

3 juin 2013

«Les traqueurs traqués...»



Crédit photo : **Samina Verhoeven** – Belgorage

Dossier réalisé par :

Robert Vilmos
Membre responsable de Belgorage

Jean-Yves Frique
Cofondateur de Belgorage

En ce 3 juin, et après une journée de « repos » bien méritée le 1^{er} juin, ainsi qu'une reconnaissance des dégâts suite au passage des tornades d'El Reno et de Moore le 2 juin, notre équipe continue sa moisson de photographies de structures supercellulaires « à l'américaine » avec, comme point d'orgue, l'immortalisation d'un orage supercellulaire particulièrement structuré dans la région de Booker, dans l'État du Texas.

En soirée, un festival d'éclairs va perdurer durant plus d'une heure.

1. Prévisions du Storm Prédiction Center

Bulletin émis à 16h17 Z ou 11h17 L.T.

Il existe un léger risque d'orages violents au-dessus des Grandes Plaines.

Situation synoptique

Une dépression d'altitude au-dessus du centre du Montana se déplacera vers l'ouest du Dakota du Nord, où elle est attendue pour le 4 juin à 12h Z. Plus au sud, les images satellites révèlent la présence d'un petit maximum de vorticité/creux de faible amplitude qui se déplace vers l'est au-dessus du sud-ouest du Kansas.

Ce creux continuera à progresser vers l'est en s'affaiblissant. Il restera au-dessus des Plaines centrales et méridionales avec, en altitude, un ample flux d'ouest teinté d'influences anticycloniques.

Au niveau du sol, on note un front froid, de forme arquée, qui, depuis la dépression du Montana, s'étend jusqu'au nord-ouest du Colorado en passant par le Wyoming. Ce front se décalera vers l'est avec la formation d'une dépression de surface se développant sur l'est du Colorado. Une « dry line », partant de cette dépression du Colorado et descendant jusqu'au « Texas Panhandle », se démarquera mieux sur les cartes en après-midi, une fois que les basses couches seront fortement réchauffées et que le mélange de l'air sec et de l'air humide s'opérera aux abords de cette ligne.

L'humidité des basses couches restera fort limitée sur les Hautes Plaines, et seul le sud du Texas sera concerné par des points de rosée élevés, de l'ordre de 18-19°C. Une propagation de l'humidité vers le nord continuera à l'intérieur d'une bande, au-dessus des Hautes Plaines, où les vents de surface souffleront du sud avec un axe situé à l'est de la « dry line » là où les points de rosée finiront par se situer entre 8 et 13°C.

Les gradients verticaux de température sont très élevés dans les couches moyennes et, avec le réchauffement diurne des basses couches, la masse d'air deviendra instable avec des valeurs de MLCAPE de 1000-1500 J/kg, avec la plus forte CAPE dans une région s'étendant de l'ouest du Kansas au « Texas Panhandle ».

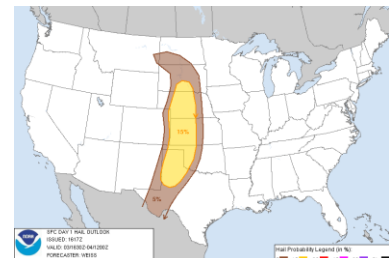
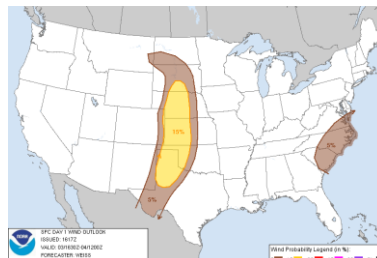
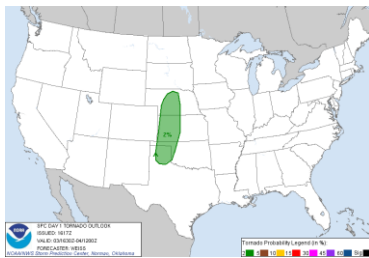
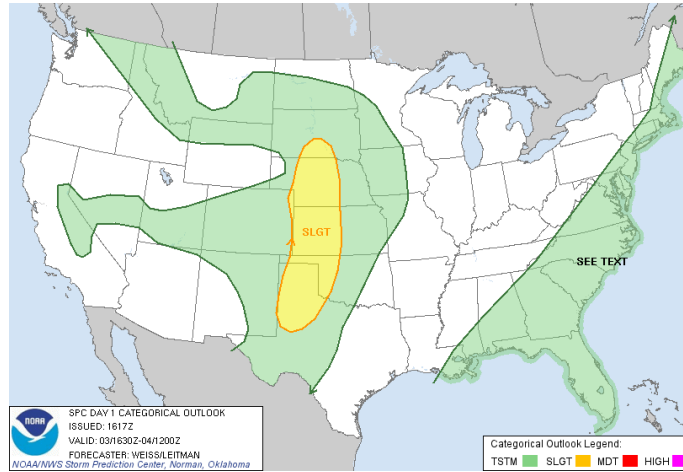
Dans les Plaines du Nord, on assistera à des ascendances à grande échelle liées à la dépression en altitude au-dessus du Montana, mais l'instabilité sera moindre dans ces régions.

La dynamique s'affaiblira à son tour en se décalant vers le sud, cependant, le réchauffement continu, associé à une convergence dans les basses couches près du front froid et de la « dry line », permettra, selon les modèles, un affaiblissement suffisant de l'inversion pour le développement d'orages isolés en fin d'après-midi, avec cumulonimbus à base élevée.

L'étendue de l'activité orageuse reste toutefois quelque peu incertaine en raison du retrait de la dépression d'altitude hors de la zone d'instabilité maximale. Malgré cela, le profil des vents révèle des cisaillements de 40-50 nœuds, ce qui favorise l'organisation des orages et augmente la persistance des ascendances une fois qu'elles se sont développées, avec la possibilité de formation de l'une ou l'autre supercellule. De gros grêlons et de fortes rafales de vent sont également possibles dans les cellules les plus puissantes.

