belt. Ces incertitudes sont les suivantes :

a) Une attention est portée sur une convection encore en cours (cette nuit et ce matin), présente sur l'est de l'Oklahoma et les reliefs de l'Ozark et se déplaçant en début de matinée vers le nord en direction de la vallée du Missouri et vers le nord-nord-ouest en direction du Kansas. Cette activité perturbera la structure de la masse d'air en modifiant la couche limite, avec un certain mélange d'air humide et d'air moins humide.

Tous droits réservés © Belgorage : www.belgorage.be

b) Un manque de foyers définis où la convection est censée démarrer.

c) Une augmentation rapide de la pression à l'arrière du creux, ce qui réduira l'instabilité des couches moyennes.

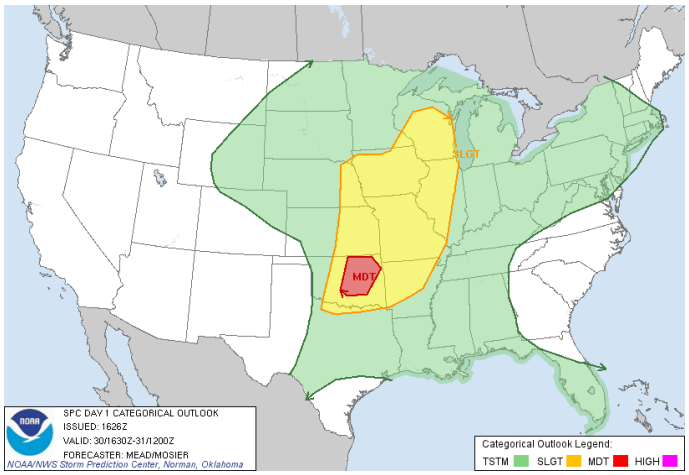
d) Une inversion couvercle réduira peut-être plus fortement le nombre d'orages, particulièrement dans la région de la Red River et sur l'ouest, le sud-ouest et le centre du Texas. Mais les orages qui parviendront à se développer à certaine distance de la « dry line » présenteront de toute façon un risque élevé de gros grêlons et de rafales destructrices jusque tard le soir.

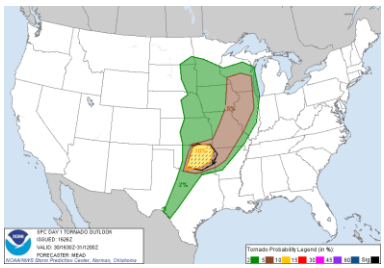
e) Le secteur humide dont il a été question plus haut est vraiment fort étroit, ce qui limitera les créneaux temporels où des supercellules pourraient se former. Mais le risque élevé de tornades et de grêlons énormes restera présent sur l'Oklahoma et éventuellement sur le sud du Kansas, même si le niveau d'ensemble du risque orageux sera plutôt faible.

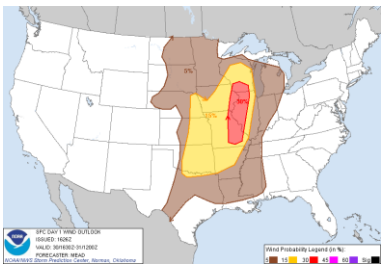
Une fois que ces incertitudes seront plus ou moins levées, il deviendra possible de mieux évaluer et mieux délimiter la zone à gros risque de tornades et de gros grêlons.

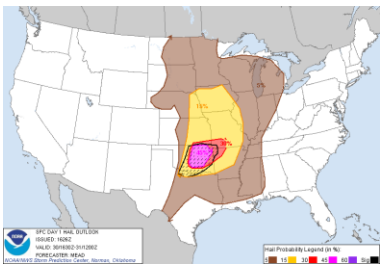
Tous droits réservés © Belgorage : www.belgorage.be

Cartes émises à 16h30 UTC







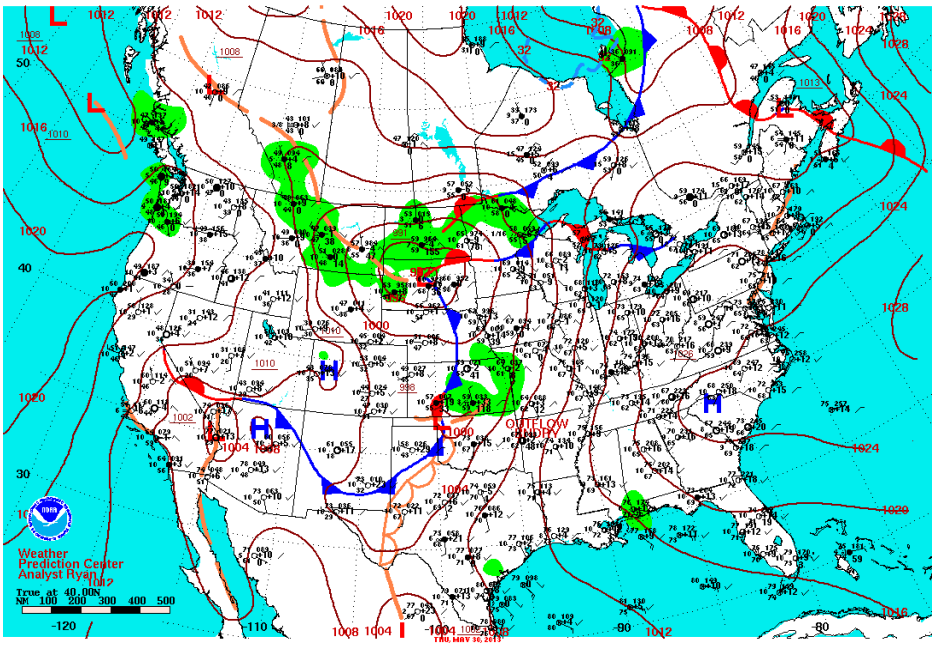


Source: **Storm Prediction Center**

Tous droits réservés © Belgorage : www.belgorage.be

2. Analyse de la situation météorologique

En ce 30 mai, une dépression thermique se développe sur l'est de l'Oklahoma et du Kansas. La « dry line » concerne, quand à elle, toutes les régions situées au sud-est de cette dépression thermique. C'est ainsi que des courants de surface de secteur sud à sud-est amènent des courants chauds et humides sur le centre et l'est de l'Oklahoma, sur le nord du Texas et sur le sud du Kansas.

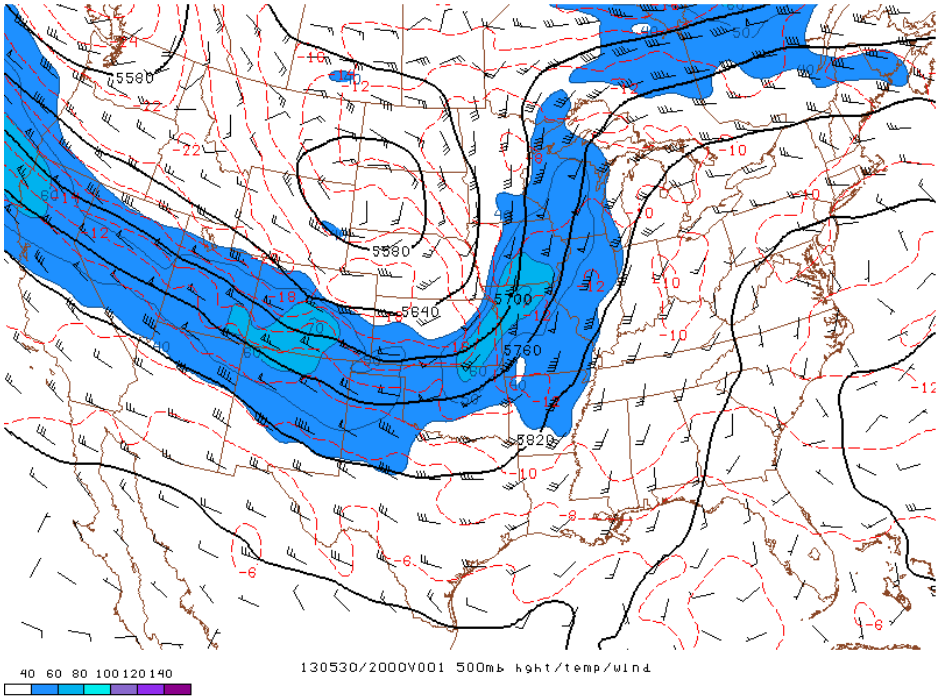


Analyse de surface

Source : **NOAA**

Tous droits réservés © Belgorage : www.belgorage.be

En altitude, une goutte froide s'isole sur le nord des États-Unis. Ainsi, toutes les régions situées au sud de celle-ci sont soumises au passage d'un puissant courant jet qui s'étire du nord-ouest des États-Unis jusqu'à la région des Grands Lacs, en passant par le centre de la « Tornado Alley ».



Isohypses - Vitesse et direction du vent à 500 hPa

Source : **Storm Prediction Center**

Pour être plus complet (et plus précis), les États de l'Oklahoma et du Kansas sont en fait soumis conjointement à de fortes divergences d'altitude attribuées à l'entrée gauche et sortie droite de deux courants jets « secondaires » (au sein du courant jet principal).

Nous avons donc une situation « classique » en cette période de l'année avec une association instabilité-dynamique particulièrement marquée sur l'État de l'Oklahoma.

