

31 mai 2013

« La nuit en plein jour »



Crédit photo : Samina Verhoeven – Belgorage

Dossier réalisé par :

Robert Vilmos
Membre responsable de Belgorage

Jean-Yves Frique
Cofondateur de Belgorage

En cette journée du 31 mai 2013, un épisode supercellulaire « hors du commun » va concerner la région d'El Reno – Oklahoma City. En effet, cette offensive sera marquée par le développement de la plus large tornade recensée sur le territoire américain (plus de 4 km de largeur).

Outre la tornade d'El Reno, cet épisode va produire d'autres tornades (de moindre intensité toutefois) ainsi que de violentes rafales de vent sur la ville d'Oklahoma City et ses banlieues.

Entre les sirènes hurlant au sein de cette ville de plus d'un million d'habitants, les innombrables embouteillages dus à la fuite de plusieurs dizaines de milliers de personnes et l'apparition majestueuse d'une impressionnante supercellule sur la ville, c'était un véritable climat d'insécurité qui recouvra la région durant plusieurs heures ; climat d'insécurité encore rehaussé par les nombreux « tornado warning ».

Cette journée du 31 mai restera donc comme l'une des plus mémorables pour notre équipe.

1. Prévisions du Storm Prédiction Center

Bulletin émis le 31 mai 2013 à 12h48 Z ou 7h48 L.T.

Situation synoptique

Une circulation dépressionnaire fermée à moyenne altitude, au-dessus des Plaines septentrionales, se déplacera vers l'est et évoluera graduellement en un creux ouvert samedi aux petites heures, lorsqu'un jet streak suivra la limite sud de la dépression et passera au-dessus des Plaines centrales et de la vallée centrale du Mississippi. Cette dépression de surface (dépression mère) s'affaiblira peu à peu aujourd'hui sur le Dakota du Sud, le Dakota du Nord et le Minnesota tandis qu'une cyclogenèse secondaire (ondulation) se développera non loin de Childress (nord du Texas), sur un front froid qui s'avance vers le Sud-est en traînant, pour affecter le sud-est du Kansas et le nord de l'Oklahoma.

Au sud de cette dépression secondaire, une « dry line » s'avancera vers l'Est tout en se mélangeant à l'air humide et affectera le Nord-ouest et le Centre-ouest du Texas au milieu de l'après-midi.

Durant la nuit, dans une région allant du Missouri/Illinois jusqu'à l'Oklahoma/nord de l'Arkansas, la combinaison entre l'évapotranspiration locale et l'advection dans les basses couches d'un air humide en provenance du bassin occidental du Golfe du Mexique contribuera, au niveau de la couche limite, à des points de rosée de quelques 21-22°C au sein du secteur chaud sur l'Oklahoma. En journée, cette humidité, associée au réchauffement diurne allant jusqu'à 30°C et à de forts gradients thermiques dans les moyennes couches, sera responsable d'une instabilité très marquée voire extrême avec des valeurs de MLCAPE de 3500 à 4500 J/kg prévues en Oklahoma pour cet après-midi, et des valeurs à peine moindres plus loin au Nord-est, au Missouri.

Les prévisions du modèle à court terme, calculant des points de rosée de 23-24°C et des valeurs de MLCAPE dépassant les 5000 J/kg, nous semblent un peu exagérées par rapport aux observations régionales. Et pourtant... l'importance des cisaillements 0-6 km sera favorable à l'émergence de supercellules sur une ligne allant de la vallée centrale du Mississippi, en direction du sud-sud-ouest, jusqu'au centre de l'Oklahoma en longeant la limite méridionale d'un courant jet dans les couches moyennes et supérieures.

Le scénario le plus probable pour aujourd'hui sera le suivant : une convection matinale, déjà présente sur le nord du Missouri, se répandra sur l'est de cet État et débordera sur l'Illinois. De nouveaux développements orageux seront également attendus en début d'après-midi sur le centre du Missouri, à la limite sud de l'ancienne convection matinale, au moment où les basses couches « se remettront » des phénomènes convectifs nocturnes en cours d'affaiblissement sur l'ouest du Tennessee.

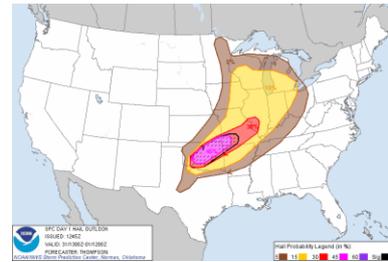
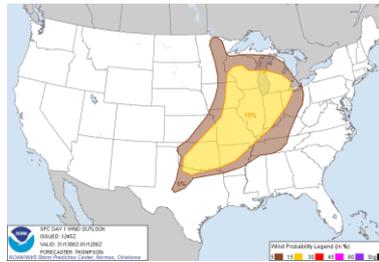
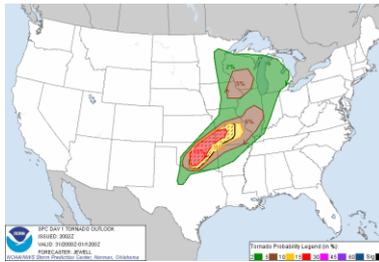
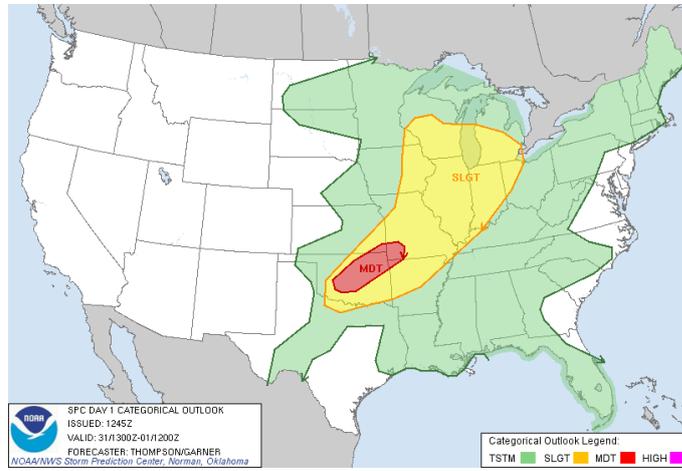
Une inversion couvercle retardera la convection en Oklahoma jusqu'en milieu/fin d'après-midi, avec des développements orageux rapides attendus vers 16-17 heures le long ou au nord de la route « Interstate » I-44, et à l'ouest de la route « Interstate » I-35, le long de la « dry line » où un réchauffement diurne intense aura lieu en surface. La CAPE, d'une valeur fort élevée à extrême, ainsi que les forts cisaillements de 50 nœuds ou plus favoriseront la formation de grêlons énormes, de la taille d'une balle de baseball voire davantage. Le risque de tornades est quelque peu remis en question vu que la convection aura quelque mal à se redévelopper à l'est du Missouri et de l'Illinois, là où les cisaillements 0-1 km seront marqués. En Oklahoma par contre, les flux et cisaillements de basses couches seront plutôt modestes.

Pourtant, une tornade isolée mais puissante reste tout à fait possible vu que l'extrême instabilité compense dans une certaine mesure le cisaillement plutôt faible des basses couches. Plus tard en soirée et durant la nuit, la fusion entre différents orages et les interactions des flux sortants peuvent mener au développement de multicellulaires étendus, formant éventuellement des lignes orageuses. Ces orages pourront survivre durant la nuit en raison du renforcement du régime d'advection d'air chaud dans les basses couches.

Est de l'Iowa, sud-est du Minnesota, ouest du Wisconsin cet après-midi et ce soir :

On ne sait pas dans quelle mesure les orages, qui quittent le Missouri, pourraient se revigorer en journée plus loin au Nord, dans l'Iowa. Les sondages de Denver et Topeka laissent entrevoir l'éventualité qu'une humidité plus importante puisse se mélanger aux basses couches en journée avec le réchauffement en surface. Grâce à une instabilité potentiellement modérée au sein du secteur chaud, des orages isolés pourraient se former le long du front froid synoptique lorsqu'un jet streak évoluera vers le nord-est au-dessus de l'Iowa en soirée. Les cisaillements de vitesse dans les basses couches risquent d'être importants, et quelques orages organisés pourraient provoquer au moins des dommages isolés en raison de rafales et de gros grêlons.

Cartes émises à 12h45 UTC



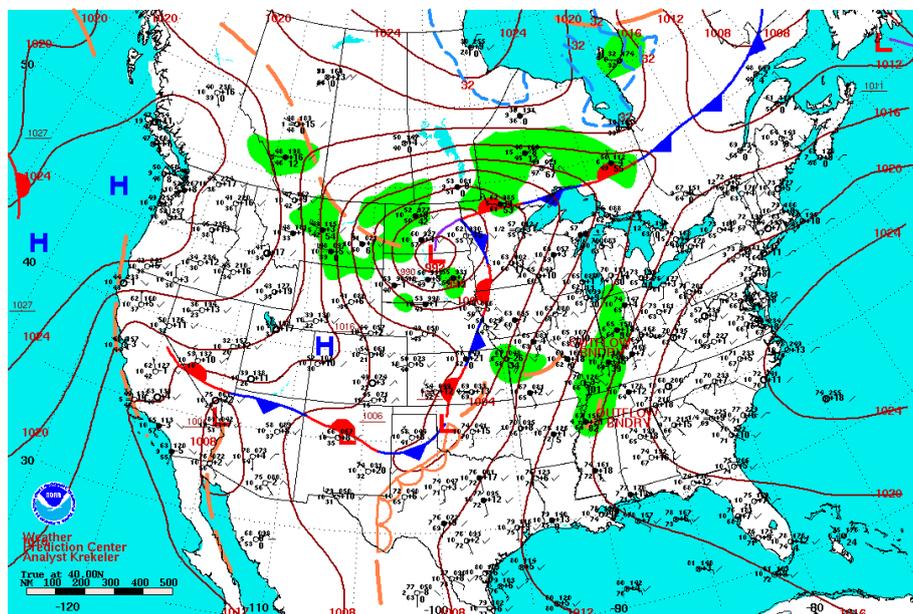
Source : Storm Prediction Center

2. Analyse de la situation météorologique

En ce 31 mai, une dépression circule sur les états du Dakota du Nord et du Dakota du Sud tandis qu'une zone de hautes pressions recouvre l'ouest des États-Unis.

Un système frontal ondule sur le centre du pays avec le développement de la « dry line » sur l'ouest de l'Oklahoma et le nord-ouest du Texas.

Une dépression thermique se développe à l'intersection du front chaud, du front froid et de la dry line, ce que les Américains nomment le « point triple », c'est-à-dire la zone la plus propice à la survenue d'orages violents.

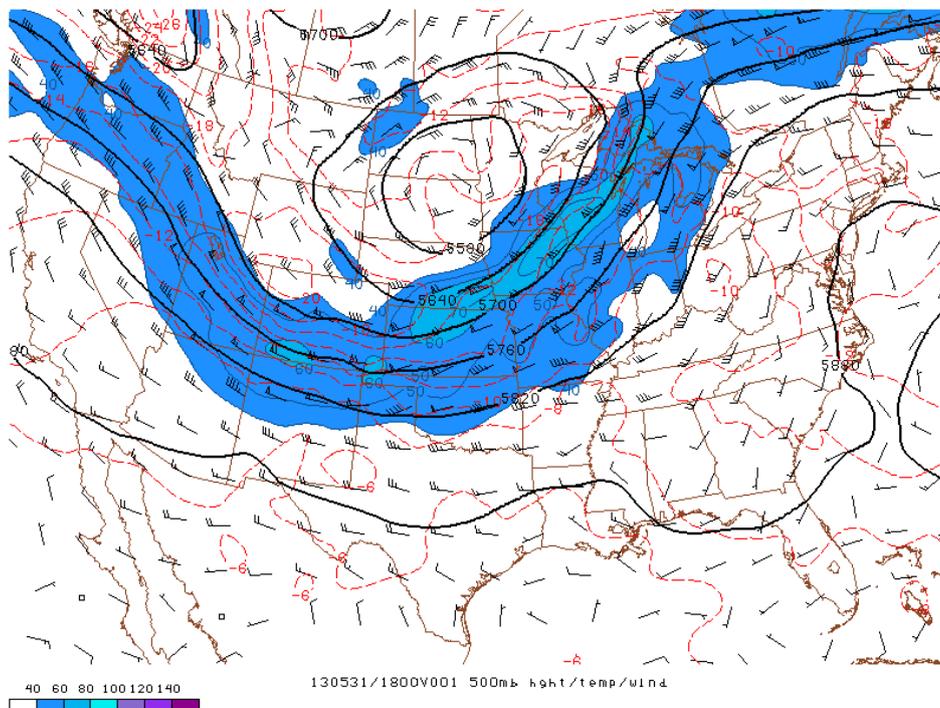


Surface Weather Map and Station Weather at 7:00 A.M. E.S.T.

Analyse de surface

Source : NOAA

En altitude, un vaste talweg évoluant en creux d'altitude concerne le centre des États-Unis.