Si le jet de basses couches se renforce ce soir sur l'ouest des États de l'Oklahoma et du Kansas, les modèles indiquent la possibilité de forts développements orageux, pouvant évoluer jusqu'à devenir un petit MCS se déplaçant vers l'est ou le sud-est à travers l'ouest de l'Oklahoma, le sud-ouest du Kansas ou l'est du « Texas Panhandle ». Il en résultera une augmentation du risque de dommages liés au vent, notamment durant la nuit avant 6h Z (1h L.T.), c'est-à-dire avant que l'affaiblissement nocturne ne se fasse.

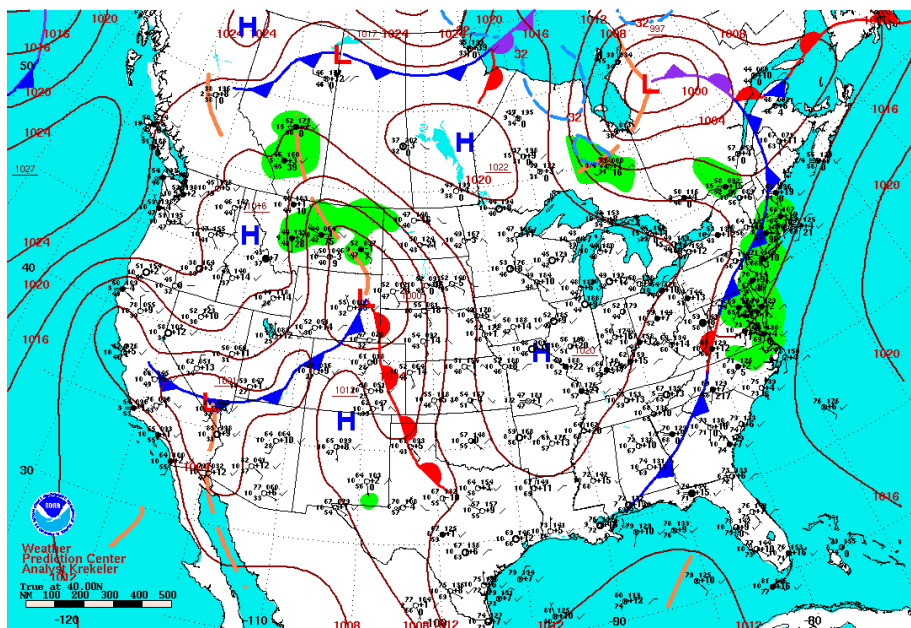
Cartes émises à 16h20 UTC



Source : Storm Prediction Center

2. Analyse de la situation météorologique

Un front chaud associé à une dépression positionnée sur le Wyoming aborde les États du Colorado et du Texas en cours de journée. À l'est de ces régions, des courants de secteur sud à sud-est vont acheminer de l'air relativement humide.

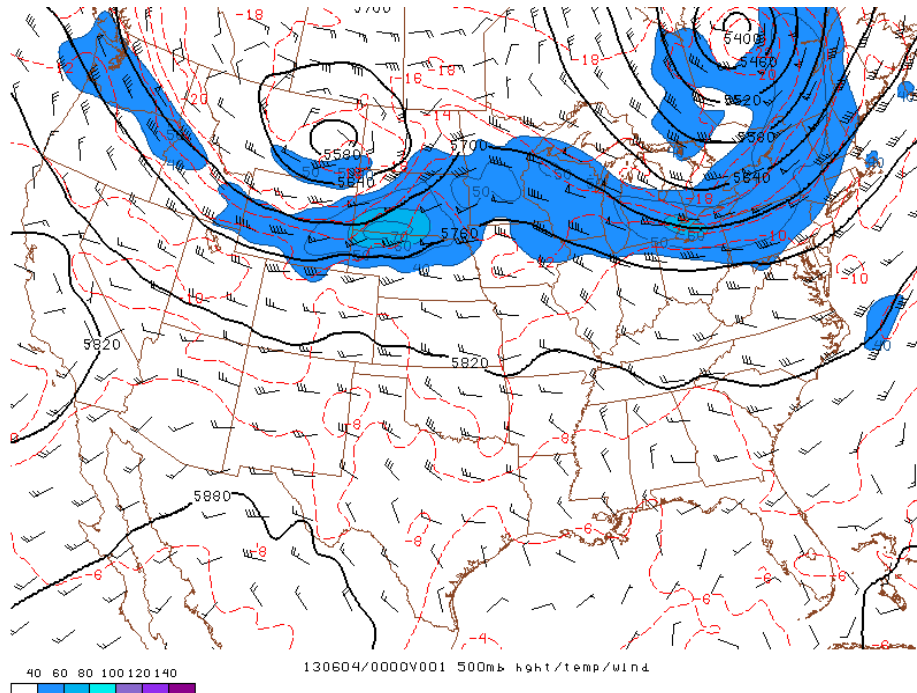


Surface Weather Map and Station Weather at 7:00 A.M. E.S.T.

Analyse de surface

Source : NOAA

En altitude, un vaste courant jet s'étire sur une longue ceinture englobant une bonne partie du nord des États-Unis. Plus au sud, les vents d'altitude sont moins vigoureux mais restent cependant assez présents.