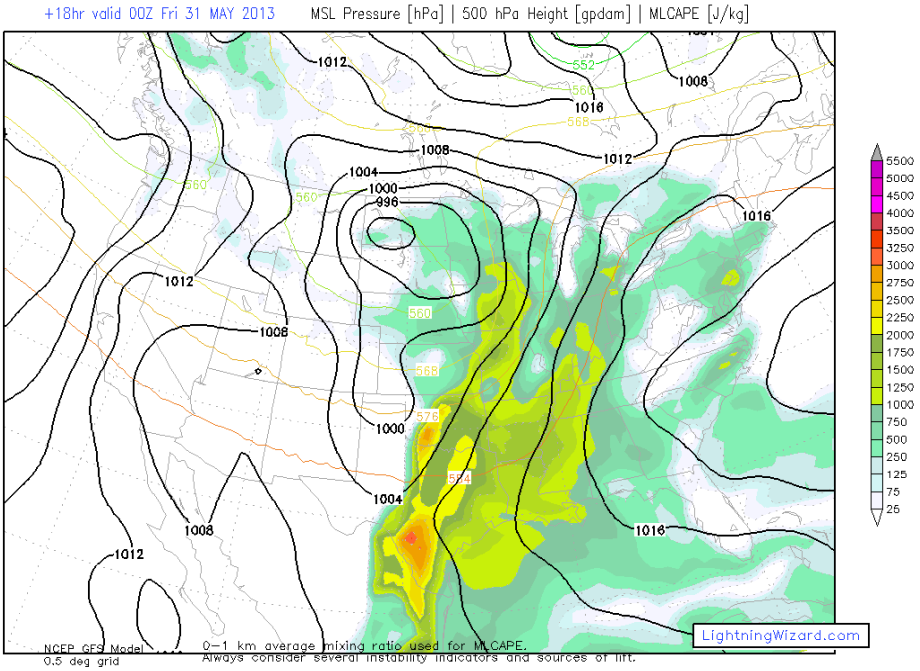
Tous droits réservés © Belgorage : www.belgorage.be

3. Prévisions des paramètres issus des modèles météorologiques

Nous allons maintenant reprendre les principaux paramètres émis par le modèle météorologique GFS.

a. L'instabilité

Les valeurs prévues par le modèle en seconde partie de journée sont particulièrement élevées (MLCAPE supérieure à 2500 J/kg sur l'Oklahoma et le Texas).



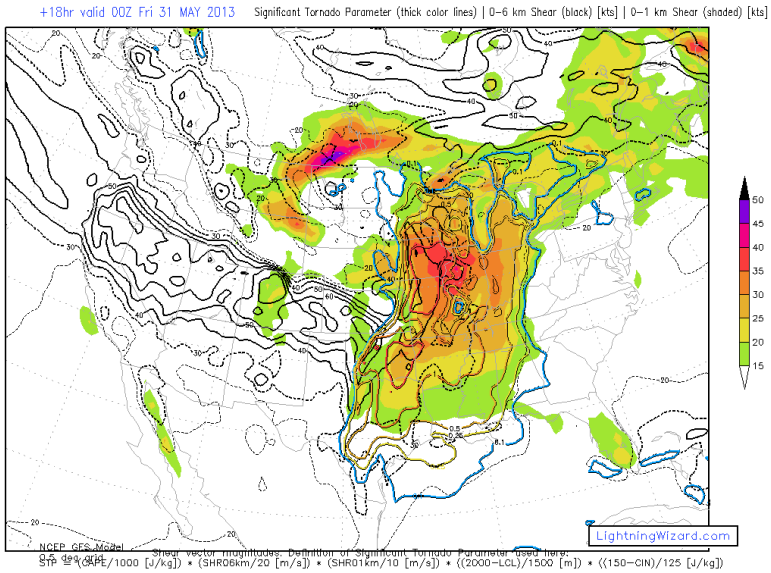
Prévision du modèle GFS pour les valeurs de la MLCAPE à 00h UTC

Source : **Ligthning Wizard**

Tous droits réservés © Belgorage : www.belgorage.be

b. La dynamique

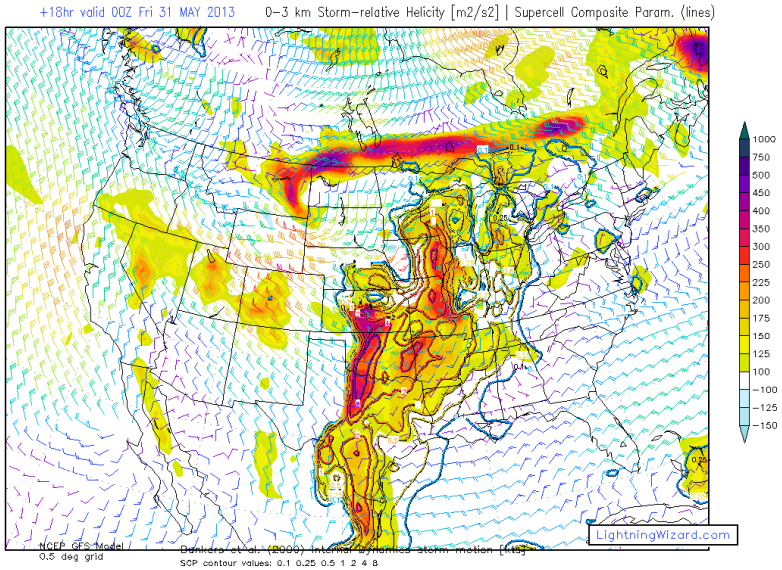
La présence d'un courant jet augmente les cisaillements des vents de vitesse. Ceux-ci atteignent des valeurs élevées (cis 0-6 km supérieurs à 20 m/s sur l'est de l'Oklahoma).



Prévision du modèle GFS pour les valeurs des cisaillements 0-6km à 00h UTC

Source : **Ligthning Wizard**

La présence d'un vent tournant avec l'altitude (vent de sud à sud-est en surface passant au secteur ouest en altitude) augmente très significativement les cisaillements des vents de direction (valeurs de la SRH 0-3 km supérieures à 400 m²/s² sur le centre et l'est de l'Oklahoma).



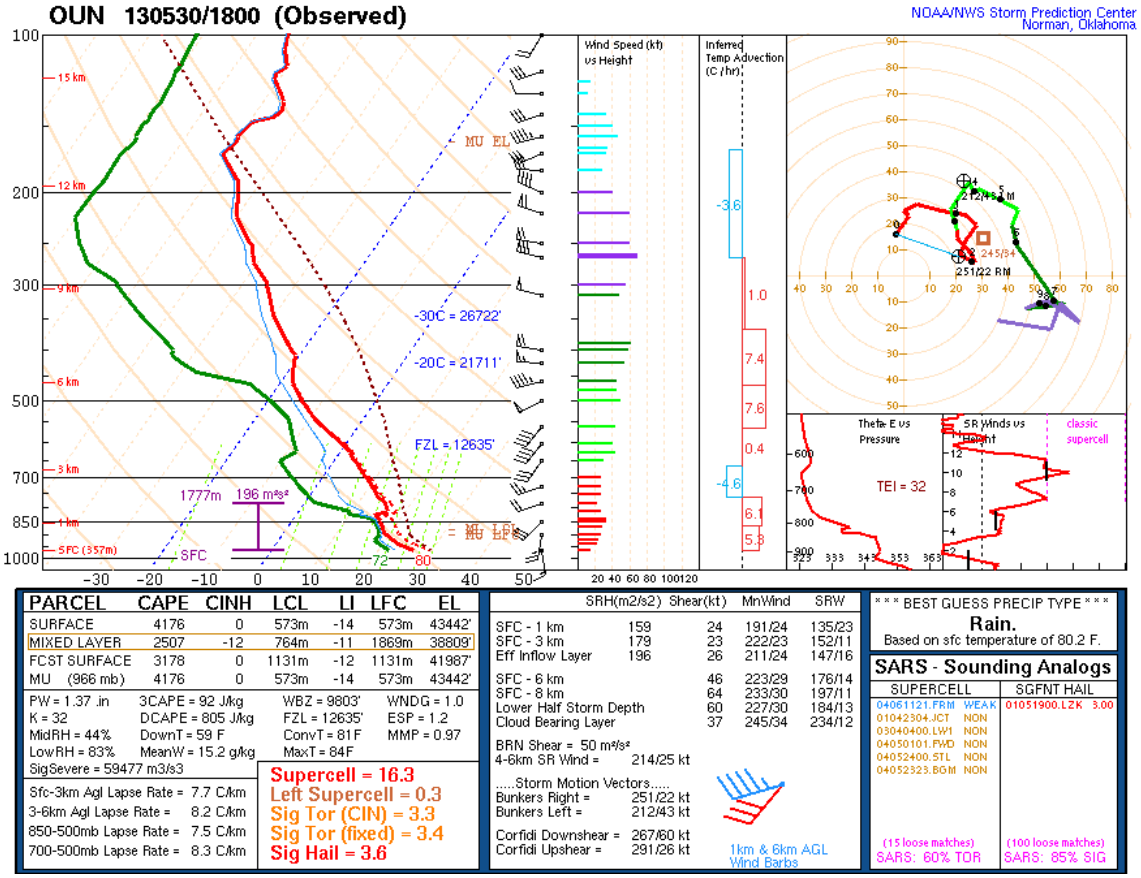
Prévision du modèle GFS pour les valeurs de la SRH 0-3 km à 00h UTC

Source : **Ligthning Wizard**

Tous droits réservés © Belgorage : www.belgorage.be

4. Résumé du contexte météorologique

Voici le profil du radiosondage de Norman du 30 mai 2013 à 18 heures UTC



Source : **Storm Prediction Center**

Sur ce radiosondage, les valeurs, autant en instabilité qu'en dynamique, confirment un potentiel supercellulaire important ainsi qu'un potentiel tornadique significatif.

Précisons cependant que ce radiosondage ne montre que la situation observée à cet endroit-là et à cette heure-là. C'est ainsi que le potentiel supercellulaire peut s'avérer encore plus favorable pour d'autres endroits, et à d'autres moments.