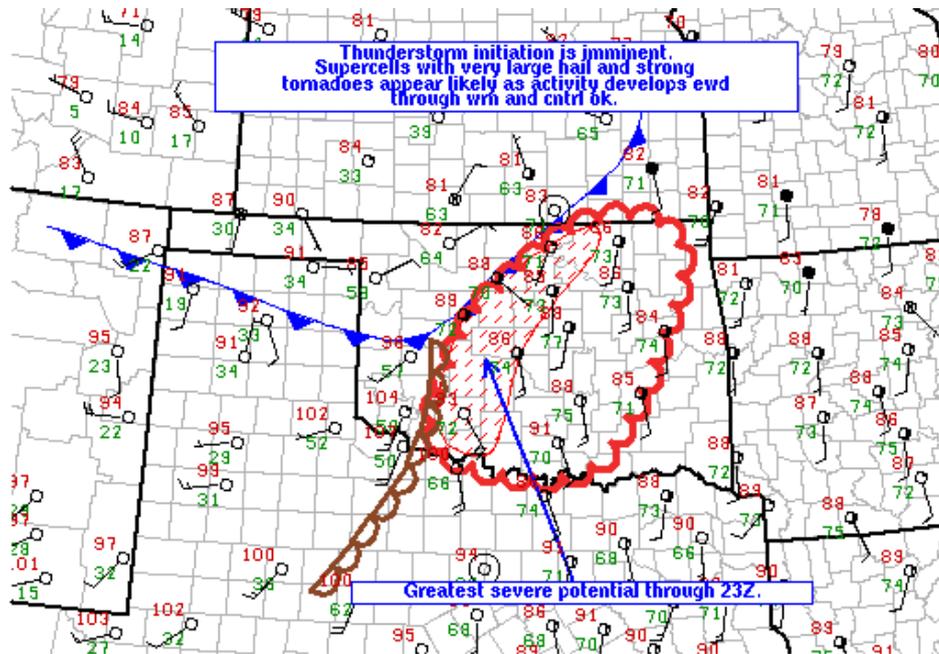


Isohypes – Vitesse et direction du vent à 500 hPa

Source : **Storm Prediction Center**

La dépression thermique induit une remontée de courants chauds et humides venant du Golfe du Mexique. C'est ainsi que les températures dépassent allègrement les 30°C sur de nombreuses régions et les températures du point de rosée atteignent les 23 à 24°C. De ce fait, l'instabilité augmente rapidement et atteint des valeurs considérables.

La carte reprise à la page suivante reprend les principaux ingrédients d'une situation à fort risque d'orages violents présent dans le courant de l'après-midi et en soirée sur l'extrême nord du Texas, d'une bonne partie centrale de l'Oklahoma et de l'extrême sud-est du Kansas.



SPC MCD #0908

Source : Storm Prediction Center

Les barbules représentent la direction du vent en surface, la ligne bleue le front froid, la ligne brune la « dry line ». La zone cerclée en rouge représente les régions les plus soumises au risque d'orages violents et enfin, la ligne noire représente la direction du courant jet.

Comme nous pouvons le constater, tous les éléments sont en accord pour favoriser la survenue d'orages violents.

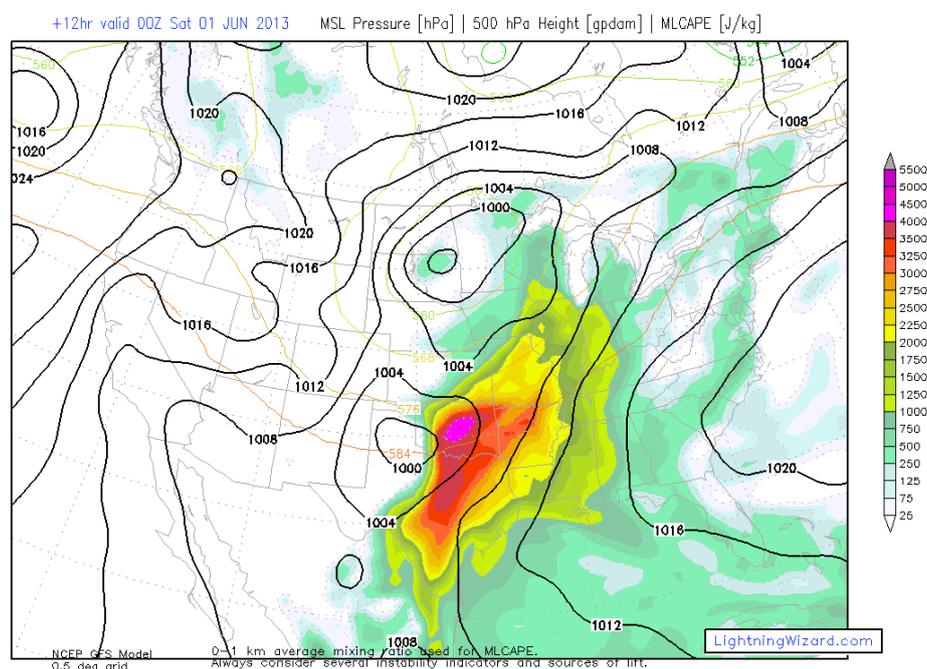
Précisons enfin que l'instabilité sur ces régions atteint des valeurs très élevées (valeurs de CAPE supérieures à 3000 J/kg).

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 en seconde partie de journée sont très élevées (MLCAPE supérieure à 4000 j/kg sur l'Oklahoma et le Texas).



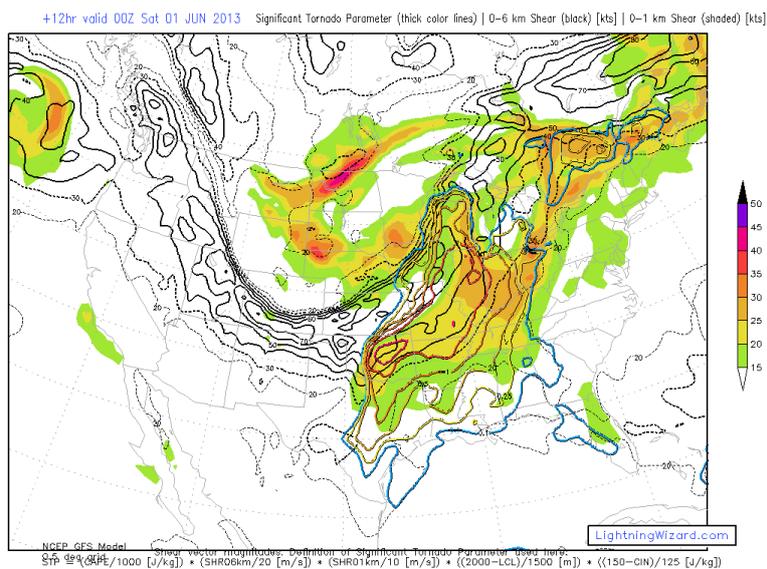
Prévision du modèle GFS pour les valeurs de la MLCAPE à 00h UTC

Source : **Lightning Wizard**

La présence d'une puissante inversion aux environs de 1400 mètres va contenir toute l'énergie potentielle disponible, une inversion que seule la « dry line » pourrait être à même de percer.

b. La dynamique

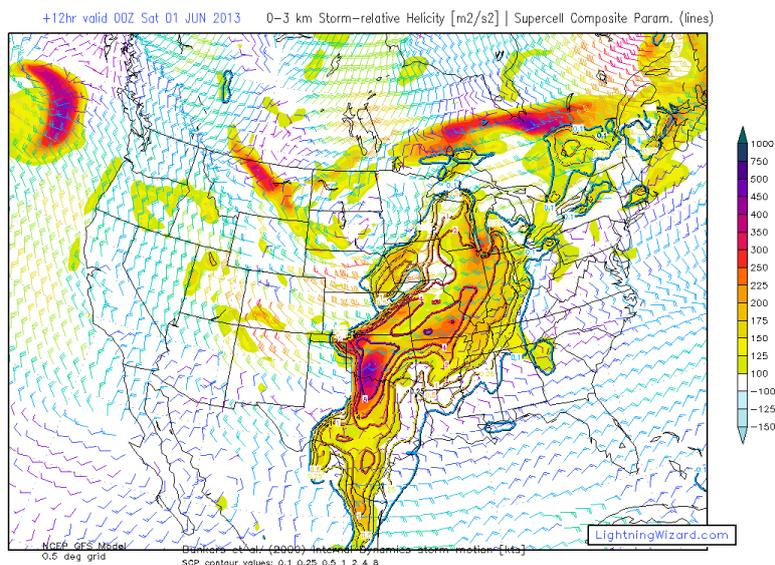
Sur les flancs sud et est du creux d'altitude, un puissant courant jet se développe, augmentant de ce fait les cisaillements des vents de vitesse (Cis 0-6 km supérieurs à 20 m/s).



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

Source : Lightning 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 450 m^2/s^2 sur les états de l'Oklahoma et du nord-est du Texas).

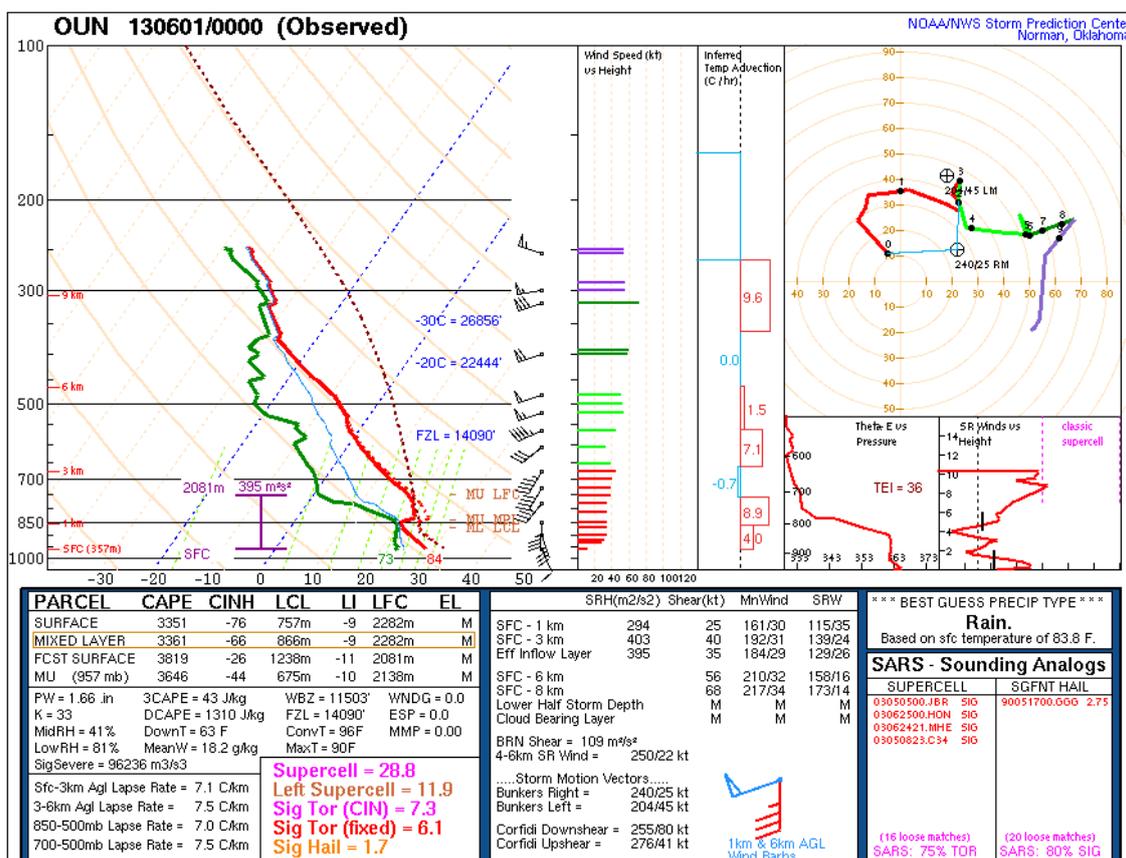


Prévision du modèle GFS pour les valeurs de la SRH 0-3 km à 00h UTC

Source : Lightning Wizard

4. Résumé du contexte météorologique

Voici le profil du radiosondage de Norman du 01 juin 2013 à 00 heure UTC



Source : Storm Prediction Center

Sur ce profil, on constate que les valeurs des modèles déjà étudiées auparavant correspondent assez bien à la réalité.

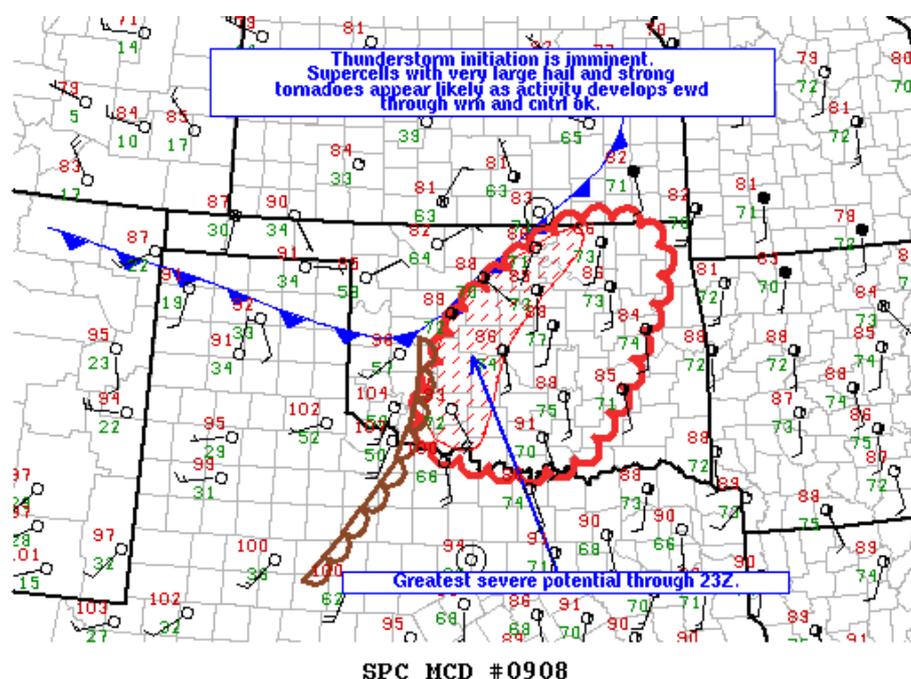
C'est ainsi que les valeurs de MLCAPE tournaient autour des 3500 J/kg, que l'hélicité relative 0-3 km était de l'ordre de $400 \text{ m}^2/\text{s}^2$ et enfin (pour donner une idée du potentiel supercellulaire et tornadique) que le « supercell composite parameter » était supérieur à 28 et le « significant tornado parameter » proche des 7.

Tous ces chiffres sont situés dans la fourchette la plus haute concernant le potentiel de survenue d'orages supercellulaires producteurs de tornades.