Isohypses- Vitesse et direction du vent à 500 hPa (en nœuds)

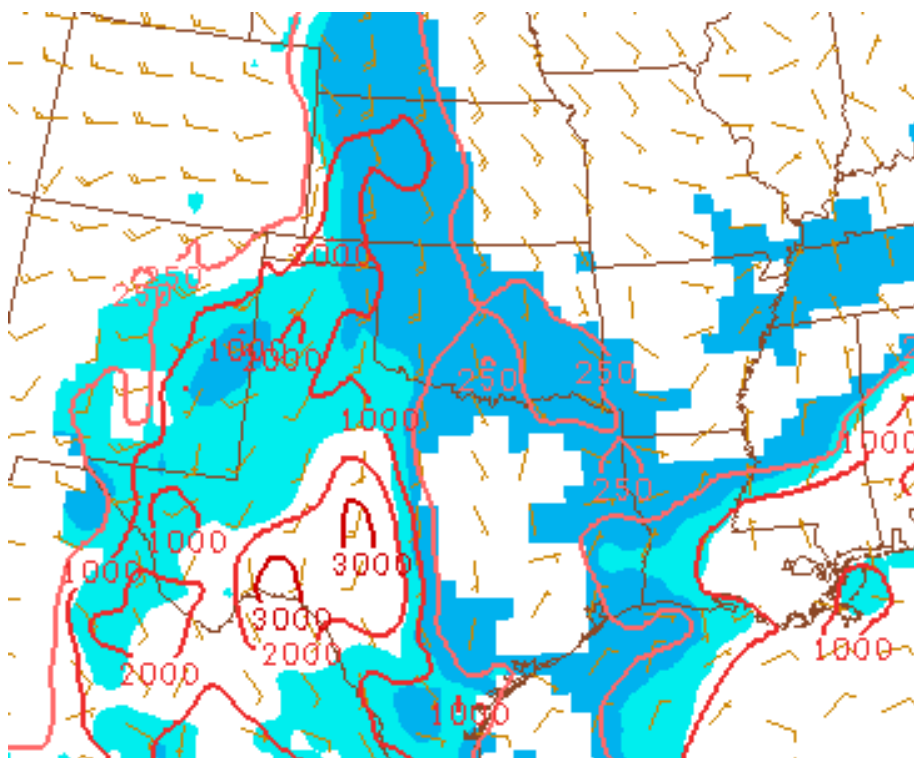
Source : **Storm Prediction Center**

3. Prévisions des paramètres issus des modèles météorologiques

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

a. L'instabilité

La remontée de courants chauds et relativement humides sur les États du Texas, de l'Oklahoma, du Kansas, du Nouveau Mexique et du Colorado va accentuer l'instabilité.

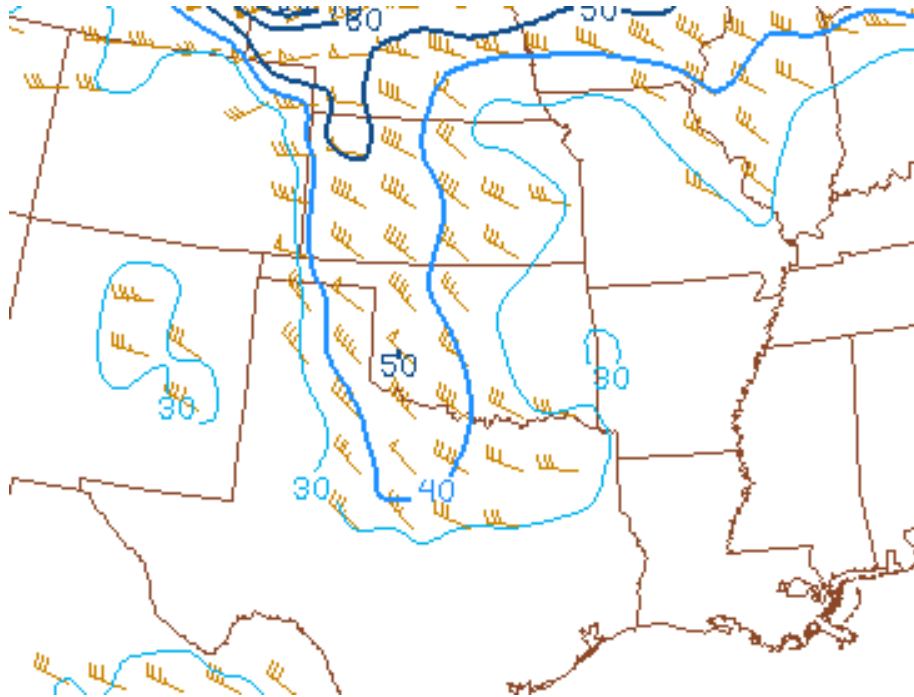


Prévision du modèle GFS pour les valeurs de la MLCAPE à 20h UTC (traits rouges)