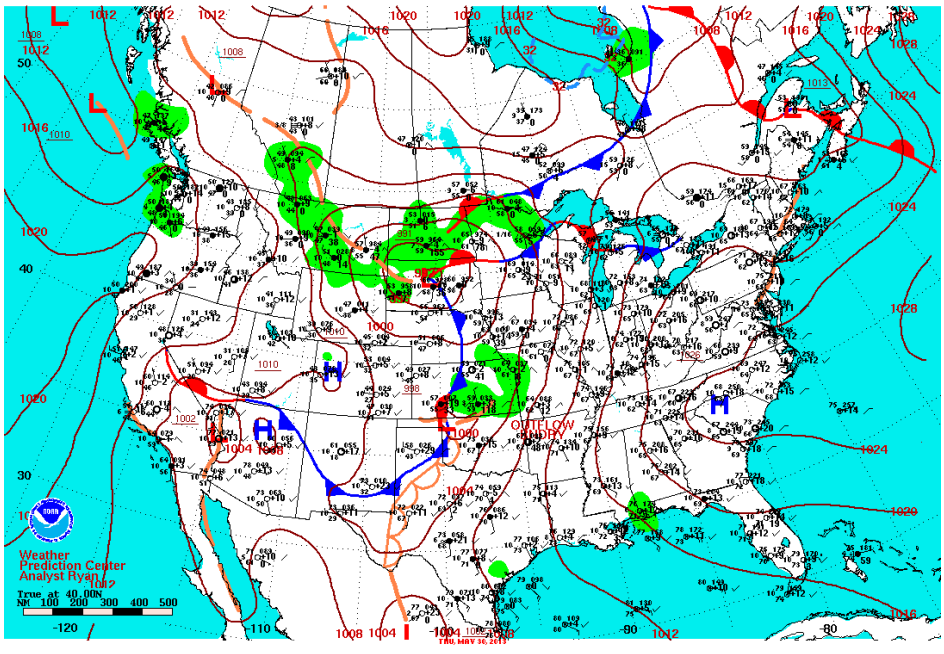
Tous droits réservés © Belgorage : www.belgorage.be

5. Observations détaillées du type de temps

La région qui nous intéresse aujourd'hui est l'Oklahoma. Cet état américain, depuis plusieurs jours déjà, se trouve majoritairement du côté chaud d'un train de perturbations qui traversent les États-Unis d'ouest en est. Les cartes d'altitude nous montrent un flux zonal avec la typique déviation liée aux Montagnes Rocheuses, avec la formation d'un creux barométrique sous le vent de ce massif montagneux. Il en résulte donc un flux d'ouest-sud-ouest qui, lentement, bascule au sud-ouest, puis au sud sur toute la partie centrale du continent nord-américain à la suite de l'amplification du creux en question qui, en ce 30 mai, finit par former une circulation fermée.

En surface, nous retrouvons au fil des jours toute une série de petites dépressions liées aux ondulations du front mais une tendance dépressionnaire plus stationnaire reste accrochée à une zone s'étendant de l'est du Colorado et de l'ouest du Kansas jusqu'au nord du Texas en passant par l'ouest de l'Oklahoma. Ces basses pressions sont à la fois thermiques en raison de la surchauffe du sol des Hautes Plaines et dynamiques en raison du creux sous le vent des Rocheuses.

Revoyons à présent la carte du jour :



Analyse de surface

Source : **NOAA**

Tous droits réservés © Belgorage : www.belgorage.be

Nous voyons en effet que l'Oklahoma se trouve presque entièrement dans les flux chauds, seul le « panhandle », à l'extrême ouest, est du côté froid. Ce froid est d'ailleurs très relatif. Il n'y a qu'en altitude qu'une véritable différence est perceptible. Les basses couches sont tellement réchauffées par les terres arides des Hautes Plaines qu'on peut franchement parler de canicule, même du « mauvais » côté du front. En outre, comme nous le verrons plus loin, ce front reculera, de telle façon que l'après-midi, c'est pratiquement tout l'Oklahoma qui se retrouve dans le secteur chaud.

Dans celui-ci, une « dry line » se dessine, avec un temps sec et caniculaire du côté ouest, et un temps un brin moins chaud, humide et orageux à l'est. Plus en détail, nous pouvons dire que du côté de Guymon par exemple, située à un petit mille mètres d'altitude sur les Hautes Plaines de l'ouest de l'état, le temps est très ensoleillé et venteux, et extrêmement sec avec des températures de 34-35°C.

À Altus, située dans le sud-ouest du pays, la « dry line » ne passe qu'en milieu de journée. La matinée est donc nuageuse, avec un mix de cumulus et de stratocumulus, mais ensuite un vent chaud se met à souffler en rafales et le ciel se dégage presque tout à fait. Seuls quelques très discrets cumulus humilis parviennent à se développer encore. En outre, comme Altus est déjà située plus bas en altitude (400 mètres), l'air est encore plus chaud que sur les Hautes Plaines, avec des températures de 37, voire 38°C en fin d'après-midi.

Carnegie, à une centaine de kilomètres à l'ouest-sud-ouest d'Oklahoma City, n'est affectée que quelques heures par la « dry line ». Nous avons donc, là aussi, des stratocumulus matinaux, suivis de cumulus se développant rapidement en matinée jusqu'au stade mediocris, tandis qu'au-dessus, le ciel est voilé par d'épais cirrus. Puis le ciel devient parfaitement serein en début d'après-midi, sauf vers l'horizon à l'est, où l'on voit de beaux développements de cumulonimbus orageux.

Il faut savoir que la limite avec l'air humide n'est jamais bien loin. À Anadarko et Chickasha, situées à une cinquantaine de kilomètres seulement plus à l'est, il n'est plus du tout question de « dry line ». Le ciel, l'après-midi, est menaçant et contrasté, avec évolutions supercellulaires, fortes averses et températures descendant temporairement à 18°C sous les rafales descendantes.

Tous droits réservés © Belgorage : www.belgorage.be

Crédit photo : **Samina Verhoeven – Belgorage**

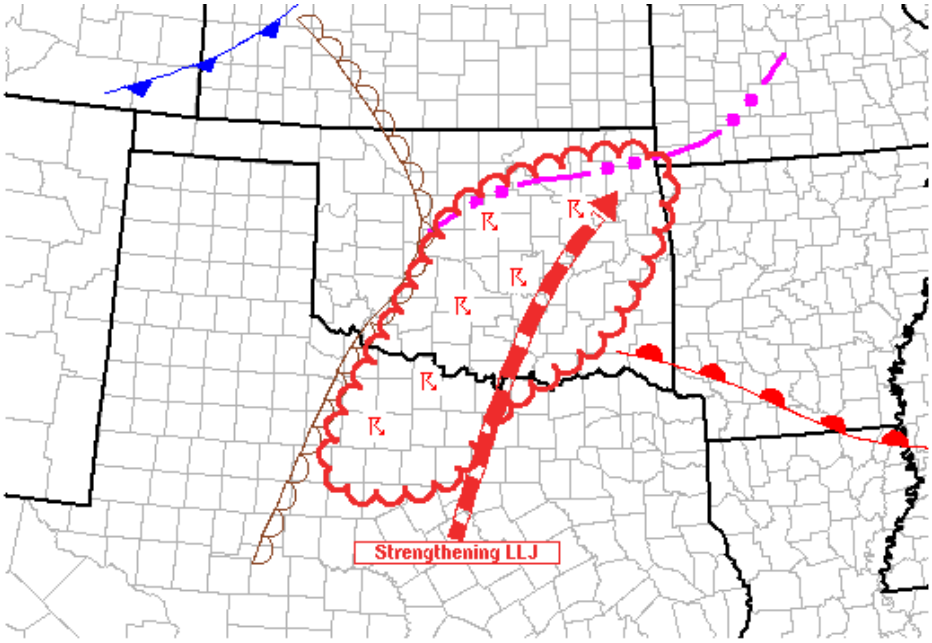
Ce temps menaçant et orageux est d'ailleurs un lot provenant du nord-est de l'état d'Oklahoma durant toute la journée ou presque, où un ancien front de rafales, liées à un MCS ayant survécu en matinée, rencontre de l'air humide et chaud en provoquant constamment de nouveaux orages.

À Pryor, située dans l'extrême nord-est du pays, les orages étaient déjà présents une bonne partie de la nuit, puis ont repris dès le milieu de la matinée, passages incessants de cumulonimbus jusqu'au soir, séparés de stratocumulus souvent aux contours très marqués et parfois d'éclaircies avec cumulus congestus.

Ailleurs, dans toute la partie « humide » de l'Oklahoma (donc à l'est de la « dry line »), le temps est orageux aussi mais avec beaucoup plus d'éclaircies.