5. Observations détaillées du type de temps

La configuration météorologique détaillée et expliquée en pages précédentes nous donne les trois types de temps les plus habituels pour la région des grandes plaines, c'est-à-dire un temps modérément chaud, sec et assez agréable au nord du front froid, et un temps caniculaire au sud de celui-ci, sec et brûlant à l'ouest de la « dry line », humide et lourd à l'est de la « dry line ».

Reprenons la carte déjà utilisée ci-dessus pour analyser la situation orageuse :



Nous voyons ici toute une série de températures exprimées en degrés Fahrenheit. En degrés Celsius, cela nous donne des températures autour de 30°C dans la zone à risque orageux (86°F = 30°C). À l'ouest de la « dry line », nous constatons des valeurs souvent comprises entre 95 et 100°F, ce qui correspond à 35-38°C. C'est énorme ! Il ne faut pas oublier que nous sommes là dans la partie haute des plaines, à plus de 1000 mètres d'altitude. Mais si l'on regarde de plus près, dans l'extrême sud-ouest de l'Oklahoma, les températures sont plus élevées encore, de l'ordre de 104 à 107°F ou de 40 à 42°C !

En effet, cette zone-là est située plus bas, à quelques 400 mètres seulement au-dessus du niveau de la mer, et l'air des hautes plaines déboile dans ces régions plus déprimées en se réchauffant adiabatiquement de 1°C tous les 100 mètres. On y observe donc une sorte de pseudo-foehn avec des vents irréguliers et brûlants. Nous y reviendrons encore plus en détail.

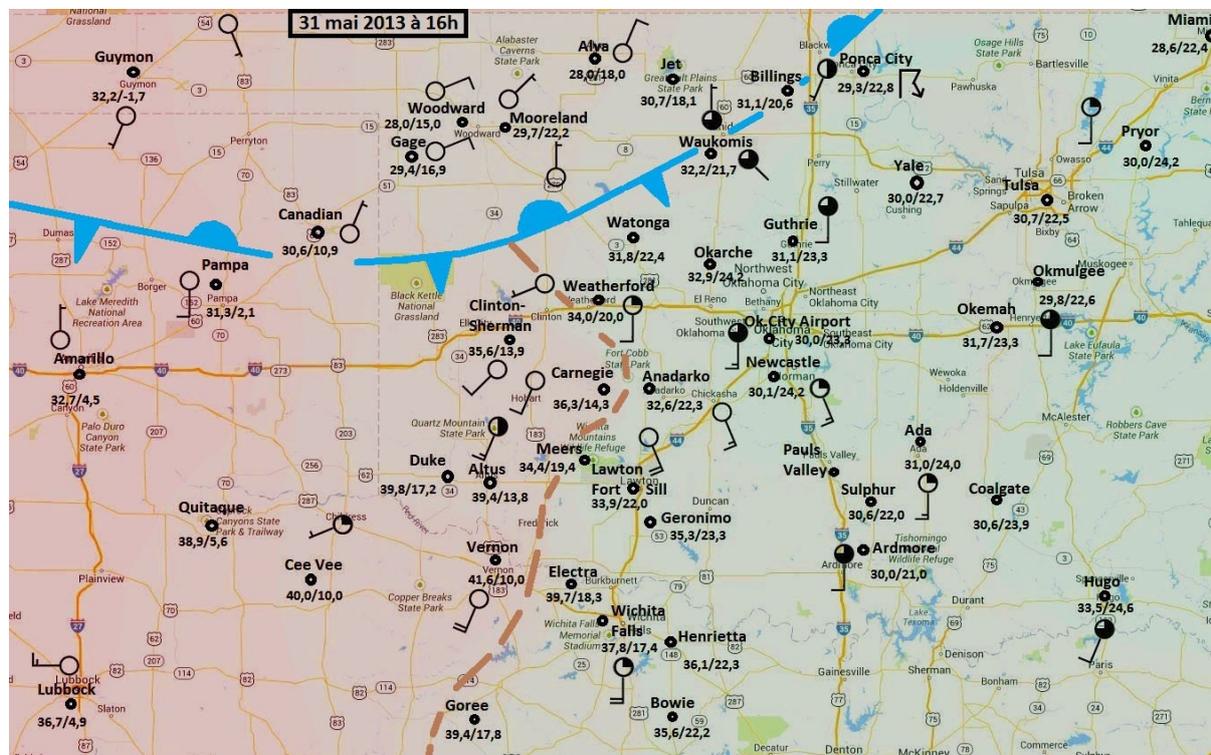
Au nord du front, les températures sont souvent inférieures à 30°C, avec du beau temps et une humidité ni trop faible, ni trop forte. Un climat fort agréable donc.

À Dodge City au Kansas (à 800 mètres d'altitude), la température dans l'après-midi se situe autour des 29-30°C, sous un ciel lumineux garni de quelques cumulus et qui présentera une toute petite tendance orageuse le soir. Plus loin encore vers le nord-ouest, à Denver au Colorado (ville située dans les hautes plaines, à plus de 1600 mètres d'altitude), le temps est tout aussi agréable, avec 23°C et un air cristallin, où des cumulus humilis aplatis sont visibles de très loin.

Dans l'est de l'État d'Oklahoma par contre, c'est tout le contraire : en plein secteur chaud, il règne une touffeur insupportable avec un ciel souvent chargé (stratocumulus en matinée, évoluant en cumulus l'après-midi avant que le temps ne devienne orageux). L'humidité devient alors extrême, avec des points de rosée atteignant parfois même 24-25°C pour des températures de l'ordre de 30°C.

Dans l'ouest de l'Oklahoma, et plus particulièrement dans le sud-ouest, c'est l'air chaud et sec qui domine, avec des températures de 40°C et des points de rosée s'abaissant temporairement à 10°C en fin d'après-midi. Le ciel y est généralement serein mais malgré tout, un peu d'humidité résiduelle en journée autorise parfois une petite convection dans l'après-midi.

La carte ci-après décrit la situation observée en Oklahoma à 16 heures. Elle reprend en autres les températures, les points de rosée, le vent et la nébulosité.



Comme on peut le voir, la réalité ne correspond pas toujours exactement aux modèles, même quand il s'agit de prévisions à très court terme. La « dry line » par exemple (comme cela arrive souvent d'ailleurs) n'est pas rectiligne mais présente des ondulations. Celles-ci sont liées aux reliefs (même modestes), à la nature et la rugosité du sol, mais aussi à la turbulence de l'air. C'est pour cela, entre autres, que les supercellules (tornadiques) sont non seulement difficiles à prévoir avec précision mais adoptent aussi des comportements traîtres, qui peuvent surprendre même des traqueurs avertis.

Dans le cas du 31 mai 2013, nous observons un vent assez turbulent des deux côtés de la « dry line », avec des rafales de 40 à 50 km/h voire 60 km/h. Il s'ensuit des irrégularités dans le tracé de cette « dry line » mais aussi des zones plus floues, où l'air sec et l'air humide se mélangent. On voit bien du côté « sec » ; les points de rosée ne sont pas toujours si bas sauf si l'on s'enfonce loin dans la « Texas Panhandle », vers des villes comme Lubbock et Amarillo où il fait vraiment sec.

Malgré tout, même en Oklahoma, on observe une nette différence dans les types de temps. À l'ouest de la « dry line », on observe généralement peu ou pas de convection tandis qu'à l'est de celle-ci, la convection s'enclenche souvent dès midi, parfois des suites de la transformation de stratocumulus en cumulus convectifs.

À Carnegie par exemple, située à une bonne cinquantaine de kilomètres à l'ouest-sud-ouest d'Oklahoma City (tout juste à l'ouest de la « dry line »), le temps est beau avec quelques cumulus humilis à mediocris, tandis que quelques congestus parviennent à se développer en soirée. Des cumulonimbus, formés plus à l'est, deviennent alors visibles depuis cette bourgade. À noter que la naissance de la supercellule responsable de la tornade d'El Reno aura lieu à une cinquantaine de kilomètres seulement au nord-nord-est de Carnegie, plus ou moins entre Hinton et Watonga.

À présent, l'analyse des sondages atmosphériques permet de constater qu'on a un profil à très forte décroissance thermique au-dessus d'Amarillo, situé au Texas dans les hautes plaines. Sous un ciel parfaitement serein, la température sur les terres surchauffées monte jusqu'à 34°C en fin d'après-midi, température mesurée dans une station pourtant située à 1120 mètres d'altitude. En air libre à 2000 mètres (donc à 900 mètres au-dessus du sol) il ne fait plus que 23-24°C, et 14°C à 3000 mètres. Ce profil à la limite du super-adiabatique se retrouve dans une couche d'air s'élevant jusqu'à 2500 mètres au-dessus du sol (environ 3600 mètres au-dessus du niveau de la mer), et cette couche est surmontée d'une décroissance qui reste assez raide même à moyenne altitude, avec des gradients de quelques 0,85°C tous les 100 mètres.

Dans l'extrême sud-ouest de l'Oklahoma, on retrouve ce même type de profil mais avec un sol situé plus bas (400 mètres au-dessus du niveau de la mer comme dit précédemment), ce qui fait que les températures y atteignent voire dépassent les 40°C en après-midi, et même encore en début de soirée. On se retrouve donc là aussi face à une décroissance extrême de la température avec l'altitude. Mais, associée à une certaine subsidence de l'air descendant des plateaux situés plus hauts, la sécheresse empêche la convection si ce n'est de façon isolée, là où de l'air plus humide réussit à se mêler à l'air sec.

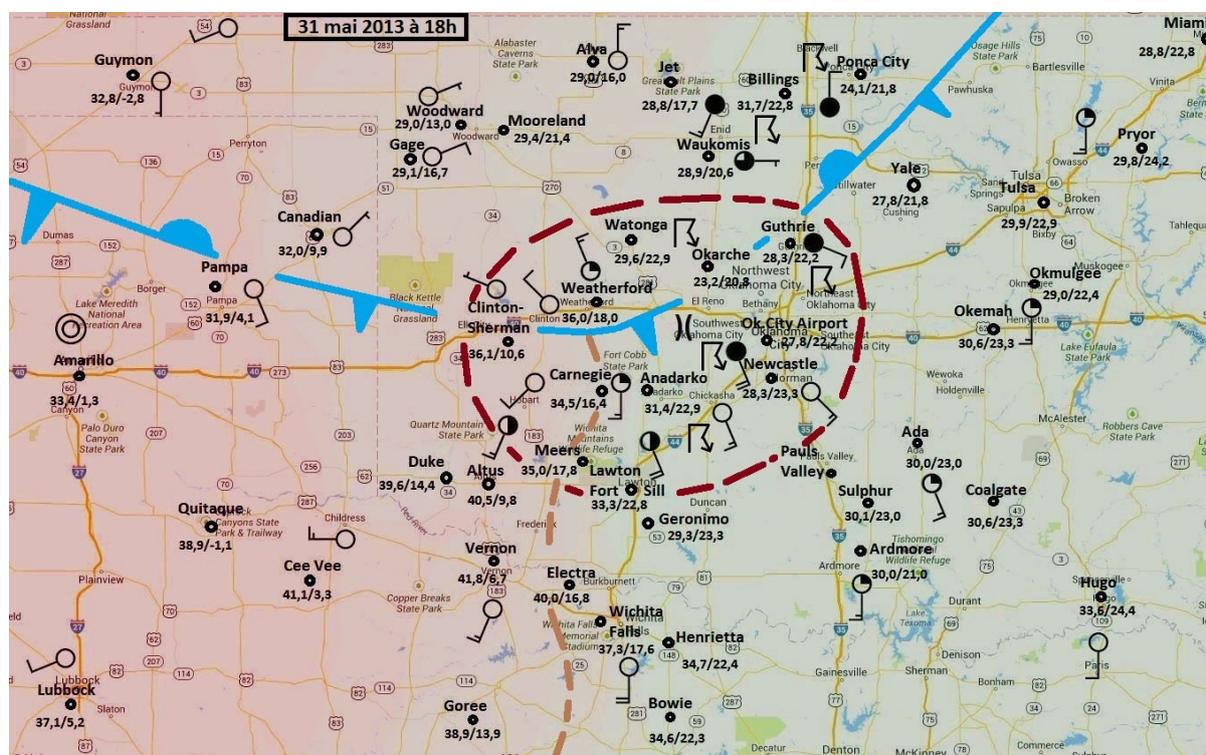
Dans le nord-est de l'Oklahoma, malgré des gradients un peu plus faibles, on peut également parler d'une grande instabilité en raison de la forte humidité. En effet, dans les colonnes ascendantes, la saturation est vite atteinte et à partir de ce moment, on peut déjà parler d'instabilité dès 0,6°C de décroissance tous les 100 mètres. Or les gradients sont largement supérieurs à cette valeur.

Dans la région centrale de l'Oklahoma, nous retrouvons ce même type de profil instable et très humide mais jusqu'à 1800-1900 mètres d'altitude seulement (donc sur une couche d'air de quelques 1500 mètres à partir du sol). Au-dessus, nous retrouvons l'air sec et très chaud en provenance du Sud-ouest, passant au-dessus de l'air humide, ce dernier plus dense et un peu moins chaud, et formant une puissante inversion (16°C à 1800 mètres, 20°C à 1900 mètres).

Nous avons donc affaire à deux masses d'air extrêmement instables, situées l'une au-dessus de l'autre et séparées par une inversion infranchissable en temps normal, c'est-à-dire lorsqu'on ne prend en compte que l'élément thermique.

Cette inversion, par ailleurs, s'abaissera progressivement durant l'après-midi pour se situer vers 1500 mètres (quelques 1100 mètres au-dessus du sol) en début de soirée.

Regardons à présent comment la situation a évolué en deux heures, sur la carte ci-après qui reprend la situation à 18 heures.



Ici se révèle une véritable dépression thermique, avec des vents convergents, qui s'est formée autour du « triple point » exactement comme l'avait prévu le SPC. Nous constatons que le front froid, encore plus ou moins stationnaire à 16 heures, s'est très légèrement avancé. En fait, la supercellule d'El Reno est déjà formée, et le pseudo-front tend à se confondre avec le front froid. Nous sommes désormais dans une situation où il y a interdépendance des causes et conséquences : la convergence qui a créé la supercellule est en même temps entretenue par cette dernière.