Source : **Storm Prediction Center**

b. La dynamique

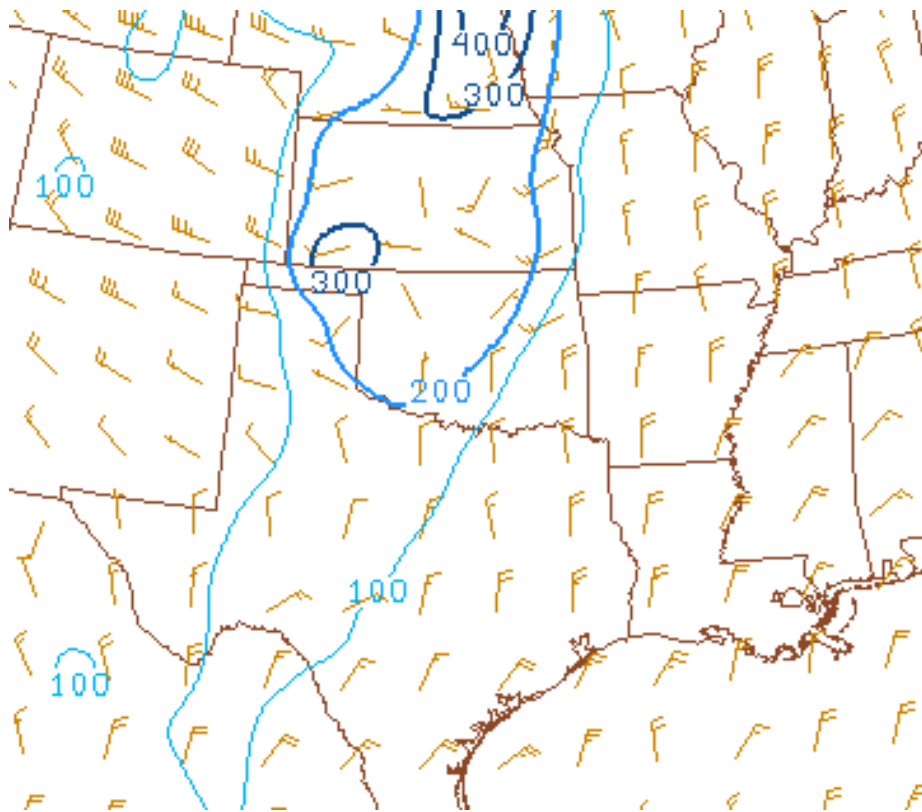
Le flux en altitude reste assez faible sur les États précédemment cités ce qui limite une évolution rapide des cellules orageuses.



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

Source : **Storm Prediction Center**

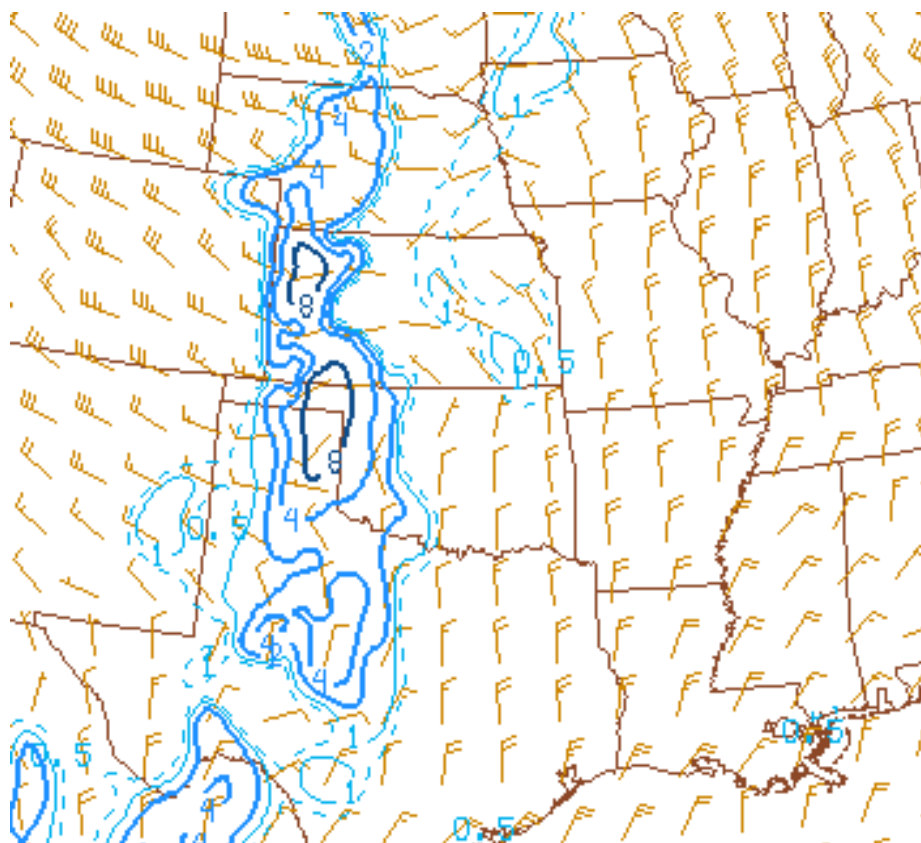
La présence d'un flux de sud à sud-est en surface et d'un flux orienté plus franchement au sud à sud-ouest en altitude va augmenter les valeurs d'hélicité, principalement sur les États situés au plus proche du front chaud.



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

Source : **Storm Prediction Center**

Nous pouvons compléter ce qui a été décrit précédemment en ajoutant les valeurs du Supercell Composite Parameter qui est un indice quand à une possible évolution supercellulaire des orages.



Prévision du modèle GFS pour les valeurs du Supercell Composite Parameter à 00h UTC

Source : **Storm Prediction Center**

On constate que celui-ci est le plus marqué à la frontière entre les États du Texas, de l'Oklahoma, du Kansas et du Colorado.

4. Observations détaillées du type de temps

Après la terrible perturbation du 31 mai, responsable entre autres de la tornade d'El Reno (près d'Oklahoma City), nous avons assisté à une arrivée massive d'air frais d'origine polaire, avec le développement rapide d'un anticyclone, d'abord sur le nord-ouest des États-Unis (1^{er} juin), puis sur le centre (2 juin) et enfin sur le centre-est (3 juin). Il s'en est suivi une chute marquée des températures, qui peinaient parfois à dépasser les 20°C en journée.

Le 1^{er} juin, on a observé d'importants bancs de stratocumulus, ou alors des cumulus humilis très aplatis en dessous d'une épaisse couche d'inversion/isothermie. Au Kansas, les températures se situaient autour des 20°C en après-midi, tandis qu'elles atteignaient encore 25-27°C en Oklahoma, ainsi que dans la région de Dallas au Texas.