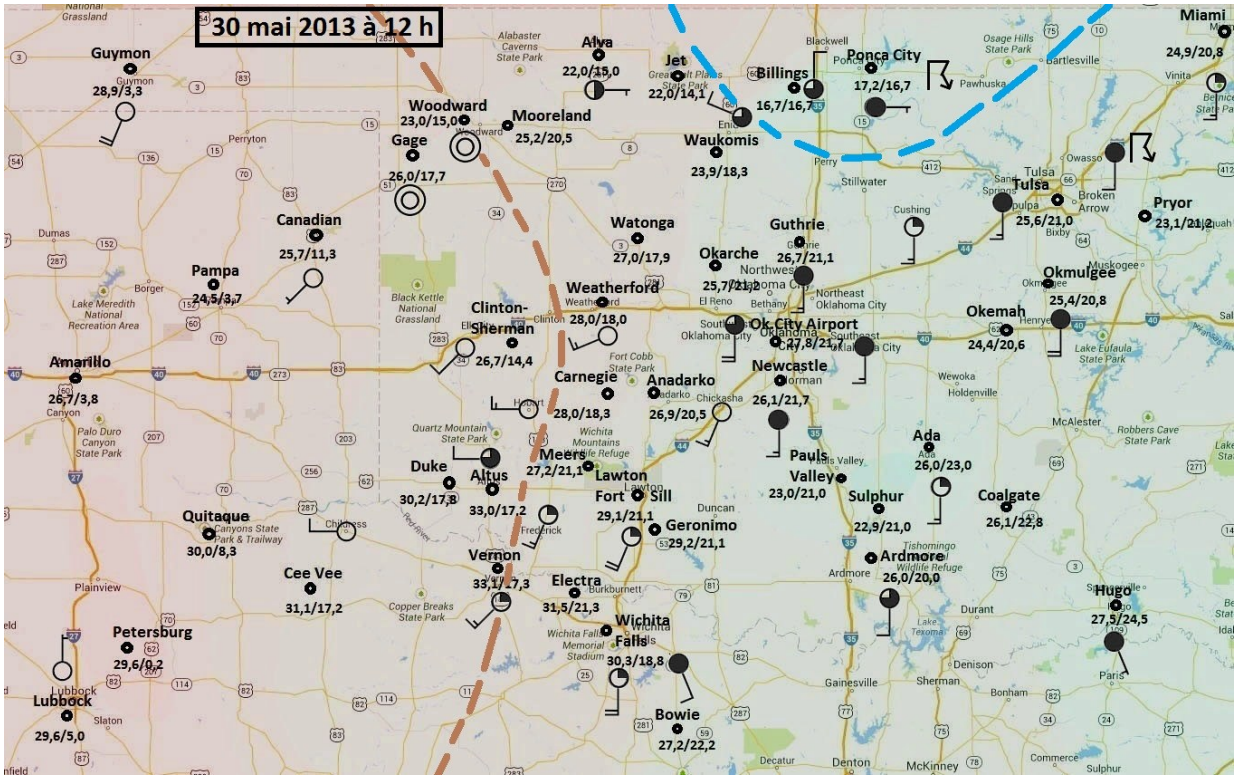
Le Storm Prediction Center, par ailleurs, analyse très bien la situation, avec la « dry line » d'une part à l'ouest, l'ancien front de rafales au nord et un jet de basses couches qui, comme nous le verrons plus loin, activera fortement certains orages. Remarquez aussi, sur cette carte, que le front froid ne touche désormais plus l'Oklahoma.

Tous droits réservés © Belgorage : www.belgorage.be



Source : **Storm Prediction Center**

Il serait à présent intéressant de confronter ce modèle avec la réalité, telle qu'elle est observée au fil des heures.



Tous droits réservés © Belgorage : www.belgorage.be

Il s'agit ici de la situation à 12 heures. La « dry line » (représentée en brun) suit exactement le modèle, s'avançant aisément dans la partie médiane de l'Oklahoma, mais reste un peu à la traîne dans le nord de l'État, sans doute ralentie par l'ancien front de rafale (représenté en bleu).

Remarquez les températures extrêmement fraîches qui règnent dans cet outflow orageux, avec seulement 17°C à Billings et à Ponca City (le premier chiffre indique la température, le second, le point de rosée).

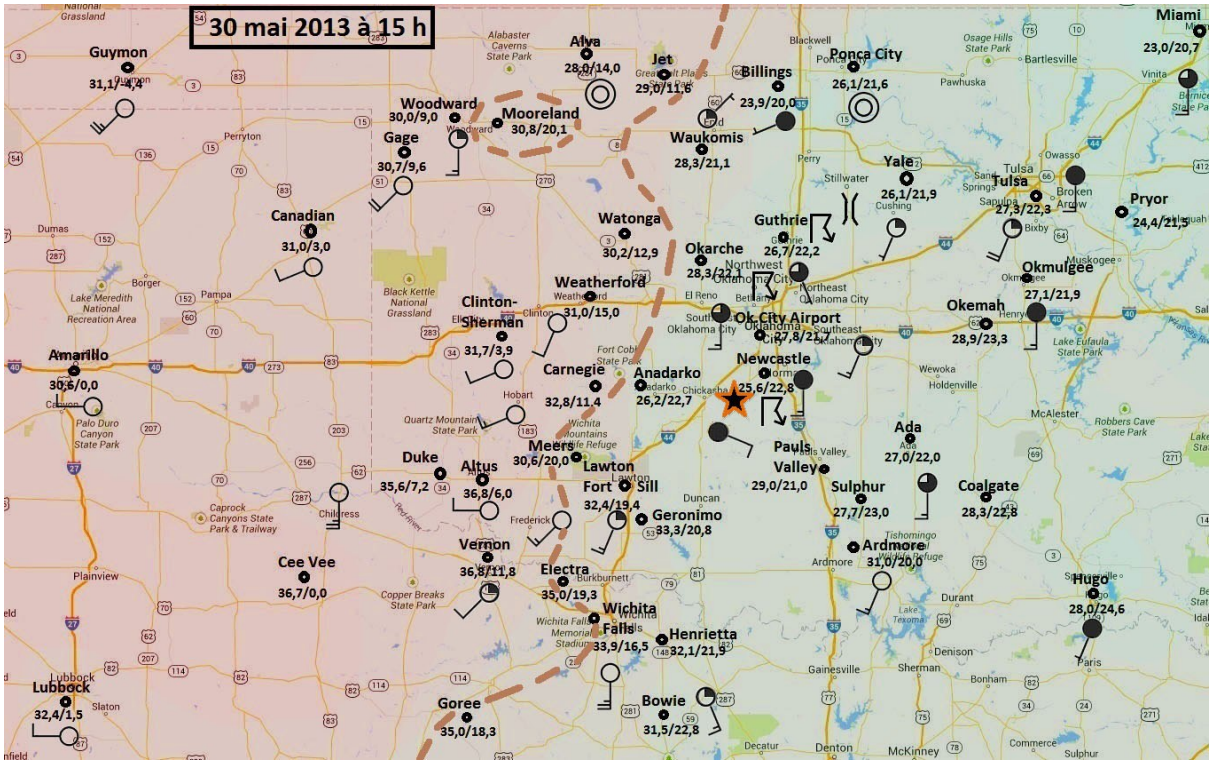
À ce moment, le temps est serein presque partout dans la partie sèche, mais très variable dans la partie humide, avec une convection qui a déjà bien démarré. Michael Baillie faisant partie de notre équipe de traqueurs l'a d'ailleurs très bien décrit dans ses récits : *« Il ne faut d'ailleurs pas trainer à se mettre en route car il s'avère que les orages pourront naître plus tôt qu'à l'habitude, vers 12 heures LT si cela se trouve ! Ce genre de caractéristique se vérifie sans trop attendre car durant notre parcours sur la route 281 en direction d'Oklahoma City, j'observe une convection profonde s'opérant juste à notre gauche, soit à l'est de notre position. »*

En effet, outre le nord de l'état qui est orageux depuis un bon moment déjà, des orages sont également signalés dès 13 heures près d'Oklahoma City, à l'aéroport de Wiley Post, à l'aéroport de Page et à Guthrie, bourgade au nord d'Oklahoma City.

Une bonne heure plus tard, ce sera le cas de Chickasha et de Norman, au sud-ouest et au sud d'Oklahoma City. Il y sera question de cellules particulièrement puissantes. À Elgin par exemple (au sud-ouest de Chikasha), les nuages orageux présentent des signes certains de rotation.

Tous droits réservés © Belgorage : www.belgorage.be

Voyons à présent la situation à 15 heures L.T. :



(L'étoile représente la localisation de notre équipe, en train de rouler.)

La première chose que l'on remarque sur cette carte, c'est le côté fantasque que prend la « dry line ». Ceci n'a rien d'exceptionnel. Tim Marshall, en 1992, décrivait déjà cette irrégularité dans l'avancée de la « dry line », avec des « bosses » et des « creux ». Ici, on y voit même une bulle d'air humide récalcitrante complètement détachée de la « dry line » principale.