La « dry line », quant à elle, fait du sur place à quelques nuances près. C'est dans sa partie sud (par rapport à l'Oklahoma) qu'elle avance encore un peu. En outre, les contrastes d'humidité se sont renforcés de part et d'autre de cette ligne.

À l'ouest, le début de soirée demeure « brûlant » avec des températures qui stagnent autour de 41-42°C par endroits et un vent qui continue à souffler avec impétuosité. Ce vent, d'ailleurs, on le retrouve avec la même force de l'autre côté de la « dry line », du côté humide. Nous avons de ce fait deux courants turbulents et irréguliers, l'un de sud-sud-est et l'autre de sud-ouest, qui se rencontrent dans une puissante zone de convergence (la dry line) et qui viennent buter contre le front froid où le vent souffle de nord-est dans les basses couches.

Un « triple point » va donc majestueusement venir à bout de l'inversion, former la dépression thermique précitée et concentrer une énorme énergie dans quelques zones relativement restreintes, avec comme résultat (au vu de la dynamique très favorable aussi en altitude) une véritable « fête aux supercellules ».

À noter que l'explosion de la supercellule qui donnera la tornade d'El Reno (signalée sur la carte de 18h ci-dessus bien qu'elle ne se soit formée qu'à... 18h03) s'est produite un peu à l'est du « triple point » c'est-à-dire dans la zone humide, là où l'inversion se situait exactement à la bonne altitude pour être percée dans ladite « zone restreinte ».

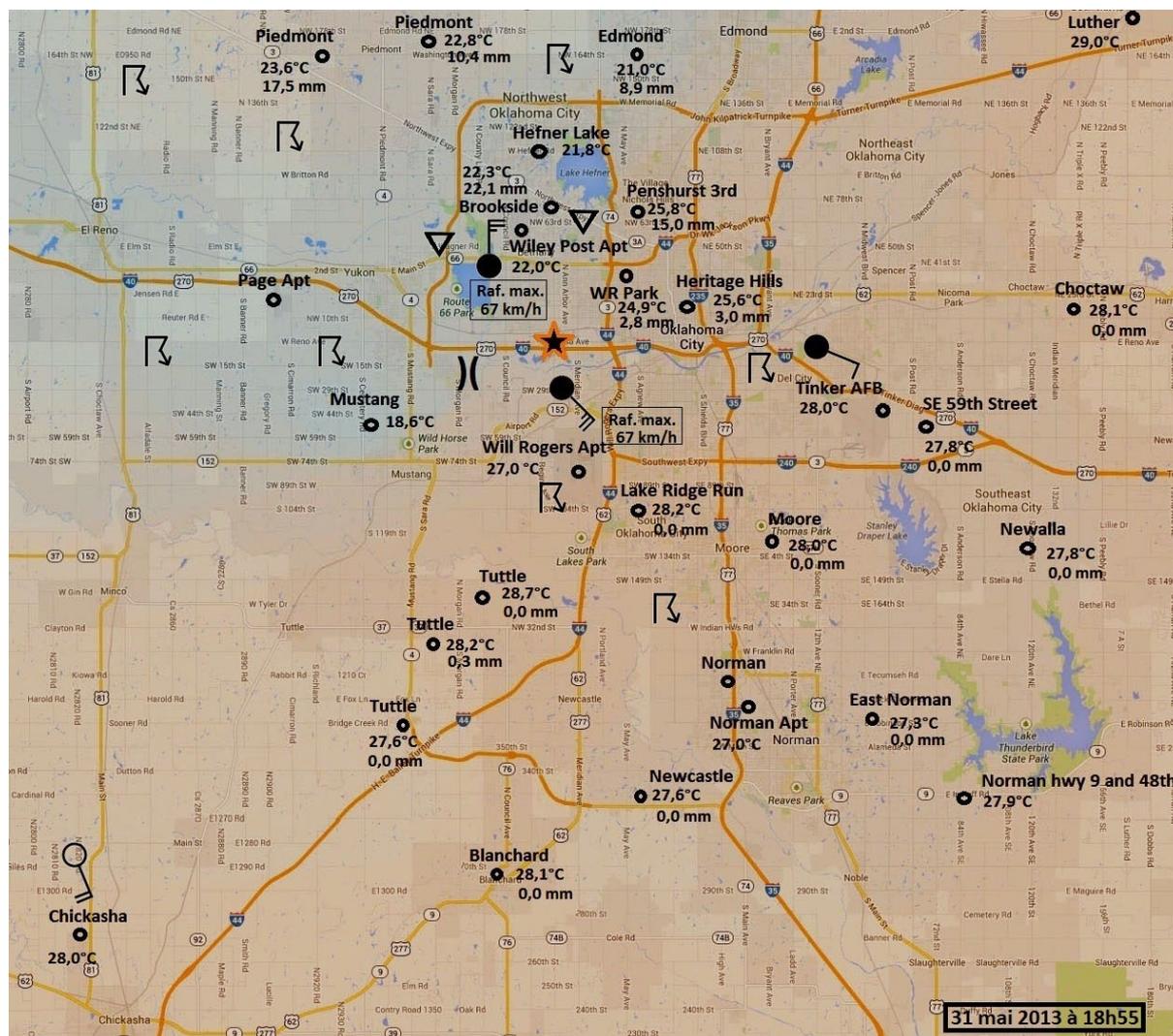
Cette tornade d'El Reno fera, plus loin dans ce dossier, l'objet d'une analyse très détaillée, avec photos et images doppler à l'appui. Mais passons d'abord à une description, à très petite échelle, du temps qu'il a fait à l'endroit où était basée notre équipe.

Les quatre cartes ci-après sont de véritables « instantanés » (à quelques minutes près) de la situation atmosphérique. Les couleurs correspondent ici à la température (alors que les cartes précédentes mettaient surtout en évidence l'humidité/sécheresse). Outre les indications de température, on trouve aussi les précipitations déjà recueillies des orages en cours. Les symboles sont ceux utilisés sur les cartes météorologiques standard, en l'occurrence des flèches de vent (1 barbule = 10 nœuds, ½ barbule = 5 nœuds, 1 triangle accompagnant les barbules = 50 nœuds).

En plus du symbole bien connu des orages, le signe «)(» représente une tornade, le triangle avec pointe vers le bas, la grêle, et les deux lignes ondulées, les inondations (« flash floods »).

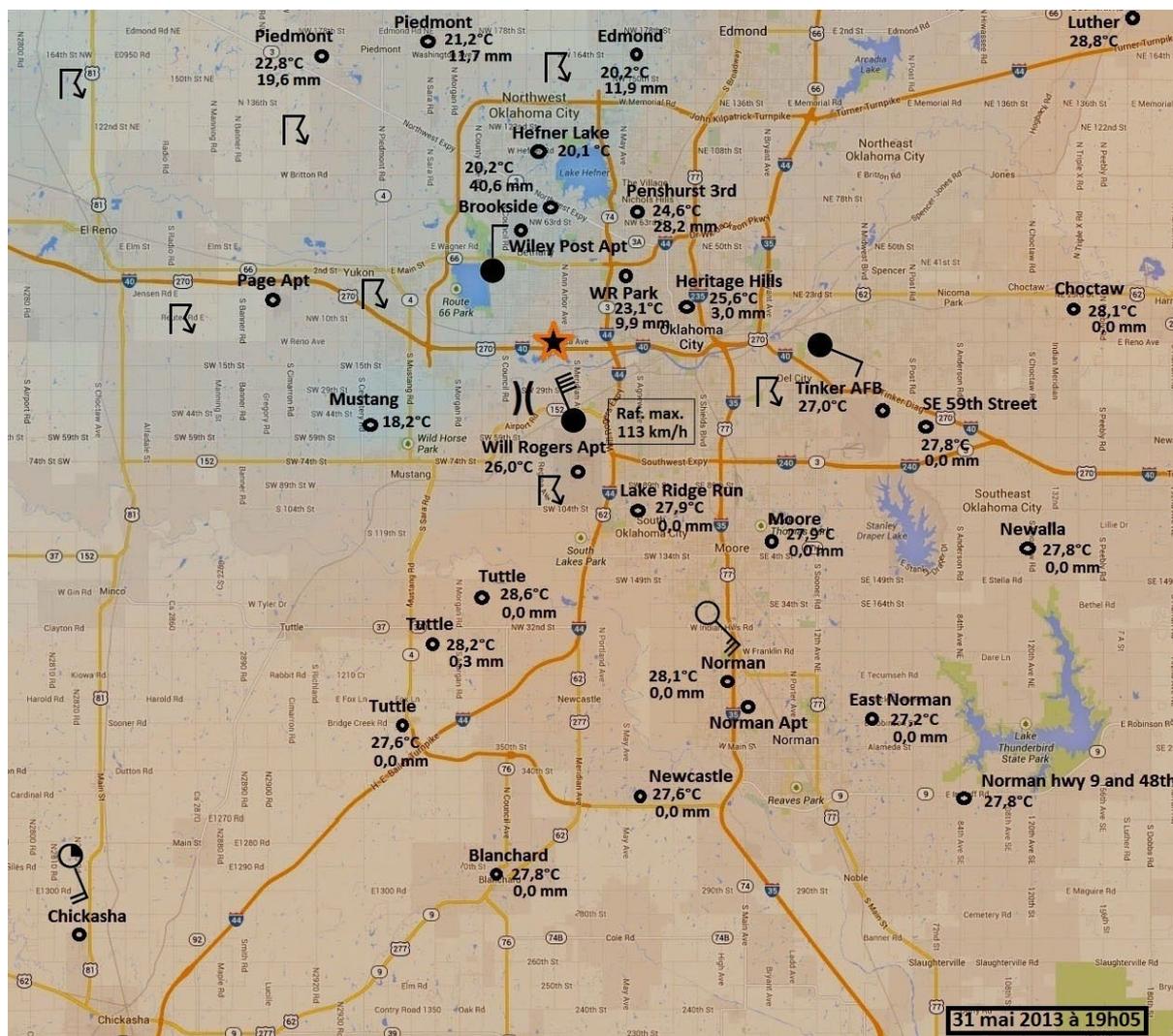
L'étoile correspond à la position de notre équipe.

Situation à 18h55 L.T. :



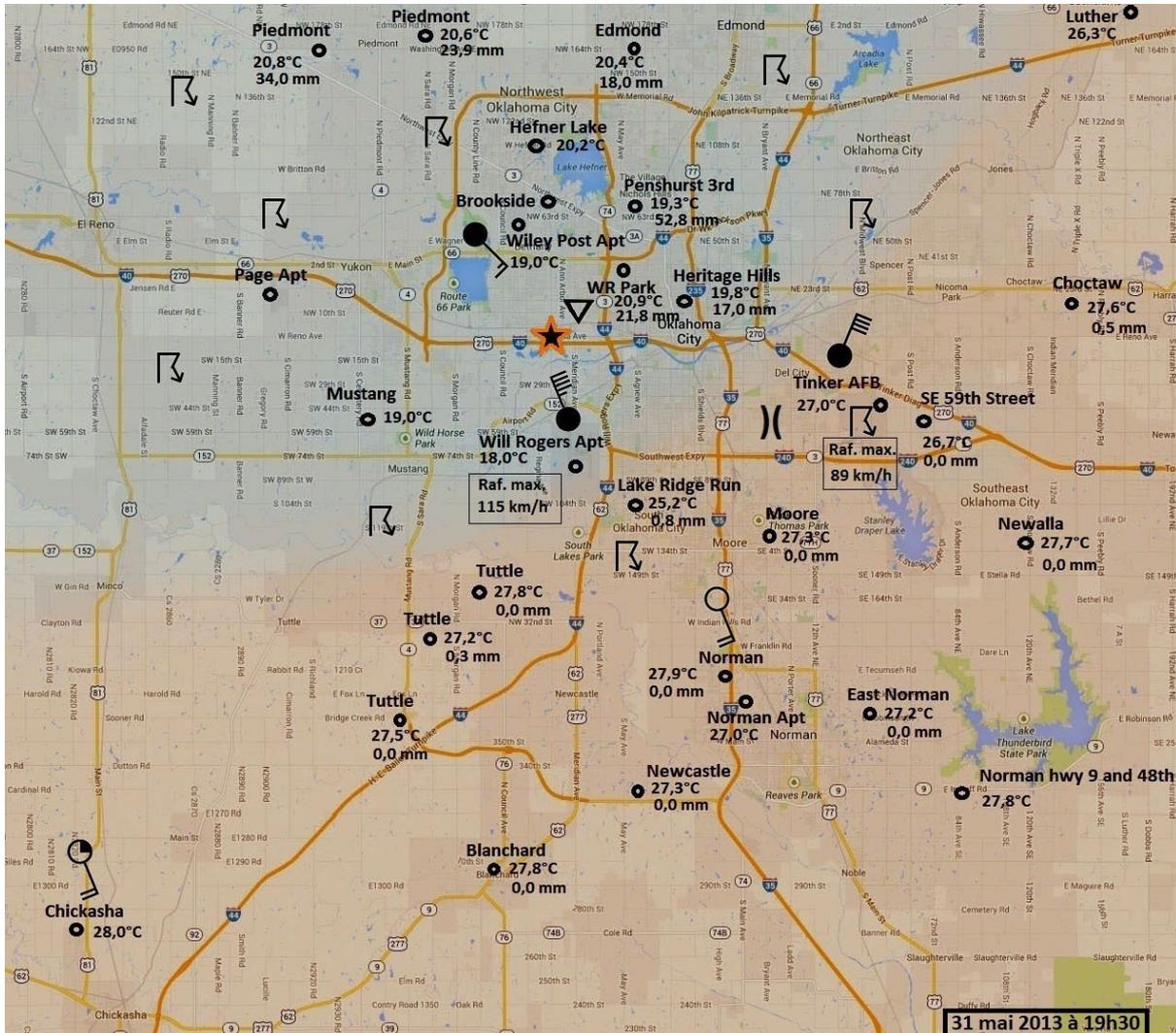
Remarquez la tornade à l'ouest-sud-ouest de notre équipe, parfaitement invisible bien que située à seulement 6 kilomètres. Les rafales de vent commencent aussi à se faire sentir, toujours en provenance du sud-est. Les premières gouttes tombent dans une atmosphère chaude et humide, avec une température de 27°C (point de rosée : 22°C).