Webcam de Dodge City (KS) – Source : Wunderground

Le 2 juin par contre, le temps a été le plus souvent beau, avec encore ici et là des stratocumulus, quelques cumulus aplatis (aux contours souvent bien dessinés) et des cirrus. L'air frais s'est imposé encore davantage, avec plus que 22-23°C en bien des endroits en Oklahoma. Au Kansas, la température est quelque peu remontée du côté ouest avec 22-25°C, mais a encore baissé du côté est, où les valeurs n'atteignaient parfois que 17-18°C.

Notez que la nuit du 1 au 2 a été particulièrement froide avec des températures souvent inférieures à 5°C sur l'ouest du Kansas, et tournant autour des 10°C au centre du Kansas ainsi que dans certaines parties de l'Oklahoma.



Webcam de Pryor (OK) – Source : **Wunderground**

À l'ouest de la zone considérée (c'est-à-dire au-dessus de la frontière entre le Kansas et le Colorado, ainsi que sur les « Panhandles » de l'Oklahoma et du Texas), le temps est redevenu lumineux beaucoup plus rapidement, mais là aussi, une baisse nette des températures s'est faite sentir après le 31 mai.

Dès le 3 juin cependant, le flanc occidental de l'anticyclone, aux prises avec la formation d'une dépression de surface sur le Colorado, connaît à nouveau une importante remontée d'air chaud, voire torride, avec comme corollaire une instabilité énorme (mais souvent sèche, sans nuages convectifs).

Le Kansas, l'Oklahoma et le nord du Texas connaîtront, en cette journée du 3 juin, trois types de temps bien définis :

- a. Sur les **parties orientales et centrales**, les conditions anticycloniques restent prédominantes, avec un temps plus sec que d'ordinaire pour ces régions, et une chaleur restant très modérée en raison de la lointaine origine polaire de l'air. Le temps est donc beau avec des températures atteignant désormais 24 à 28°C (un peu plus sur le Texas). Les cirrus sont toutefois nombreux et parfois denses, et quelques cumulus se forment sous une inversion à présent puissante.



Webcam de Pryor (OK) – Source : **Wunderground**

La limite d'influence de ce type de temps pourrait être représentée par une ligne allant approximativement de Smith Center (KS) à Bowie (TX), en passant par Pratt (KS), Watonga (OK) et Lawton (OK).

- b. Sur les **parties occidentales**, le temps est au contraire particulièrement chaud et extrêmement sec, avec des températures de 37 à 38°C à Tribune (KS), Elkhart (KS) et Dalhart (TX), pourtant situées à plus de 1000 mètres d'altitude dans les Hautes Plaines. Au proche Colorado, on observe des températures de 36°C au-delà de 1300 mètres d'altitude.

Ces plateaux surchauffés donnent des instabilités monstrueuses, avec des décroissances de température de presque 1°C par 100 mètres jusqu'à 5000 mètres au-dessus du sol (et des gradients nettement super-adiabatiques dans les 1000 premiers mètres). Pourtant le ciel est souvent serein, si ce n'est la présence de quelques altocumulus castellanus et quelques cumulus à base très élevée. Cependant, ici et là, l'humidité résiduelle permet la formation de quelques orages. Nous y reviendrons.

PlainsNetworkServices.com 2013-06-03 12:10:08



Webcam d'Eads (CO) – Source : **Wunderground**

En dehors de cela, l'instabilité se marque par un vent très turbulent, avec régulièrement des rafales dépassant les 60 km/h, voire les 70 km/h. Au Colorado, on assiste même à une véritable tempête de poussières, digne des « dust bowls » des années 30. Ce sont notamment les localités de Rocky Ford et de Manzanola (près de La Junta) qui en sont touchées, avec un véritable mur de sable qui leur tombe dessus vers 7 heures du soir.

À La Junta, on observe à ce moment-là un vent fort et irrégulier, tant en direction qu'en vitesse, avec des rafales de 80 km/h. La visibilité tombe parfois à 1 kilomètre, avec des taux d'humidité autour des 10% (température : 32°C). À Manzanola même, le vent passe parfois de 0 km/h (calme) à plus de 70 km/h en peu de temps.

Ci-dessous, quelques illustrations de cette tempête de poussières.

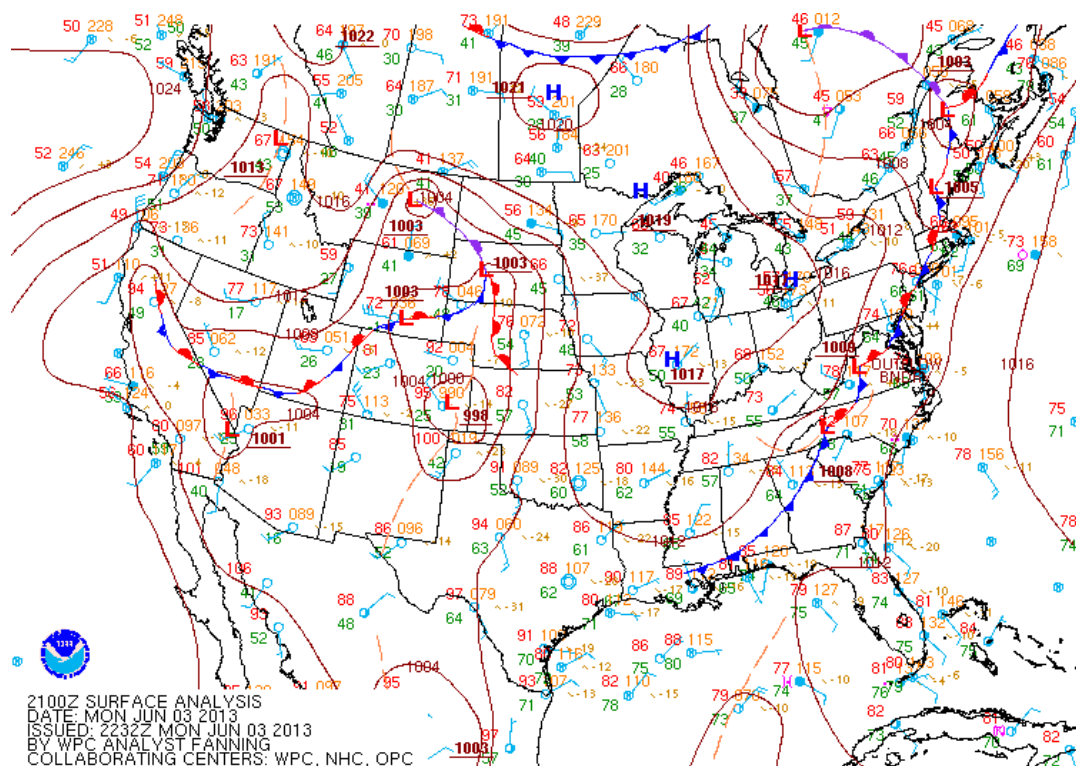
**The dust just started moving in like a wall:
Southeast Colorado, June 3, 2013**