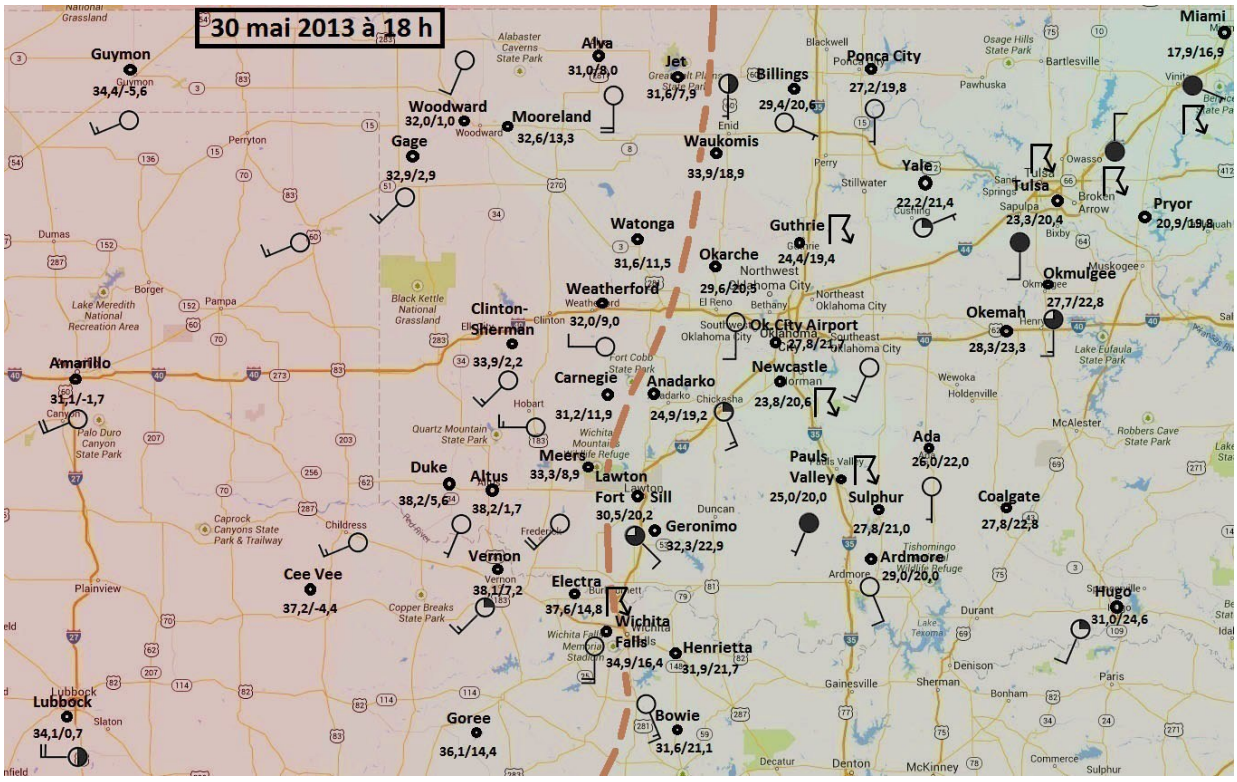
En réalité, il s'agit surtout du mélange des masses d'air, notamment liée en ce 30 mai par l'irrégularité du vent, qui tantôt faiblit, tantôt se remet à souffler par rafales. Comme déjà à 12 heures, le temps est ensoleillé à l'ouest de la « dry line » et variable, voire orageux à l'est. Mais là où la « dry line » a réussi à avancer, le temps est devenu très brusquement serein après avoir été nuageux, comme cela a été le cas, par exemple, à Carnegie (voir plus haut).

Tous droits réservés © Belgorage : www.belgorage.be

En altitude par contre, l'air sec s'est avancé beaucoup plus loin. Dans le sondage atmosphérique de Norman (juste au sud d'Oklahoma City), on le retrouve à 1800 mètres au-dessus d'une inversion. Cet air, par ailleurs, n'est plus tout à fait sec, puisque bien mélangé avec l'air humide près de la « dry line ». N'empêche, une rupture est là, avec deux masses d'air bien instables, l'une très humide, l'autre assez sèche et séparées par une inversion couvercle pas très puissante, prête à céder à la moindre surchauffe locale ou à la moindre discontinuité dans les courants.

En outre, comme au sol, on retrouve les vents du sud dans l'air humide et les vents d'ouest-sud-ouest dans l'air sec, sauf qu'ici, ils sont superposés et forment de beaux cisaillements. Ceux-ci seront encore renforcés par un jet de basses couches et voilà que toutes les conditions sont remplies pour former des tornades.

Et voilà qu'une se forme déjà au-dessus de Perkins, au nord-est d'Oklahoma City. Une très brève certes, qui ne touchera le sol que durant 30 secondes… Mais on notera à côté de cela aussi une rafale de 128 km/h, mesurée à Jenks (juste au sud de Tulsa) à 17h27. Et cela nous amène droit vers l'analyse de 18 heures :



(La position de notre équipe n'est pas reprise ici puisqu'elle est en train de se déplacer dans la région de Stratford.)

La « dry line », désormais, a atteint son maximum d'avancement vers l'ouest. Bientôt, elle se retirera à nouveau, effectuant ainsi son cycle journalier.

Tous droits réservés © Belgorage : www.belgorage.be

Si quelques orages éclatent sur la « dry line », au sein même de la ligne de convergence entre les vents de sud-ouest et les vents de sud-est à sud, la plupart des orages, et les plus violents, continuent à éclater à quelques dizaines de kilomètres à l'est de cette ligne, là où les conditions d'humidité, d'instabilité et de cisaillements sont les meilleures et là où l'inversion est prête, tout juste, à céder. Ce sera le cas dans la région de Sulphur notamment (à une centaine de kilomètres au sud-sud-est d'Oklahoma City), où une impressionnante supercellule verra le jour.

Crédit photo : **Samina Verhoeven – Belgorage**

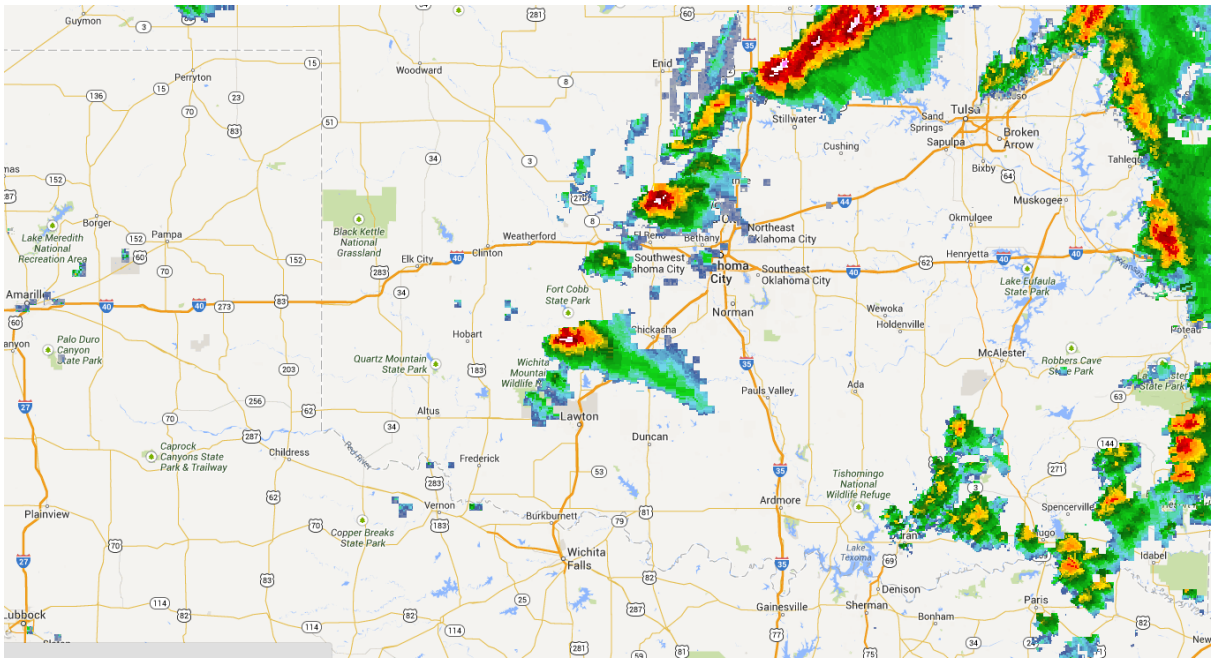
On notera d'ailleurs, dans la région, une rafale de 120 km/h près de Pauls Valley et une rafale de 111 km/h à Whitebead (mesurées respectivement à 19h46 et 19h47 L.T.).

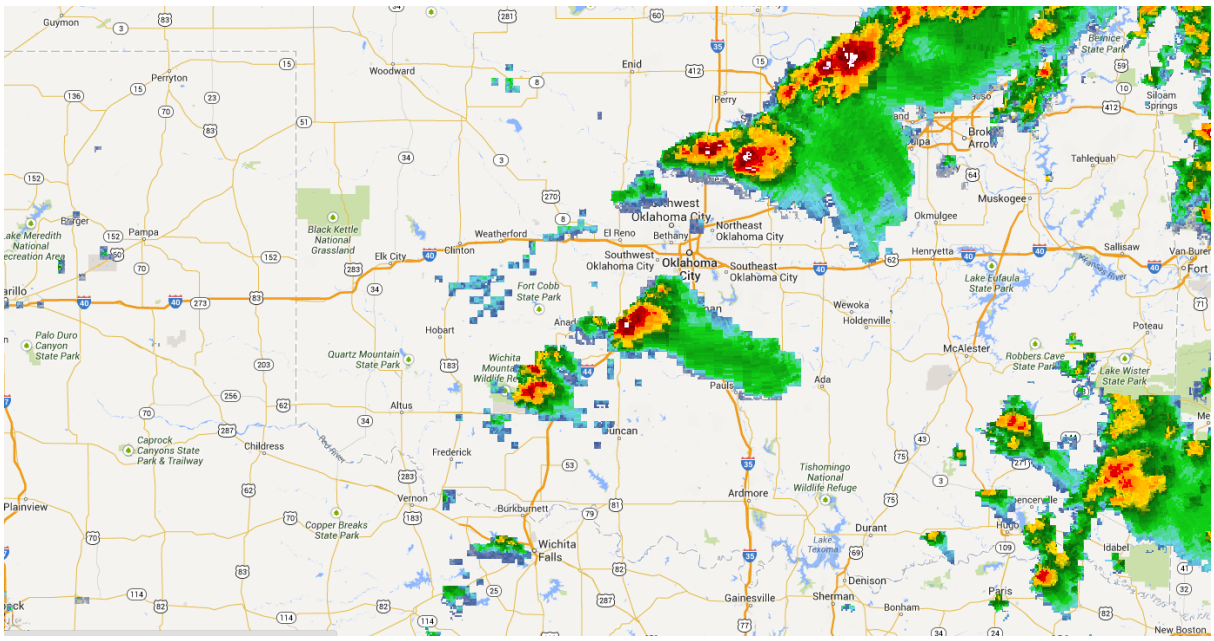
De nombreuses zones de l'Oklahoma connaîtront à un moment ou à un autre des conditions « idéales » pour des phénomènes violents. En soirée à Broken Arrow, près de Tulsa, une tornade éclatera à l'heure du crépuscule, provoquant des dégâts non négligeables. Mais ce n'est encore rien par rapport à ce qui se passera le lendemain, 31 mai, dans la région d'Oklahoma City. Mais cela, ce sera pour le dossier suivant…

Tous droits réservés © Belgorage : www.belgorage.be

6. Suivi de la situation

Dans le courant de l'après-midi, plusieurs supercellules se développent simultanément sur les états de l'Oklahoma et du Kansas.