Situation à 19h05 L.T. :



La tornade (une EF1) s'est fortement rapprochée. Elle ne se trouve plus qu'à 3-4 kilomètres au sud-sud-ouest de notre position. Elle poursuivra ensuite sa route vers l'aéroport Will Rogers. En même temps, un vent de tempête s'est levé, soufflant à présent de nord-nord-ouest avec des rafales jusqu'à 113 km/h. Provisoirement, il fait encore chaud mais la pluie tombe déjà dru. À Will Rogers Park, on a relevé 7,1 mm en seulement 15 minutes, et déjà 9,9 mm au total. Le nord-ouest de la ville a déjà plus de 40 mm par endroits.

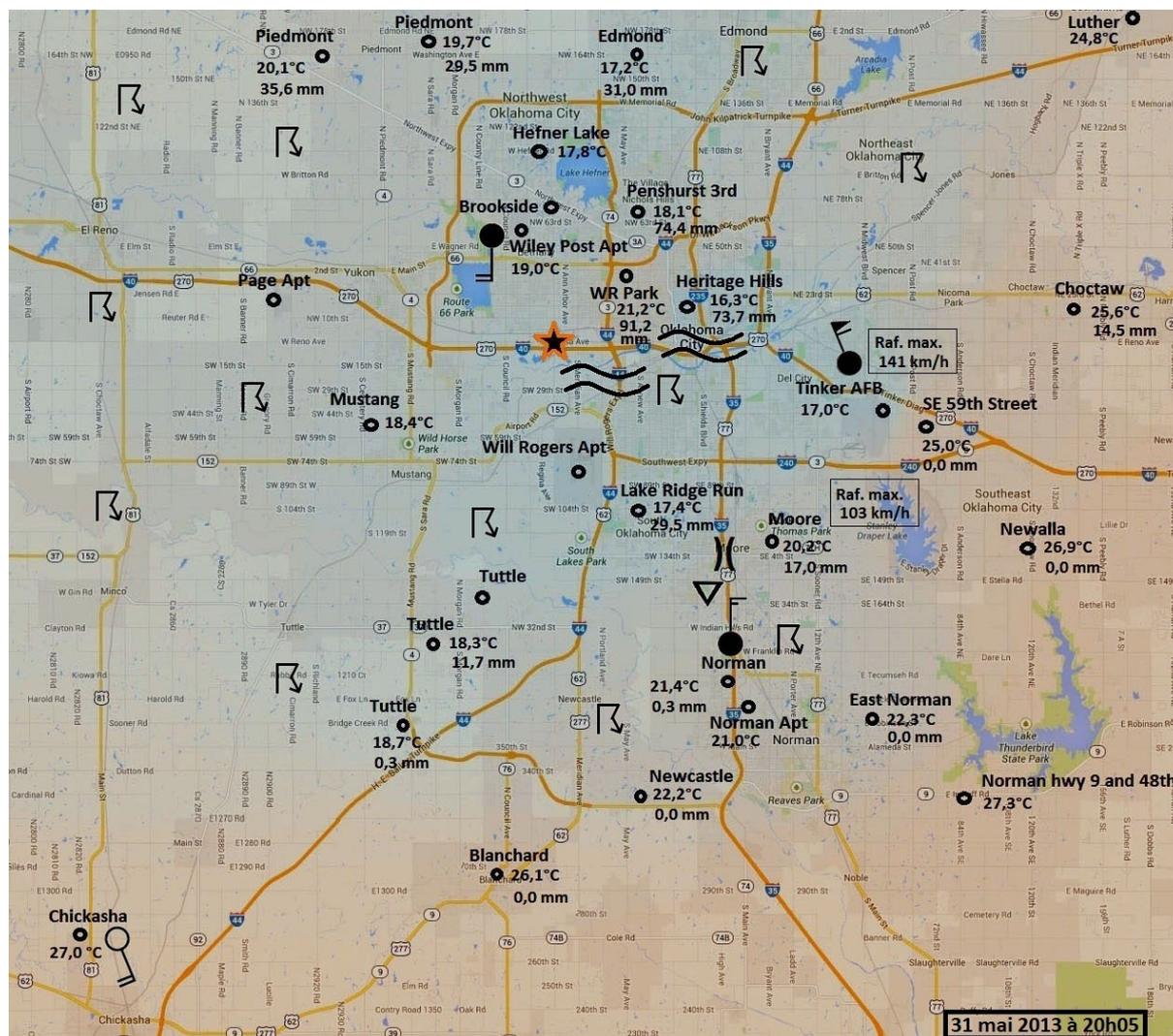
Situation à 19h30 L.T. :



Le vent souffle toujours aussi fort avec des rafales jusqu'à 115 km/h mais à présent, il fait froid : 18°C seulement sous les rafales descendantes. La tornade s'est résorbée entre-temps mais une autre s'est déjà formée non loin de la base militaire de Tinker, une EF0 cette fois.

Voyez aussi l'avancée inexorable du front de rafale, où l'air chaud se fait remplacer par de l'air très frais.

Situation à 20h05 L.T. :



Le vent s'est quelque peu calmé là où étaient postés nos traqueurs, et ils quittent désormais les lieux. Il pleut énormément. Le centre-ville a déjà recueilli entre 70 et 90 mm d'eau, avec comme conséquence des inondations. Pendant ce temps-là, la tempête fait rage à la base militaire de Tinker, avec des vents moyens de 109 km/h et des rafales jusqu'à 141 km/h ! Plus au sud, à Norman, une nouvelle tornade s'est développée, également classée EF0.

Encore plus au sud, la tourmente n'est pas encore arrivée. Il continue à faire 27°C dans l'air du soir, avec un ciel dégagé !

Et voici encore quelques statistiques :

..... Vent . Vent Vent						
Heure	Localité	T°	Dir	Vitesse	Raf	Type de temps..
17h55	Weatherford	36°C	NNW	26 km/h	33 km/h	Orage au loin.
17h55	Chickasha	29°C	SSE	35 km/h	48 km/h	Clair
18h15	Okla. City Page Muni	26°C	E	50 km/h	59 km/h	Orage faible .
17h53	Okla. City Sundance Airpark	28°C	SSE	37 km/h	46 km/h	Orage ss préc.
17h53	Okla. City Wiley Post Apt	28°C	SSE	37 km/h	46 km/h	Orage ss préc.
17h52	Okla. City Will Rogers Apt	28°C	SSE	33 km/h	43 km/h	Orage ss préc.
17h55	Norman	28°C	SE	32 km/h	46 km/h	Orage au loin
17h53	Guthrie	28°C	ESE	15 km/h	35 km/h	Orage ss préc.
17h58	Tinker AFB	28°C	SSE	26 km/h	37 km/h	Clair
18h15	Shawnee	30°C	SSE	24 km/h	41 km/h	Clair

..... Vent . Vent Vent						
Heure	Localité	T°	Dir	Vitesse	Raf	Type de temps .
19h15	Weatherford	30°C	N	30 km/h	41 km/h	Orage au loin.
19h15	Chickasha	28°C	SSE	33 km/h	54 km/h	Peu nuageux ..
--h--	Okla. City Page Muni	--°C	---	-- km/h	-- km/h	-----
18h47	Okla. City Sundance Airpark	22°C	N	44 km/h	67 km/h	Orage fort ...
18h47	Okla. City Wiley Post Apt	22°C	N	44 km/h	67 km/h	Orage
19h06	Okla. City Will Rogers Apt	26°C	NNW	72 km/h	113 km/h	Orage, tornade
19h15	Norman	27°C	SE	43 km/h	57 km/h	Orage au loin.
18h48	Guthrie	21°C	N	20 km/h	54 km/h	Orage faible .
17h58	Tinker AFB	28°C	E	15 km/h	33 km/h	Orage
18h55	Shawnee	29°C	SSE	19 km/h	35 km/h	Clair

Il est intéressant de noter que deux aéroports ont subi de très fortes rafales, ce qui veut dire que nous disposons là de mesures tout à fait officielles.

L'aéroport international d'Oklahoma City (Will Rogers Airport), situé au sud-ouest de la ville, est le premier à avoir réellement observé une tornade, une « wedge tornado » en fait, d'une largeur de quelques 2,2 kilomètres et d'une intensité estimée EF1.

Elle a parcouru près de 16 kilomètres entre 18h51 et 19h23.

Puis c'est au tour de l'aéroport militaire de Tinker, au sud-est de la ville, d'observer (en plus des vents puissants) une autre tornade. Cette dernière a été apparemment plus faible, classée EF0. Ajoutons à cela que la température a fortement chuté sous ces rafales orageuses, passant de 27°C ou 28°C à 16-17°C au plus fort de la tourmente.

Et pour être tout à fait complet, voici les précipitations sur 24 heures en quelques points d'Oklahoma City. Vous allez voir, c'est impressionnant !

Will Rogers Park : 158,2 mm

Will Rogers Airport : 143,3 mm

Wiley Post Airport : 136,9 mm

Heritage Hills : 126,5 mm

Penshurst 3rd : 119,6 mm

Warr Acres : 115,8 mm

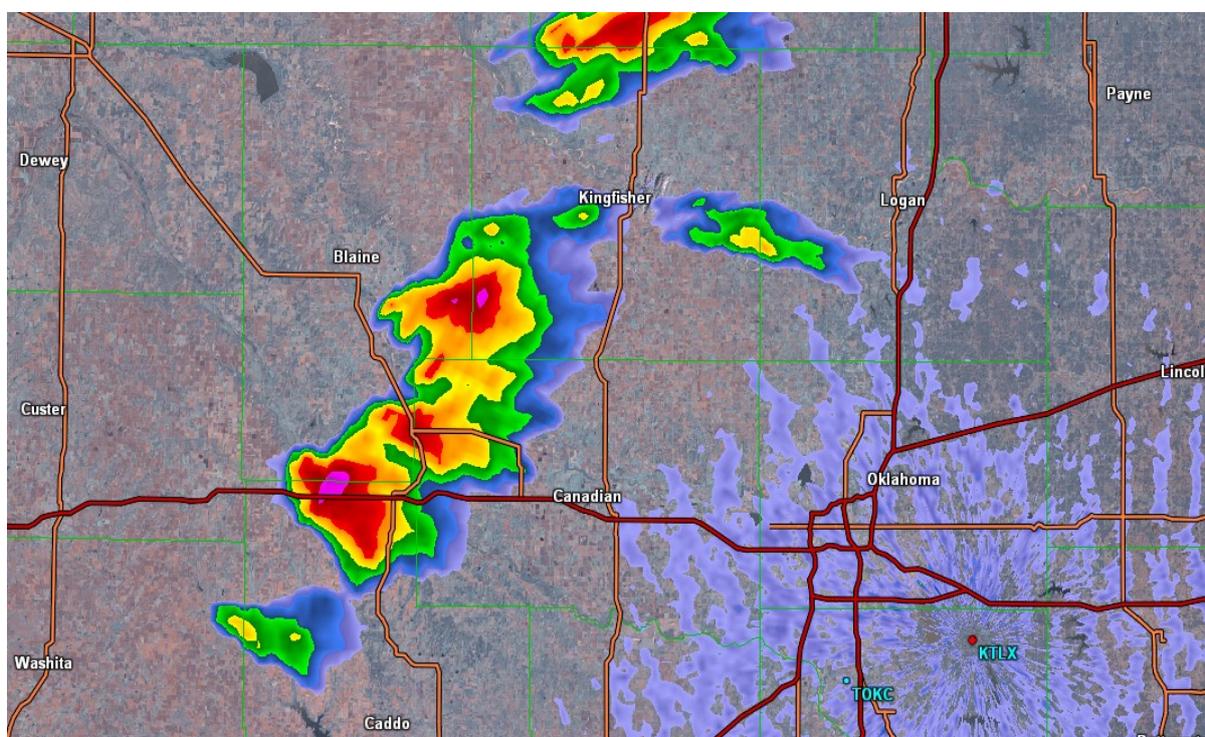
Brookside : 110,0 mm

Tinker Air Force Base : 109,0 mm

Passons maintenant au suivi de la situation en comparant les images radar avec les photos, ce qui va nous donner l'occasion de nous pencher un peu plus sur la tornade d'El Reno, la plus large tornade recensée sur le territoire américain.

6. Suivi de la situation

Dans le courant de l'après-midi de ce 31 mai 2013, vers 16h30, l'inversion cède brutalement au passage de la « dry line ». En moins de temps qu'il ne faut pour le dire, plusieurs cellules explosent alors véritablement ! Un « severe thunderstorm warning » est aussitôt lancé par les instances américaines. Positionnée dans la région de Calumet, notre équipe va être aux premières loges pour contempler l'évolution rapide de la supercellule.