Courtesy of Natalie Edmundson (former Extension range and livestock specialist)

Source : **Colorado State University**

- c. Entre ces **deux pôles d'influence**, une langue d'air à la fois chaud et (un peu plus) humide remonte depuis le Texas jusqu'au centre-ouest du Kansas en passant par l'« Oklahoma Panhandle ». Cet air maritime dégradé, influencé au départ par le Golfe du Mexique, est entraîné dans le sillage d'un secteur chaud, dans lequel s'est formée la dépression de l'est du Colorado, qui comme souvent à cet endroit, est à la fois thermique et orographique.



Source : NOAA

La rencontre de cet air plus humide avec l'air sec des plateaux surchauffés a formé une « dry line » qui, au moment de son avancée maximale, passe par Imperial (NE), Bird City (KS), Tribune (KS), Hugoton (KS), Guymon (OK) et Gruver (TX).

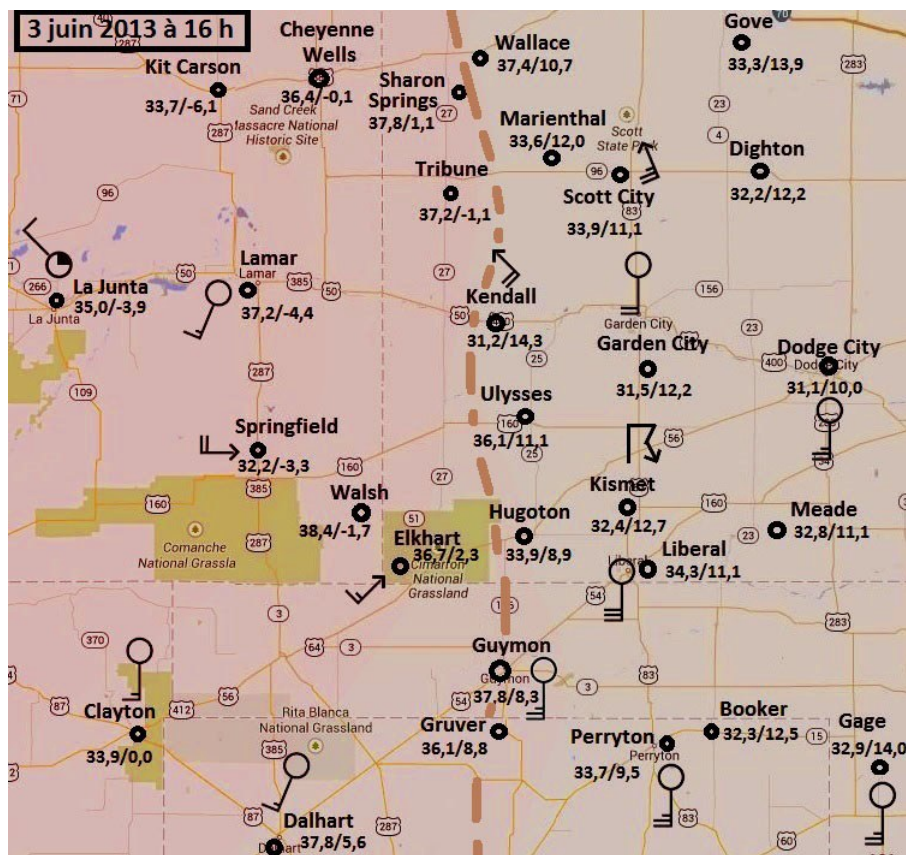
À l'est comme à l'ouest de cette ligne, le temps est généralement beau, quoique fort venteux, avec toutefois une tendance orageuse plus marquée à l'est qu'à l'ouest. À Dodge City, par exemple, de l'instabilité est déjà observée en début de matinée dans les couches moyennes, avec des castellanus très développés, accompagnés de virga.

Mais ensuite, le ciel redevient rapidement serein. En raison de l'air un brin moins chaud qu'à l'ouest de la « dry line », une inversion assez basse (800 mètres au-dessus du sol) a du mal à se résorber et empêche la convection à partir du sol. Cependant, une activité convective venue d'ailleurs réapparaît dans le courant de l'après-midi : des cumulonimbus mourants avec virga et larges enclumes (cirrus spissatus cumulonimbogenitus), accompagnées de très peu de cumulus. Les vrais orages se développent plus au sud.



Webcam de Dodge City – Source : **Wunderground**

À présent, revenons à notre « dry line » et étudions-la de très près. La carte ci-dessous reprend la situation à 16 heures, dans la région située non loin de Liberal et de Booker (TX), où se formeront plus tard les supercellules que nous allons analyser, ainsi que la **tornade** en milieu plutôt sec.