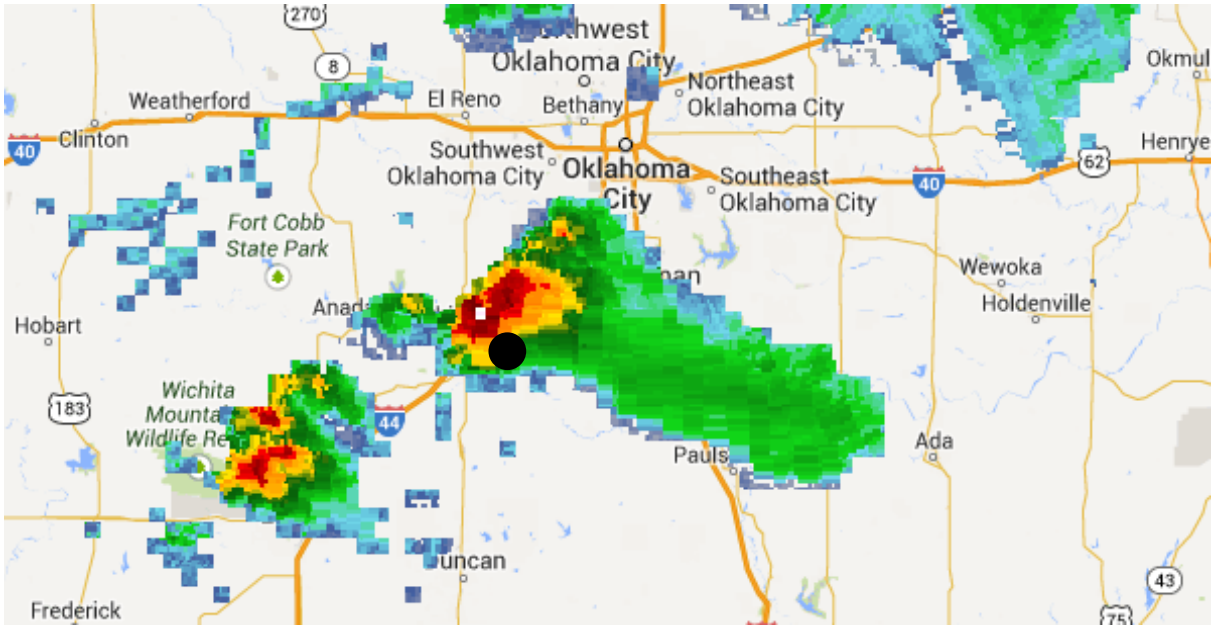
Source : **IEM**

Tous droits réservés © Belgorage : www.belgorage.be

L'une d'entre elles va rapidement évoluer et produire une tornade sur la région de Perkins. D'autres supercellules vont également se développer et s'intensifier. Parmi celles-ci, l'une d'entre elles va être suivie par notre équipe, dans la région de Chickasha. Cependant, aucune tornade ne sera produite par la supercellule. Malgré tout, de superbes structures seront observées durant plus d'une heure.

Crédit photo : **Samina Verhoeven – Belgorage**

L'image ci-après reprend la position de l'équipe (point noir).

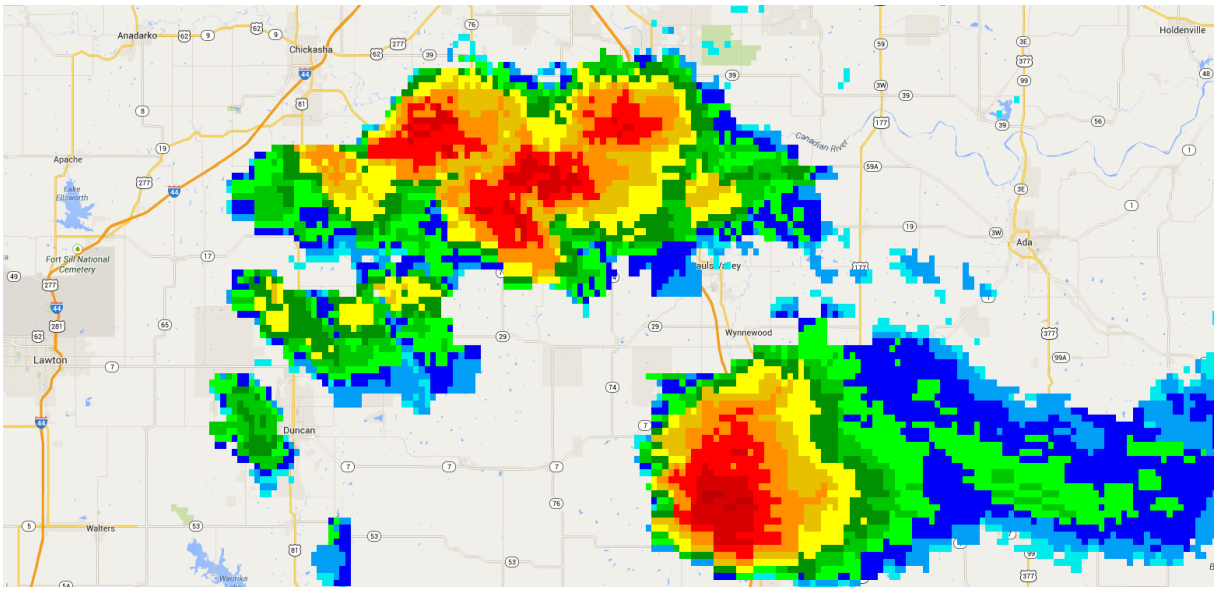


Source : **IEM**

Pendant toute la traque, la supercellule va continuer à se déplacer vers l'est pour se dissiper dans la région de Tribbey située au sud-est d'Oklahoma City.

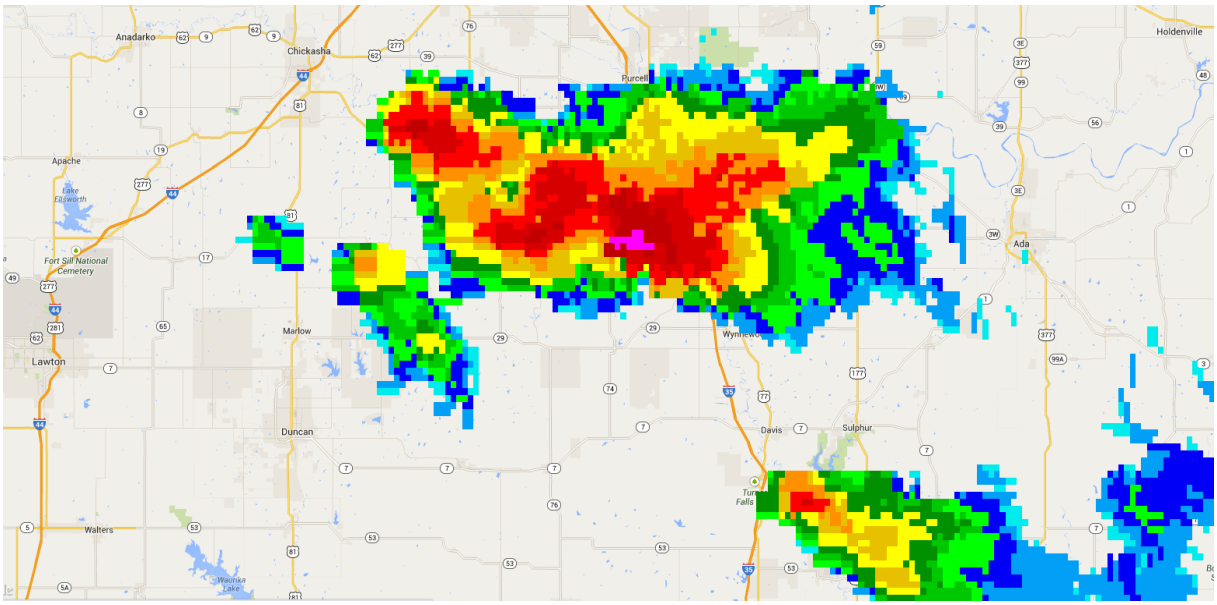
Tous droits réservés © Belgorage : www.belgorage.be

En début de soirée, notre équipe se repositionne plus au sud pour intercepter une autre supercellule dans la région d'Ardmore. Seulement, celle-ci finit par entrer dans une phase de dissipation qui pousse nos traqueurs à remonter dans la région de Sulphur où une dernière zone orageuse sévit. En effet, une autre supercellule s'est développée au nord-ouest de Pauls Valley et selon toute vraisemblance, celle-ci va se décaler vers la prochaine position de l'équipe.



Source : **IEM**

En effet, la supercellule, à déplacement lent, continue sa progression vers l'est-sud-est et concerne la région de Pauls Valley.