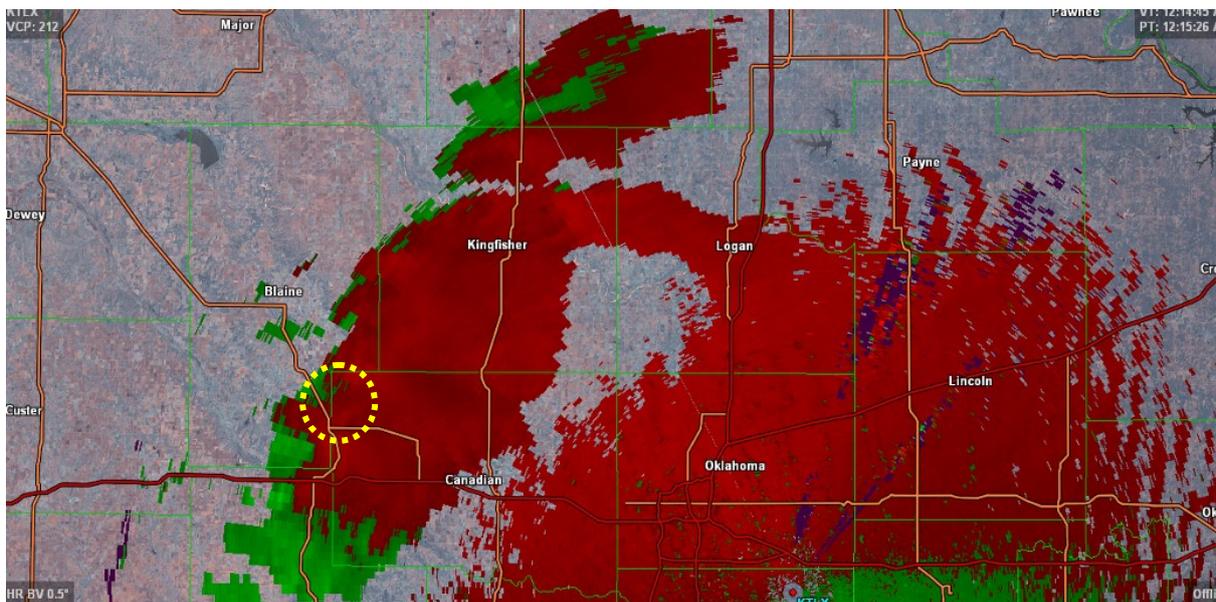
Source : Radar Doppler KTLX – Oklahoma – GR Level3



L'inversion vient de céder dans la région de Calumet
Crédit photo : **Samina Verhoeven** – Belgorage

Vingt minutes plus tard, l'une de ces cellules adopte déjà des caractéristiques supercellulaires.

En effet, le radar Doppler à vitesses radiales montre clairement un dipôle de vitesses radiales positives et négatives à l'ouest de la ville de Canadian, signature très nette d'une rotation du courant ascendant (cercle jaune). La présence d'un tel dipôle sur le flanc sud ou sud-est d'un orage est un sérieux indice permettant d'envisager la présence d'un mésocyclone.



Source : Radar Doppler KTLX – Oklahoma – GR Level3

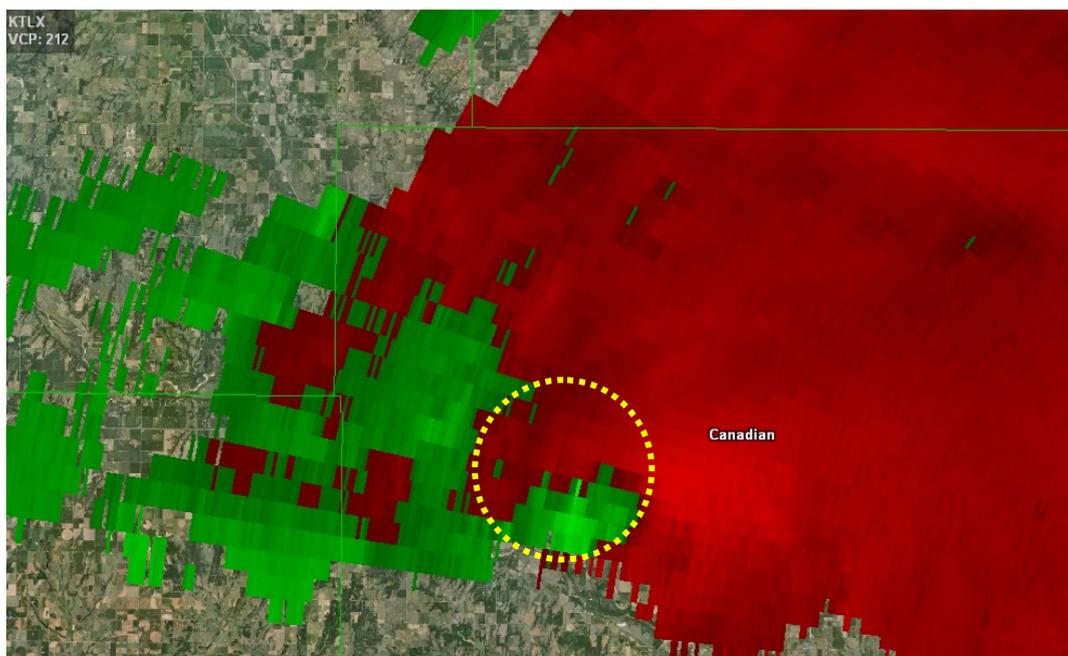
Dès lors, au vu de la situation, le risque de tornade est à prendre très au sérieux. Dans la région de Calumet à 17h00, le ciel devient particulièrement impressionnant !



Vue d'ensemble de la supercellule dans la région de Calumet
Crédit photo : **Samina Verhoeven – Belgorage**

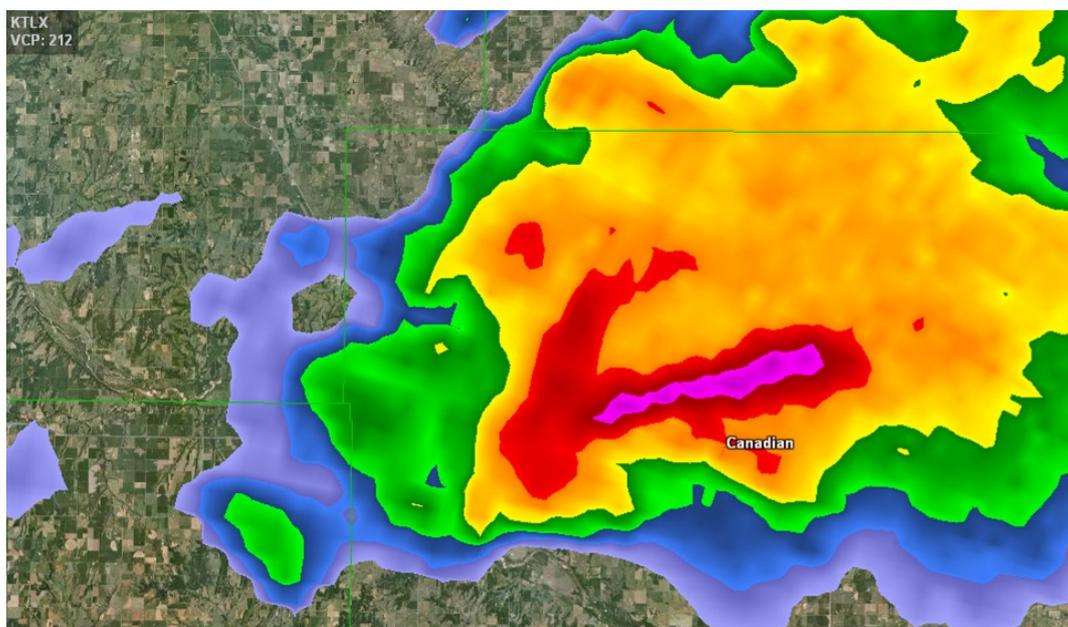
Une heure après, vers 18h00, un tornado warning est lancé sur la région de Canadian, à l'ouest d'Oklahoma City.

Il faut dire que les images radars Doppler montrent des signes de rotations évidentes (présence de forts gradients de vitesses radiales).



Source : Radar Doppler KTLX – Oklahoma – GR Level3

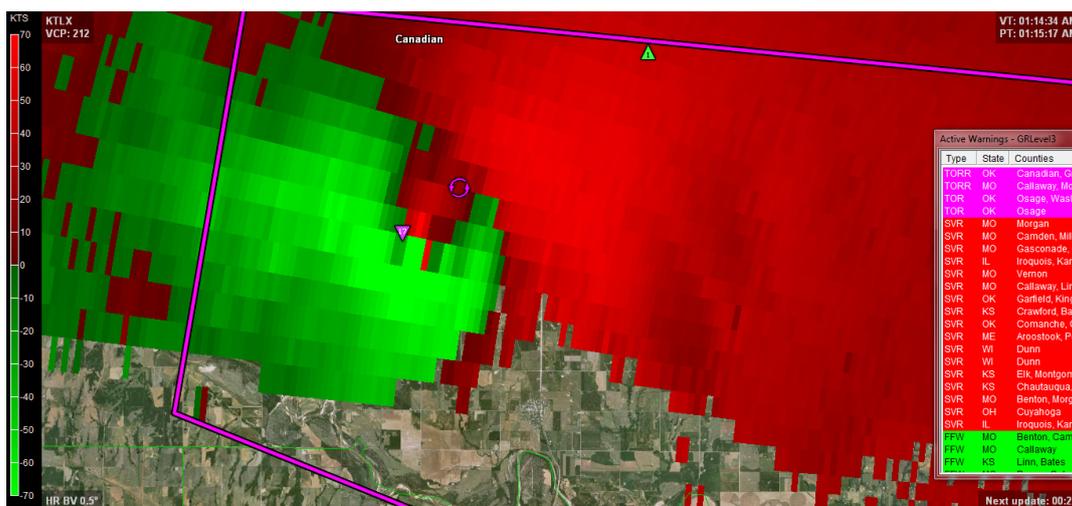
L'image radar de réflectivité est certes moins éloquente, mais la présence d'un écho qui semble pendre sur le flanc sud/sud-est de la supercellule indique une phase de développement du courant descendant de flanc arrière.



Source : Radar Doppler KTLX – Oklahoma – GR Level3

On voit que la supercellule évolue à une vitesse prodigieuse car en très peu de temps, l'écho « pendant » a évolué en crochet, qui se referme rapidement !

Le risque de tornade est très élevé. Et effectivement, un *“TORR -- Tornado Warning that has a report of a tornado”* est lancé pour la région de Canadian – El Reno. En clair, une tornade a été rapportée alors que le Doppler indique clairement un « TVS pour Tornado Vortex Signature » très élevé.



Source : Radar Doppler KTLX – Oklahoma – GR Level3



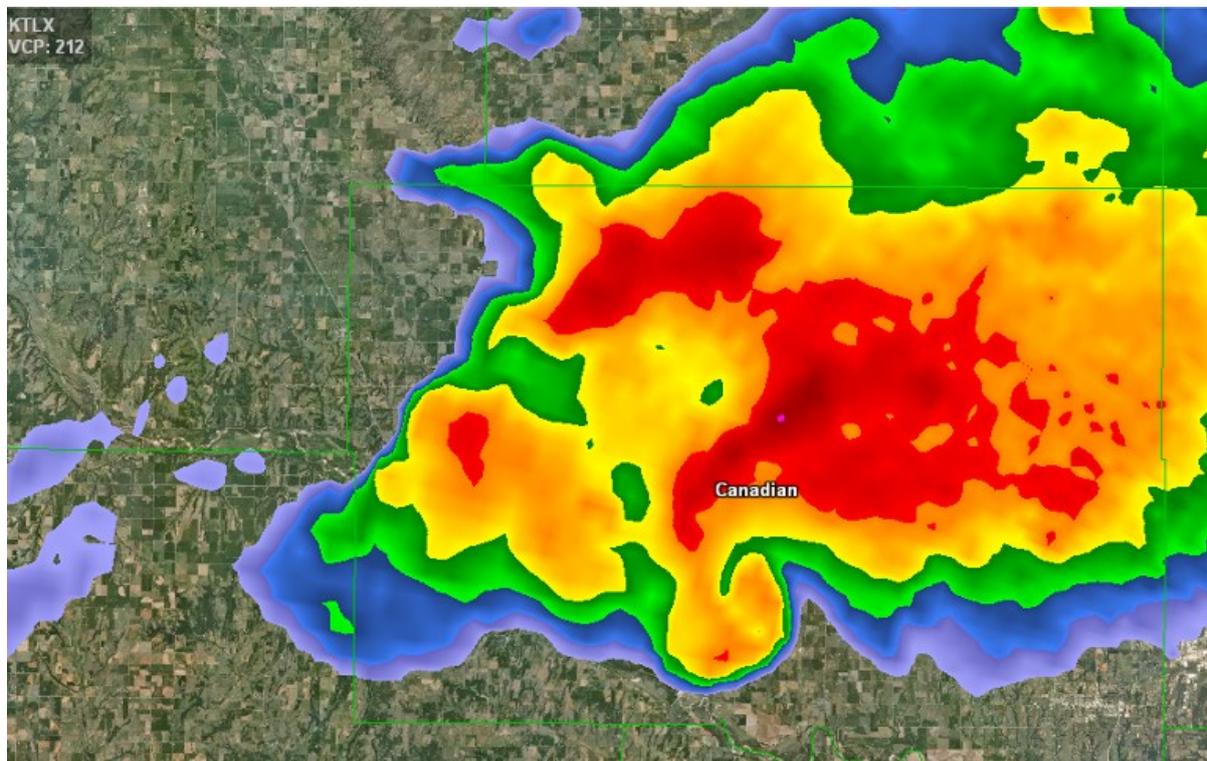
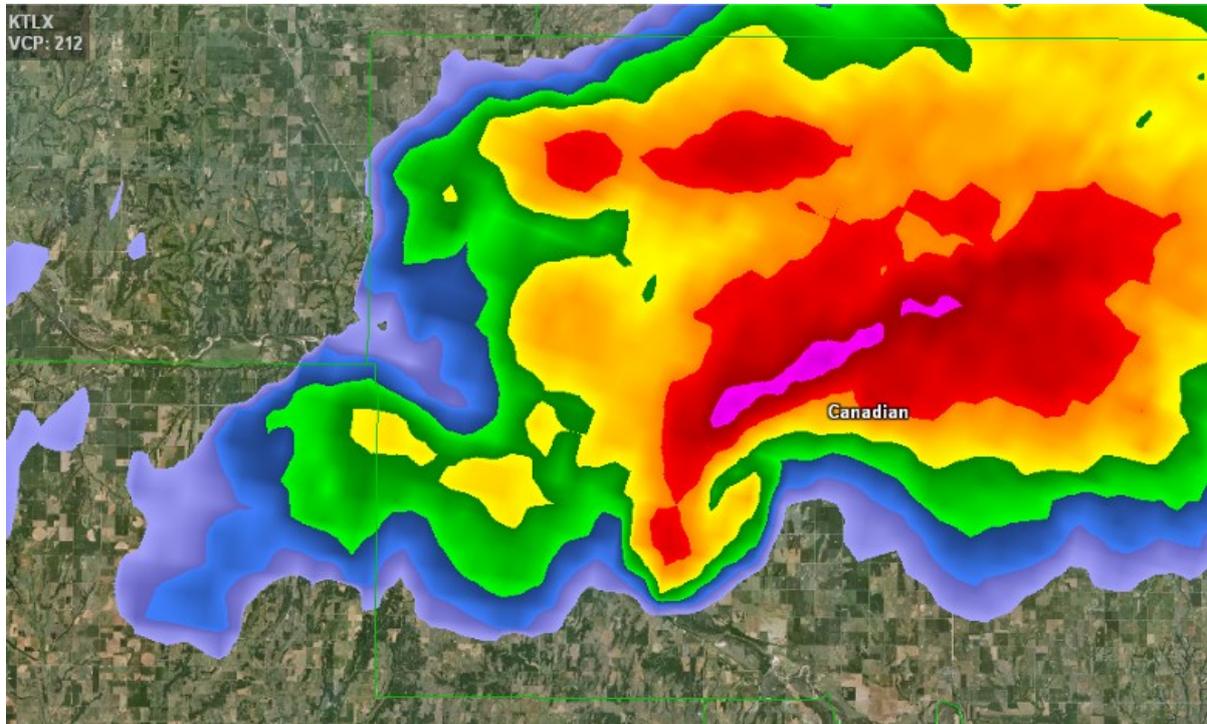
Tornade d'El Reno naissante dans la région de Canadian
Crédit photo : Laetitia Gibaud