Légende :

Ligne hachurée en brun : la « dry line »

Couleurs tirant sur le rose : la région où l'air est sec

Couleurs « moins rose » : la région où l'air est (un peu plus) humide

Flèches de vent : 1 barbule = 10 nœuds ; ½ barbule = 5 nœuds

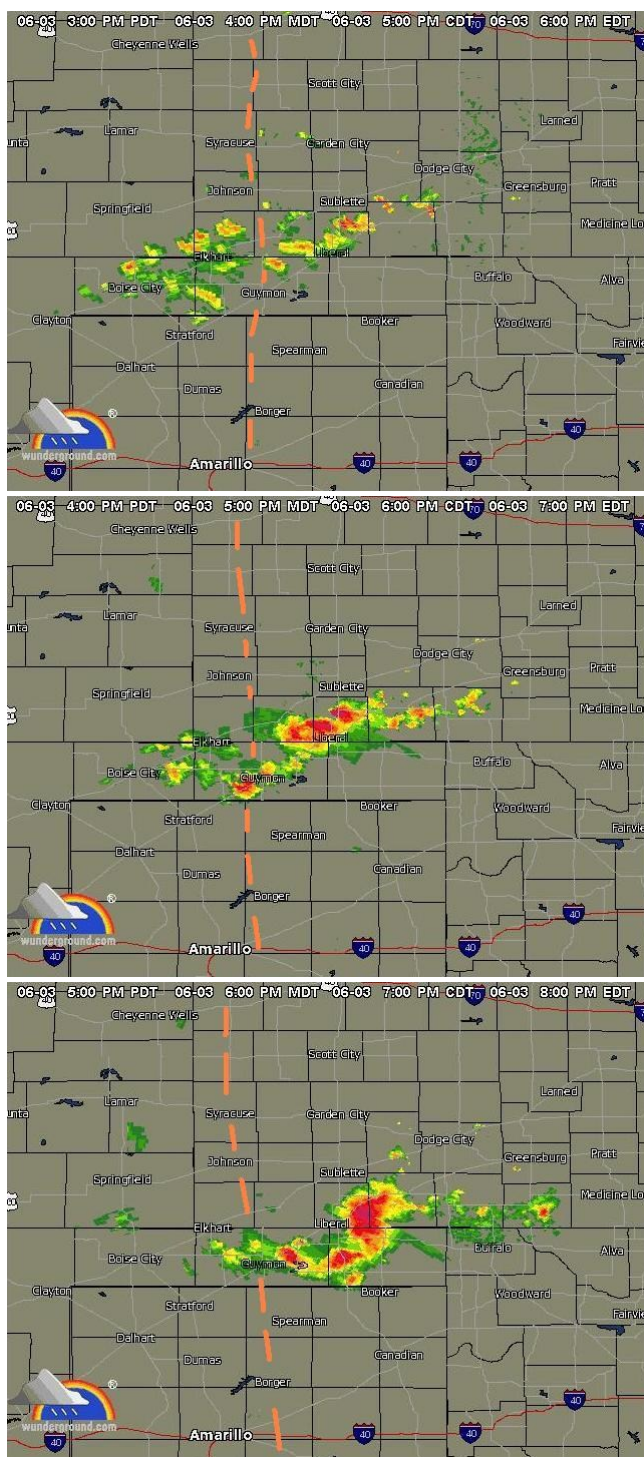
Stations météo : 1^{er} chiffre = température de l'air ; 2^e chiffre = point de rosée

Nous pouvons voir ici que l'air est effectivement moins humide que d'ordinaire à l'est de la « dry line », avec des points de rosée souvent compris entre 10 et 14°C. Souvenons-nous du 31 mai, où les points de rosée, du côté humide, se situaient entre 22 et 25°C !

Les contrastes de températures, eux non plus, ne sont pas très importants, mais suffisants pour entretenir d'une part une petite convergence autour de la « dry line » et d'autre part une inversion couvercle du côté un peu moins chaud. En outre, les vents du sud, du côté « humide », forment des cisaillements plus prononcés avec les vents d'altitude, soufflant d'ouest à nord-ouest.

Tous ces éléments font en sorte que les quelques cellules qui sont nées durant l'après-midi du côté sec ont eu l'occasion de mieux se développer et s'organiser du côté humide.

Ci-après, l'évolution des cellules entre 17 et 19 heures avec, en orange, la « dry line » :



Source : Wunderground

Tous droits réservés © Belgorage : www.belgorage.be

Si l'on confronte cela au sondage de Dodge City (extrait ci-dessous), nous voyons qu'on se trouve dans une situation extrêmement favorable pour les supercellules LP.

72451 DDC Dodge City(Awos) Observations at 19 L.T. 03 Jun 2013

PRES	HGHT	TEMP	DWPT	RELH	MIXR	DRCT	SKNT	THTA	THTE	THTV
hPa	m	C	C	%	g/kg	deg	knot	K	K	K
914.0	790	30.6	11.6	31	9.47	175	29	311.7	341.2	313.4
882.0	1108	26.4	9.4	34	8.46	179	43	310.5	336.8	312.1
869.0	1240	26.2	8.2	32	7.91	180	47	311.6	336.4	313.1
851.0	1425	24.6	6.6	32	7.23	185	41	311.8	334.6	313.2
834.0	1601	25.2	0.2	19	4.68	185	32	314.2	329.4	315.1
808.0	1878	24.0	1.0	22	5.12	202	24	315.8	332.4	316.8
784.2	2134	21.8	0.2	24	4.99	210	27	316.1	332.4	317.1
700.0	3107	13.4	-2.6	33	4.54	230	16	317.3	332.2	318.2
627.0	4021	5.8	-8.2	36	3.30	281	20	318.8	329.8	319.4
550.0	5075	-3.9	-9.9	63	3.29	293	23	319.4	330.4	320.0
500.0	5820	-9.7	-18.7	48	1.76	290	31	321.1	327.3	321.5
482.3	6096	-12.1	-21.2	47	1.47	295	29	321.6	326.8	321.9