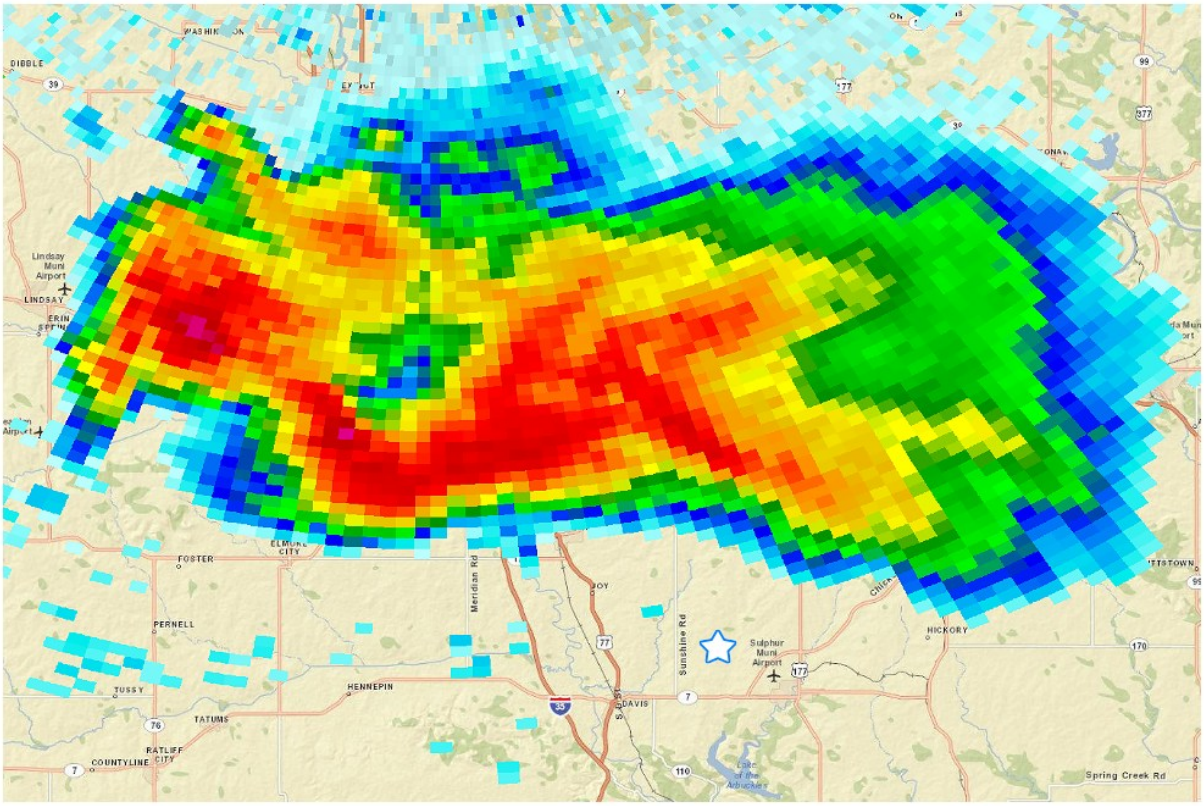


Source : **IEM**

Tous droits réservés © Belgorage : www.belgorage.be

Plusieurs « severe thunderstorm warning » sont délivrés sur toute la zone englobant Pauls Valley – Davis – Sulphur – Ardmore, ce qui nécessite une vigilance accrue de notre équipe (étoile sur les cartes radars) qui est positionnée au nord-ouest de l'agglomération de Sulphur. Cette position va s'avérer parfaite pour contempler l'arrivée de la supercellule et plus particulièrement de son courant ascendant.

Crédit photo : **Samina Verhoeven – Belgorage**



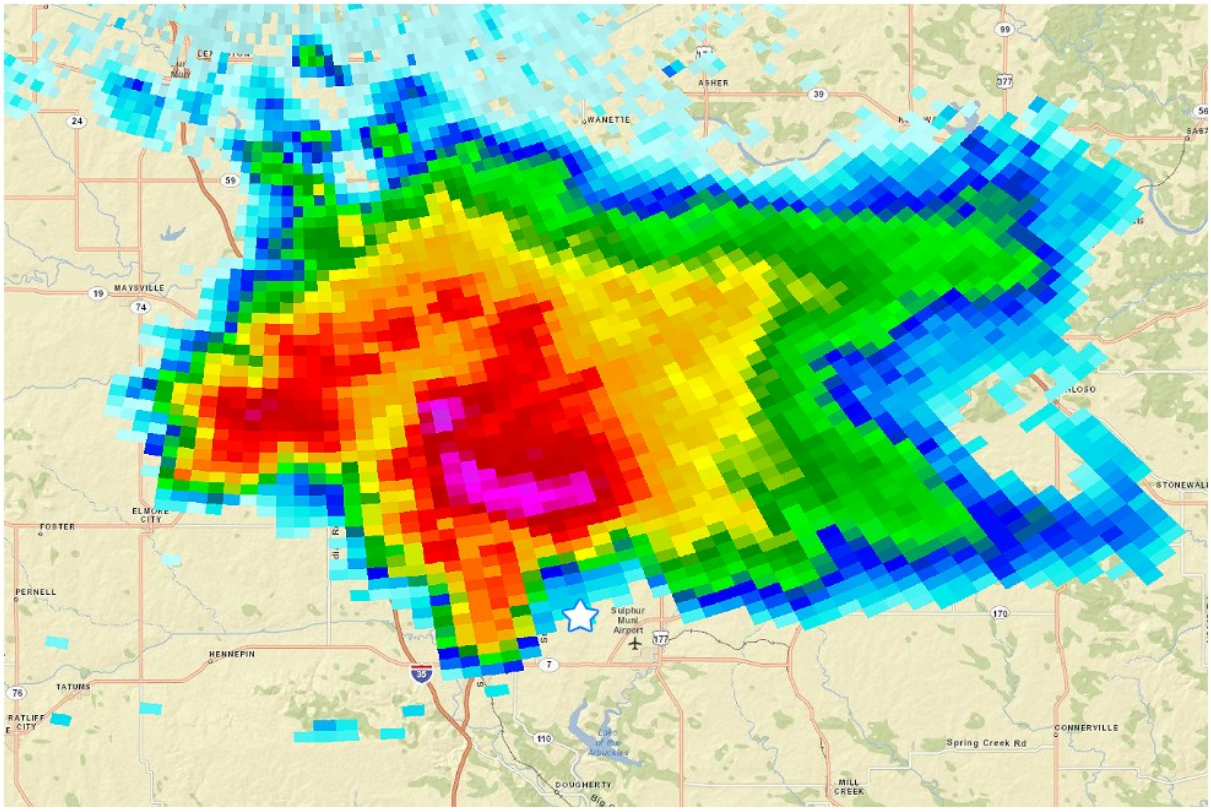
Source : **Weather & Climate Toolkit - NOAA**

Tous droits réservés © Belgorage : www.belgorage.be

La supercellule se déplace aléatoirement et fait même pratiquement du surplace par moment, ce qui est remarquable et une chance pour notre équipe car cela va nous permettre de contempler durant plus d'une demi-heure l'évolution de la structure.

Crédit photo : **Samina Verhoeven – Belgorage**

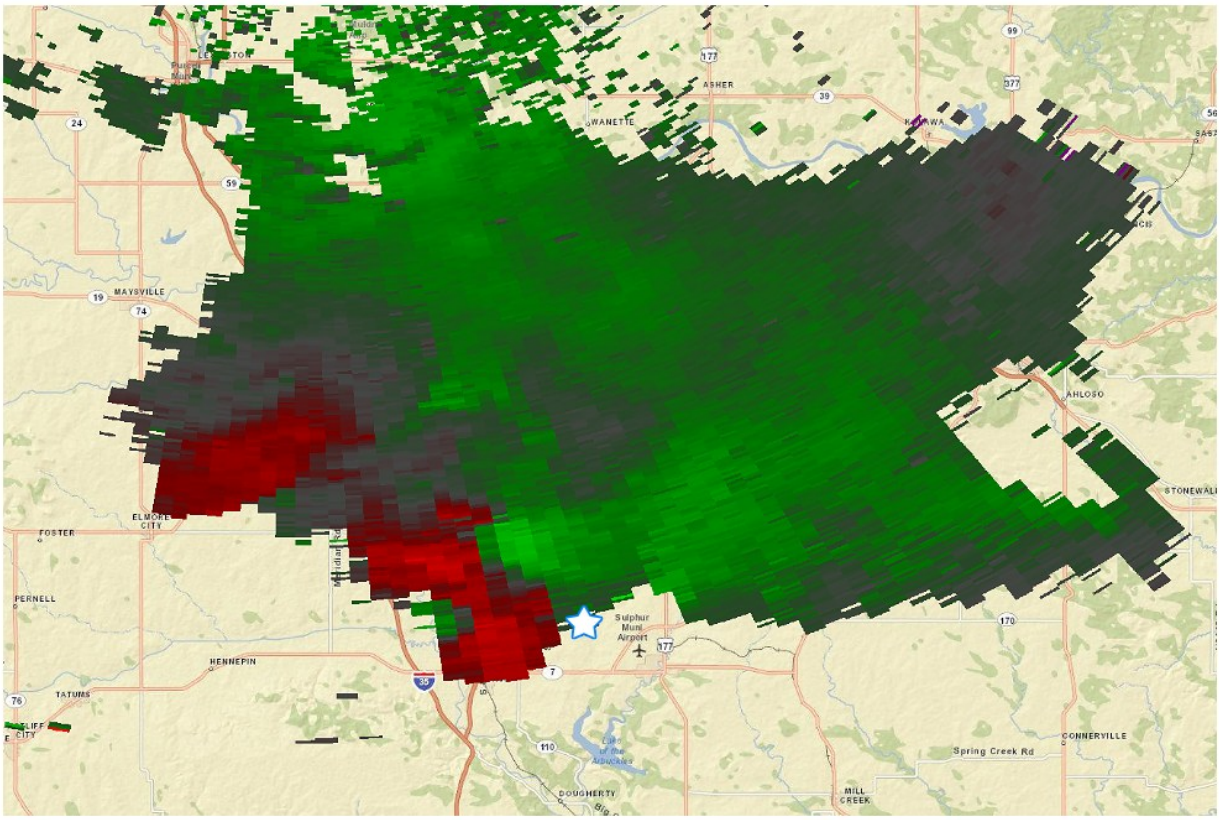
Sur l'image suivante, on remarque que le courant de flanc arrière s'est entre temps enroulé autour du courant ascendant qui se dirige en direction du point de vue de nos traqueurs.