De nature multivortex, la tornade se comporte de façon très aléatoire et si au début, son parcours est orienté nord-ouest → sud-est, celui-ci va ensuite évoluer vers un parcours ouest → est et enfin, un parcours sud-ouest → nord-est. C'est ainsi que de nombreux traqueurs d'orages vont être surpris par le déplacement de la tornade et certains d'entre eux vont même y perdre la vie. En outre, certains traqueurs ont rapporté le développement de plusieurs tornades autour du vortex principal (probabilité de tornades dites « satellites »).



Tornade d'El Reno
Crédit photo : **Vincent Deligny**

Rapidement, nous assistons à une occlusion du mésocyclone. En effet, la présence de rideaux de pluie produits par le courant descendant de flanc arrière entourant le vortex confirme l'évolution de la structure en supercellule HP.



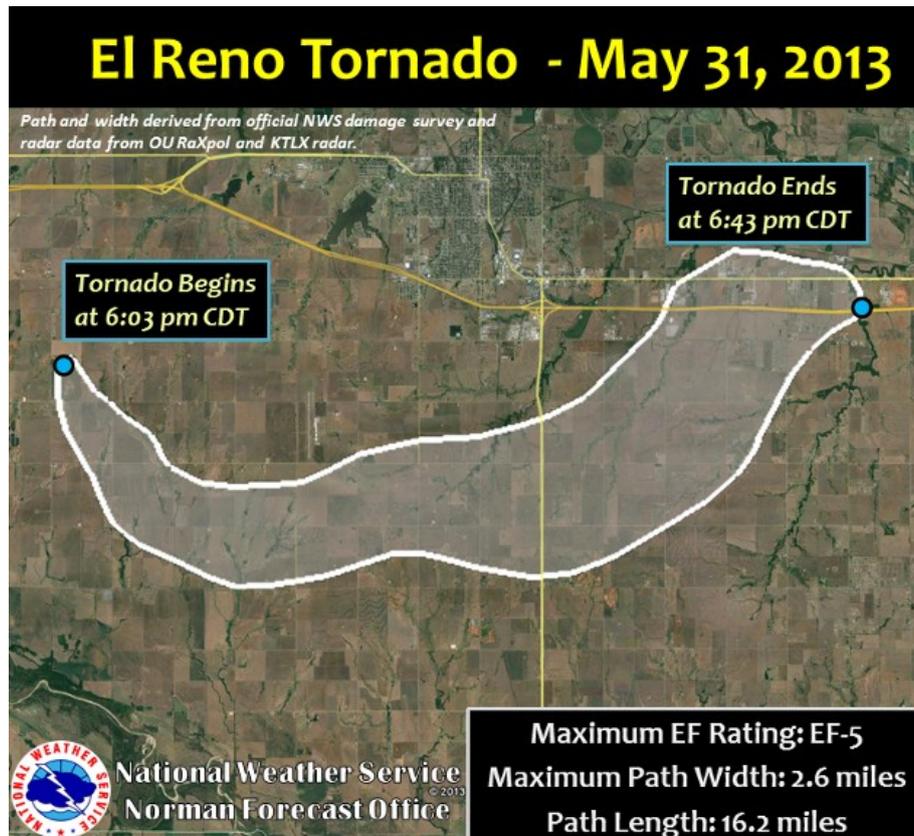
Source : Radar Doppler KTLX – Oklahoma – GR Level



Supercellule ayant généré la tornade d'El Reno
Crédit photo : **Samina Verhoeven – Belgorage**

La tornade d'El Reno va alors dépasser en dimensions et intensité tout ce que l'on peut imaginer. En effet, outre son incroyable puissance, cette tornade va atteindre les 4 kilomètres de largeur !

Si l'analyse des dégâts confirme une tornade d'intensité EF3, la vitesse du vent enregistrée par un radar Doppler mobile à proximité de la cellule atteint, elle, les 476 km/h. Fort heureusement, aucune habitation ne se trouvait sur le chemin de la tornade à ce moment-là.

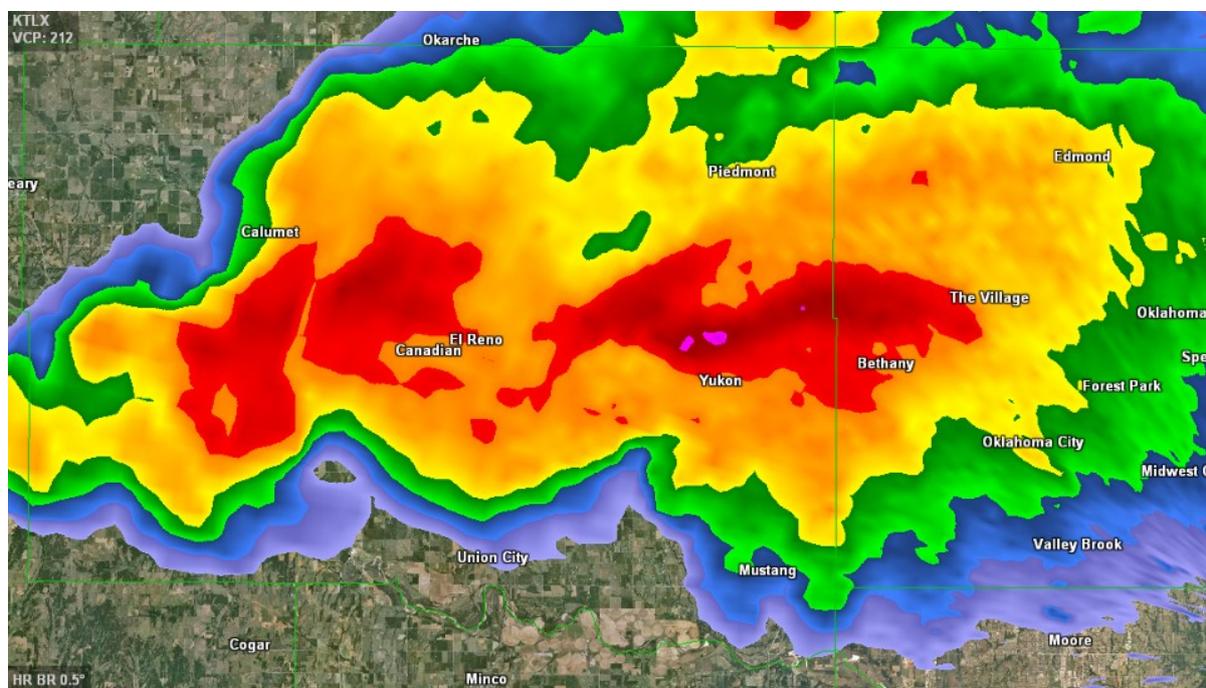
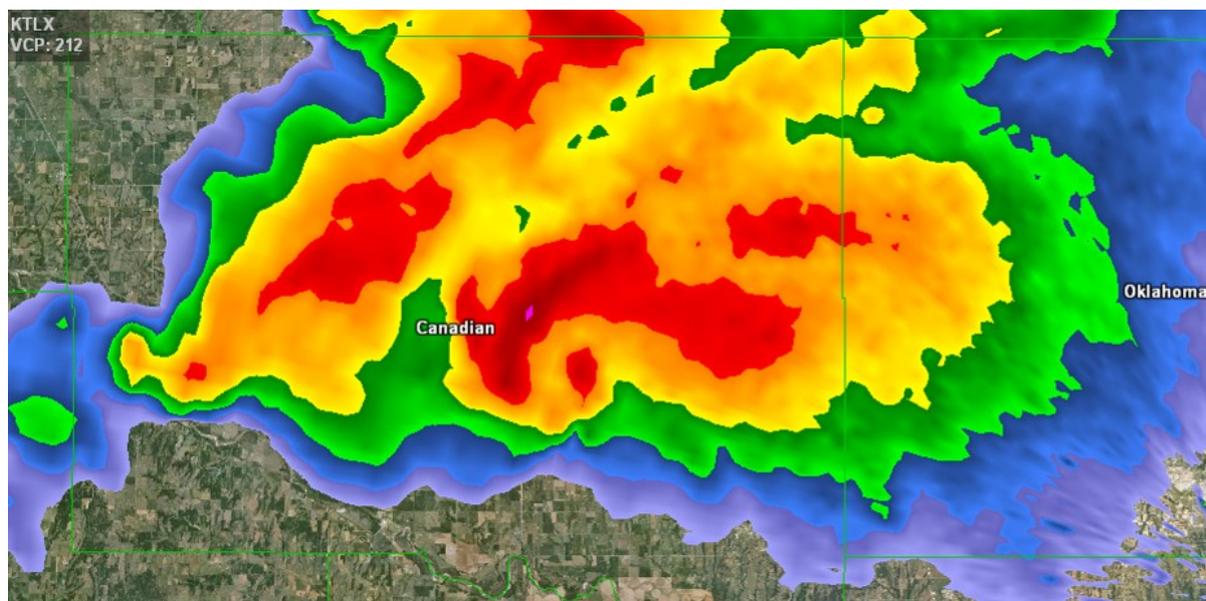


Trajectoire et intensité de la tornade d'El Reno
Source : National Weather Service

Certaines sources rapportent qu'au moment d'obliquer vers le Nord, le phénomène accéléra brutalement sa vitesse de déplacement et prit ainsi au piège les traqueurs qui se trouvaient sur son chemin.

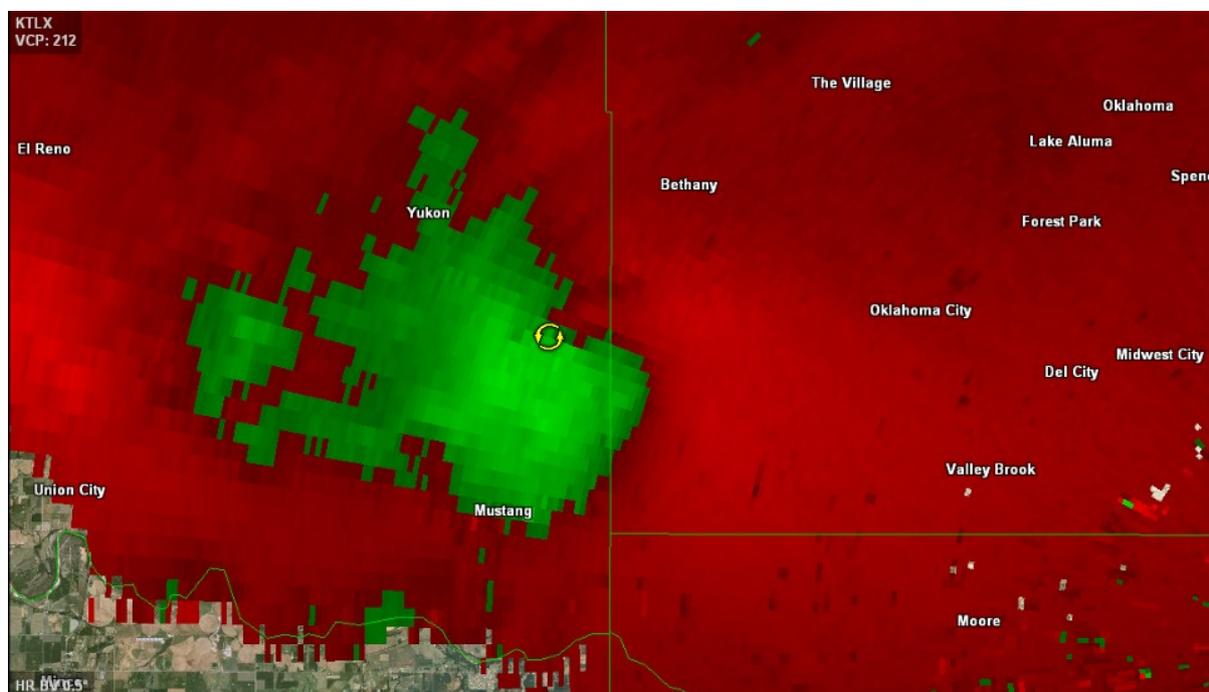
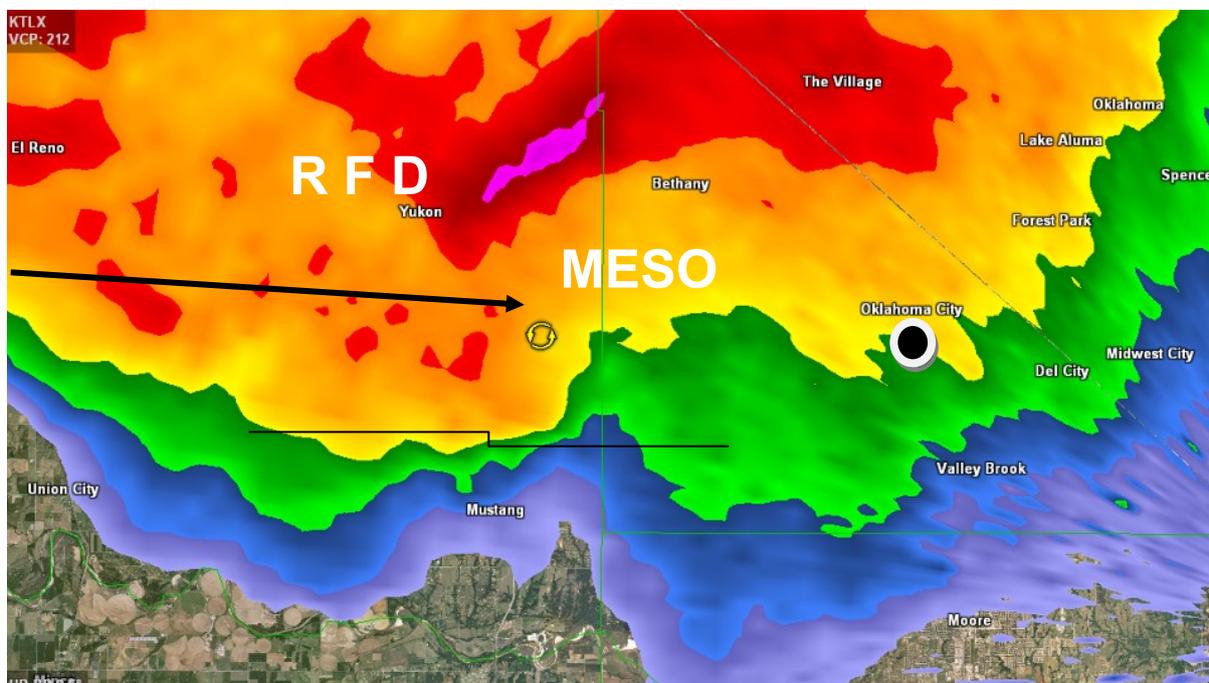
Pendant ce temps, les alertes à la tornade se succèdent dans la région d'Oklahoma City et certaines routes sont dorénavant prises d'assaut par les automobilistes. Notre équipe s'est positionnée légèrement au sud-ouest d'Oklahoma City afin d'immortaliser l'arrivée d'un orage supercellulaire en milieu urbain, ce qui est une première pour l'équipe.

Sur les images radar de la page suivante, on voit clairement l'évolution de la supercellule dite « principale » suivie d'autres cellules qui vont ensuite finir par ne plus former qu'une seule et même structure orageuse, de taille gigantesque et qui s'approche dangereusement d'Oklahoma City !



Source : Radar Doppler KTLX – Oklahoma – GR Level3

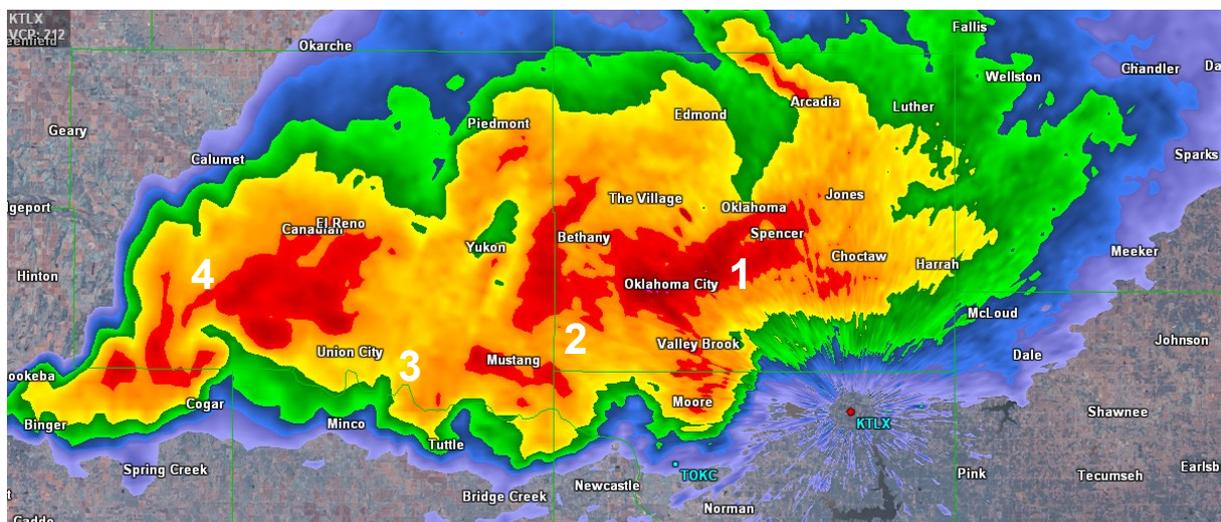
Voici maintenant une analyse plus approfondie de l'orage supercellulaire en approche d'Oklahoma City. La ville est matérialisée par le cercle blanc et noir. La flèche noire indique le déplacement de la cellule.



Source : Radar Doppler KTLX – Oklahoma – GR Level3

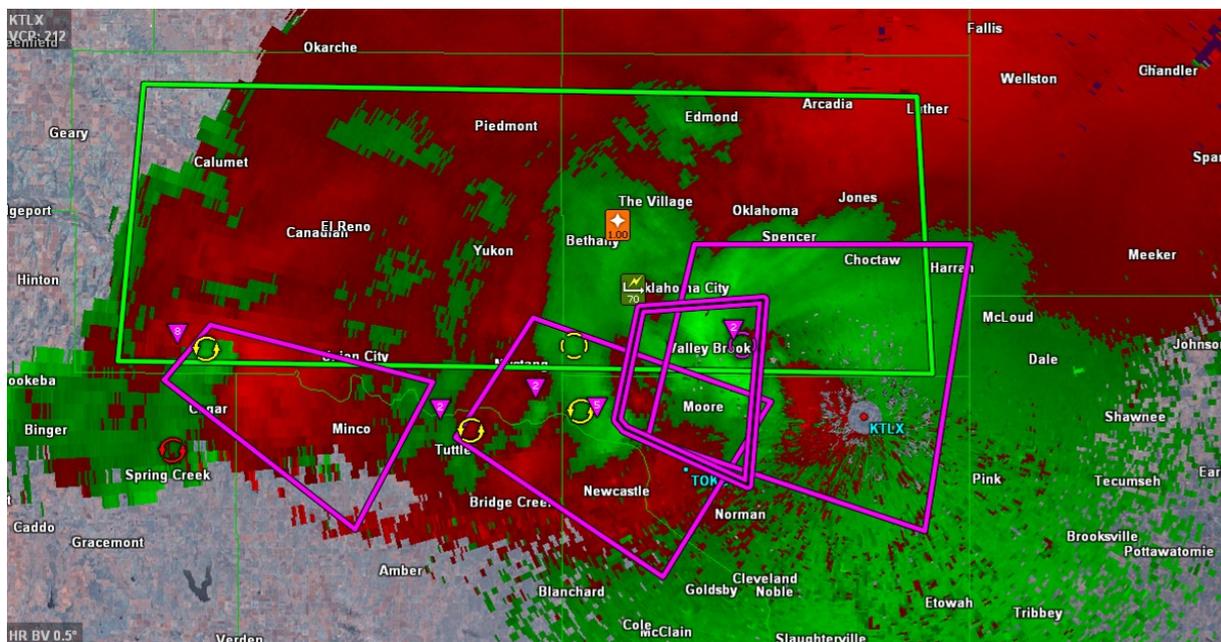
Comme nous pouvons le constater, la ville d'Oklahoma City se retrouve dans une situation assez « tendue » car le mésocyclone tend à se diriger vers elle.

Sur l'image radar suivante, on constate qu'en fait, ce ne sont pas moins de 4 supercellules qui sont enclavées dans une gigantesque structure orageuse au moment d'aborder la banlieue d'Oklahoma City.



Source : Radar Doppler KTLX – Oklahoma – GR Level3

De ce fait, de nombreuses alertes à la tornade sont ainsi émises simultanément...



Source : Radar Doppler KTLX – Oklahoma – GR Level3

Sur le terrain, la tension est à son maximum et de nombreux automobilistes sont piégés sur la ceinture principale qui entoure Oklahoma City.

Aux environs de 19 heures, c'est un impressionnant arcus mésocyclonique qui aborde la partie sud de la banlieue d'Oklahoma City.



Arrivée du courant ascendant de la première supercellule dans la banlieue d'Oklahoma City
Crédit photo : **Samina Verhoeven – Belgorage**

Le radar Doppler à vitesses radiales continue d'indiquer de forts gradients de valeurs positives et négatives, ce qui signifie que la supercellule est toujours susceptible de produire une tornade. Cela va d'ailleurs se vérifier avec quatre tornades supplémentaires rapportées sur le sud de la banlieue d'Oklahoma City.

Fort heureusement, aucune d'entre elles n'atteindra une intensité comparable à celle d'El Reno.

Cependant, l'arrivée brutale du courant descendant de flanc arrière (autrement dit le RFD) sur Oklahoma City va s'accompagner de très violentes rafales de vent et de précipitations diluviennes, que notre équipe va essayer de plein fouet !

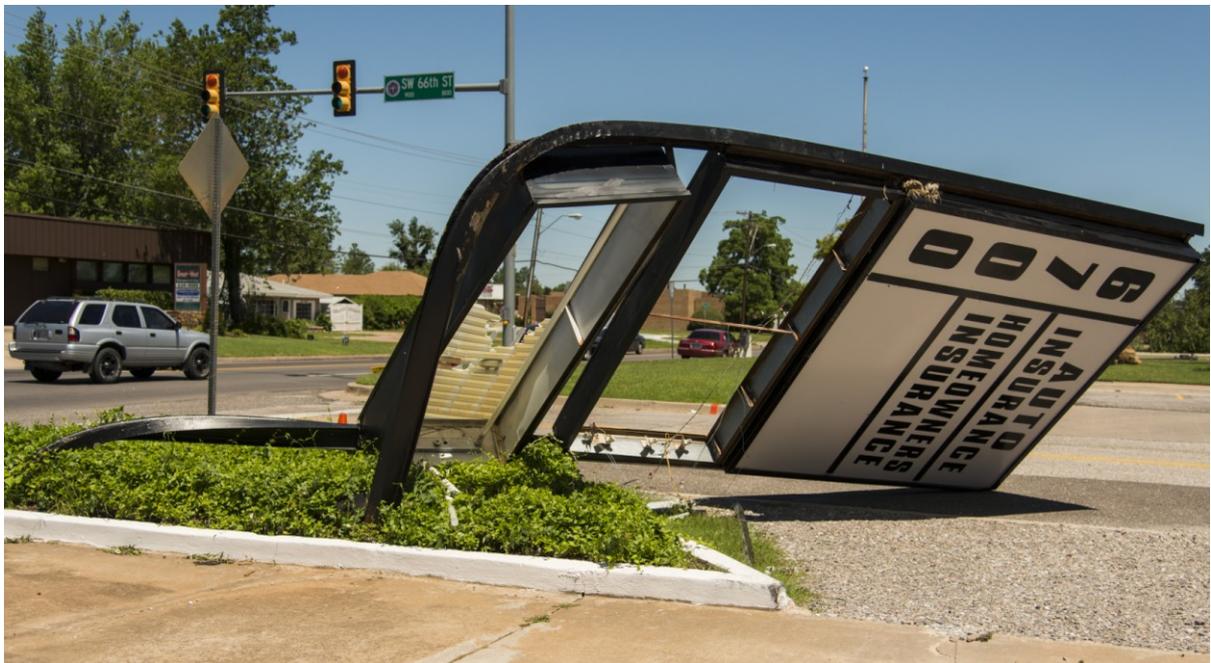


Crédit photo : Samina Verhoeven – Belgorage

Les rapports de vent enregistrés au plus proche de la position de notre équipe indiquent des valeurs supérieures à 100 km/h. Mais surtout, une tornade aura provoqué d'importants dégâts légèrement plus au sud de leur position. Ainsi, nos traqueurs se sont-ils retrouvés dans une situation pour le moins inconfortable et particulièrement dangereuse car il est beaucoup plus difficile d'anticiper l'arrivée d'une tornade en milieu urbain qu'en milieu rural. Après le passage du RFD, le vent et la pluie vont continuer de sévir durant un bon bout de temps, provoquant de nombreuses inondations et dégâts dus au vent.



Crédit photo : Samina Verhoeven – Belgorage



Photographie effectuée le lendemain soit le 01 juin 2013
Crédit photo : Samina Verhoeven – Belgorage



Crédit photo : Samina Verhoeven – Belgorage

Ainsi s'achève ce qui restera sans aucun doute la journée de traque la plus extraordinaire du séjour de notre équipe aux États-Unis !

Pour terminer, soyons certains qu'une véritable catastrophe humaine a été évitée de très peu ! En effet, si la tornade d'El Reno s'était développée cinquante kilomètres plus à l'est, la ville d'Oklahoma City aurait été touchée de plein fouet.

Avec les innombrables personnes prises dans les embouteillages, il est facile d'imaginer le véritable carnage qui se serait produit...

7. Sources

Storm Prediction Center

National Weather Service- Norman

University of Wyoming

Wunderground

Ogimet

Lightning Wizard

Laetitia Gibaud

Vincent Deligny

Tornado Seeker

« Dryline Magic » (Tim Marshall)

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