Source : **Weather & Climate Toolkit - NOAA**

Tous droits réservés © Belgorage : www.belgorage.be

Sur les images radars Doppler à vitesses radiales, les dipôles de vitesses négatives et positives sont tantôt très marquées, tantôt moins ce qui rend difficile l'appréciation d'une rotation marquée au sein de la structure. Ainsi, aucun « tornado warning » ne sera délivré sur la région.



Source : **Weather & Climate Toolkit - NOAA**

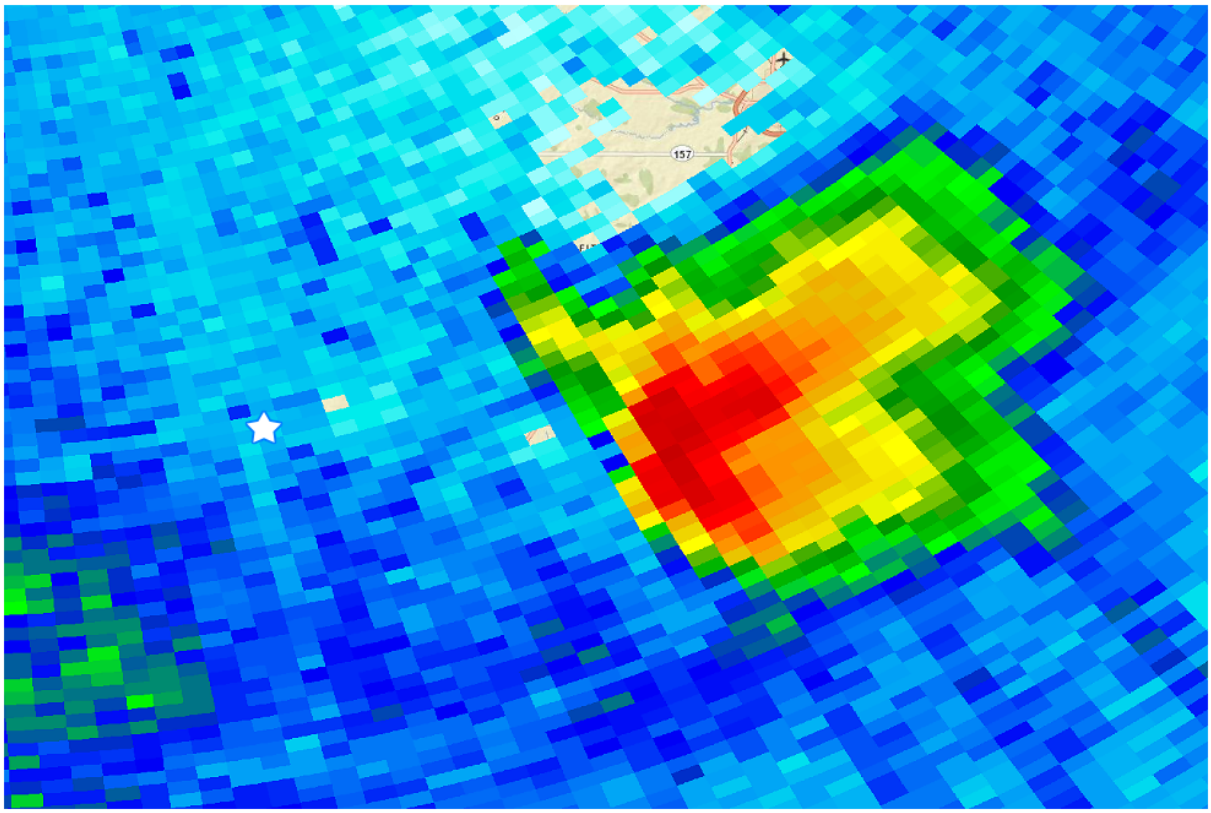
Et pourtant, une probable tornade se sera bel et bien se développer près de Sulphur suite au passage d'une autre supercellule faisant partie de la même zone orageuse.

Les photographies prises par notre collectif (et ce même si cela se déroula une heure après la tombée de la nuit) permettent de visualiser l'apparition d'une structure « suspecte » nette et durable (durant près de dix minutes).

Ainsi, nous penchons fortement vers la thèse de la tornade. Cependant, l'absence d'habitations sur le passage du tourbillon explique le fait qu'aucun dégât n'aient été relevés par les spécialistes américains. De même, le peu de traqueurs présents sur la région à ce moment-là n'est pas non plus favorable à la délivrance d'un rapport.

Tous droits réservés © Belgorage : www.belgorage.be

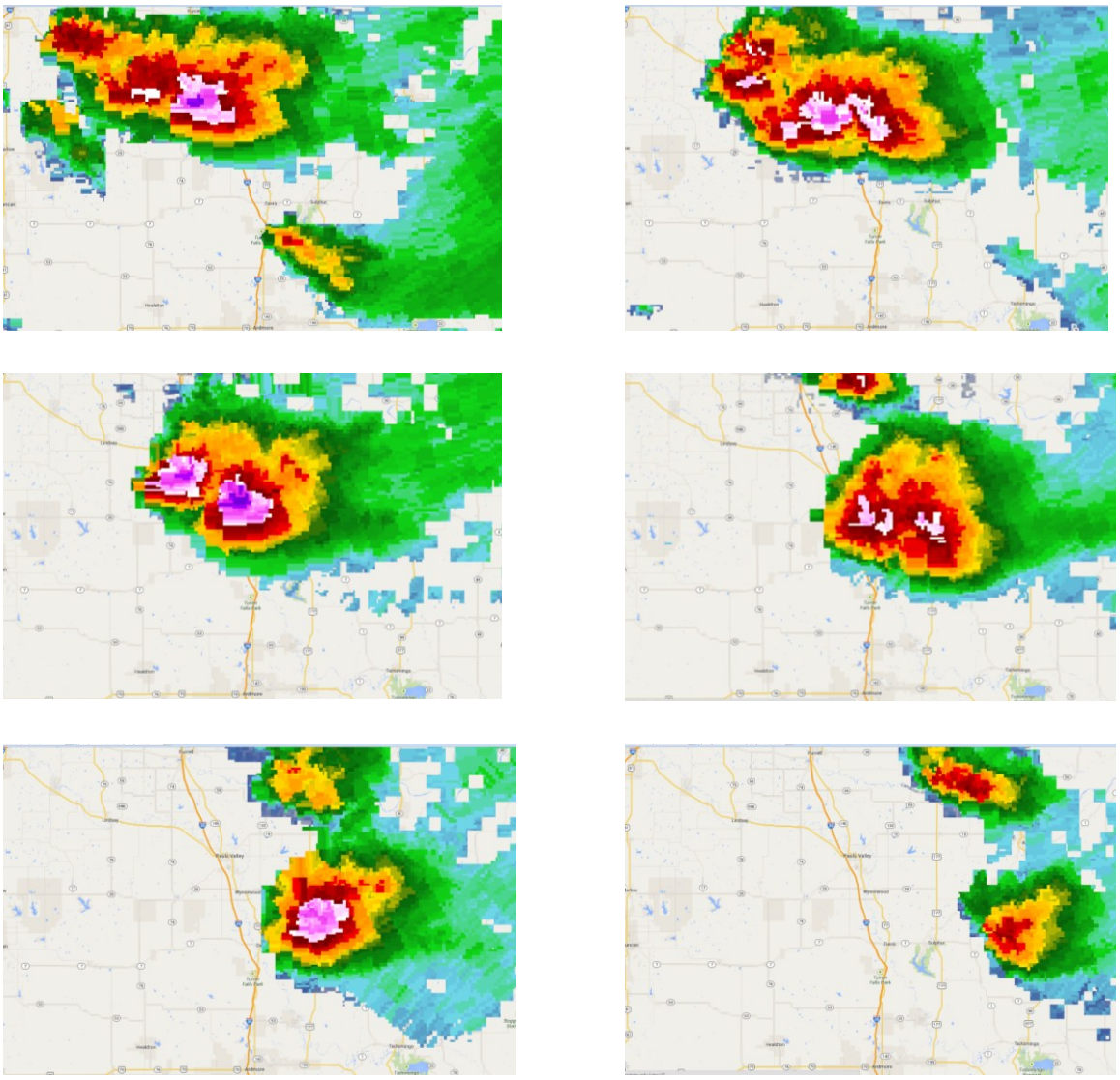
Crédit photo : **Samina Verhoeven – Belgorage**



Source : **Weather & Climate Toolkit - NOAA**

Tous droits réservés © Belgorage : www.belgorage.be

Voici pour terminer les analyses de l'évolution du système orageux, ayant généré les deux supercellules, durant une période de trois heures, soit entre 18h30 et 21h30 (heure locale).



Source : **IEM**

Tous droits réservés © Belgorage : www.belgorage.be

7. Sources

Storm Prediction Center

National Weather Service- Norman

University of Wyoming

Wunderground

Ogimet

IEM

Lightning Wizard

« Dryline Magic » (Tim Marshall)

« Plains dryline helps trigger severe storms » (Chris Capella)

Tous droits réservés © Belgorage : www.belgorage.be