En rouge : l'inversion

En bleu : des valeurs clés permettant de calculer rapidement le gradient thermique des couches moyennes

Nous pouvons donc voir du premier coup d'œil, la forte décroissance de température dans les couches moyennes, de 25,5°C sur 3000 mètres (à quelques mètres près), soit 0,85°C par 100 mètres. Le cisaillement directionnel est excellent pour la formation de supercellules. La petite inversion ne freine pas trop l'alimentation en air (relativement) humide des cellules déjà formées, mais ralentit, voire empêche la formation de nouvelles cellules concurrentes. Quant à la modeste humidité, elle n'est propice ni aux nuages « parasites », ni aux mauvaises visibilitées (hormis les soulèvements de poussières). Comme déjà dit plus haut, tous les indicateurs sont bons pour avoir des supercellules LP.

Et ces supercellules LP, visibles dans leur intégralité, notre équipe va les trouver !

Voyez leur récit :

« Dès lors, nous reprenons la route de Liberal et essayons une rafale de plein fouet. Dès que les choses se calment, on tente de suivre le système par l'arrière jusqu'au moment où Samina repère une belle supercellule sur le radar via GR Level 3, ce qui nous amène vers le flanc sud du système dans les régions de Beaver dans l'État d'Oklahoma et de Booker dans l'État du Texas.

Une traque active se met en place pour rejoindre ces régions, si bien que nous atteignons rapidement l'endroit désiré, c'est-à-dire, la région sud-est de la supercellule, une supercellule qui présente d'ailleurs une superbe structure, particulièrement belle au coucher du soleil. »

La voilà !

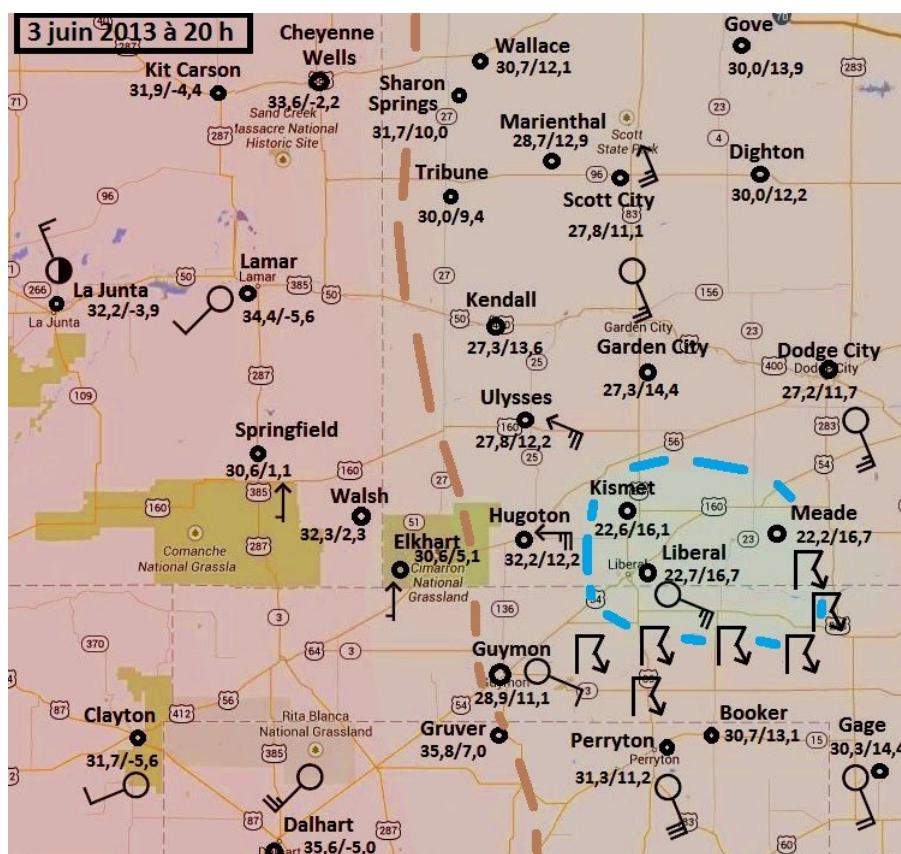


Crédit photo : Samina Verhoeven – Belgorage

Et maintenant, quelques données sur ce phénomène.

La station météorologique de Booker, où a été prise la photo, se trouve au nord du Texas, à une latitude de 36°27'04"N, une longitude de 100°32'17"W et une altitude de 869 m. On y a observé (seulement) 5,3 mm de précipitations. La rafale maximale a été de 81 km/h à 20h54 (mais des rafales bien plus fortes se sont sans doute produites dans la région). La température, avant l'orage, atteignait encore 30,3°C. Puis elle a chuté jusqu'à 18,4°C en 25 minutes, entre 20h34 et 20h59. La plus forte chute a d'ailleurs eu lieu au moment de la rafale maximale, avec une température passant brutalement de 29,9°C à 20,4°C (en 5 minutes). En outre, le vent a complètement changé de direction, passant du sud-est au nord-ouest, puis au nord-est, en gardant une vitesse moyenne de 40 km/h environ (34 à 43 km/h, pour être précis).

La carte ci-dessous reprend la situation atmosphérique telle qu'elle s'est présentée à 20h00, c'est-à-dire peu avant la maturité de la cellule de Booker.



On y voit entre autres l'outflow d'un complexe orageux situé au nord de la supercellule LP en question avec, là, une forte (mais temporaire) humidité de l'air et des températures assez fraîches.

Plus tôt dans la soirée, à Liberal, il a fait encore plus frais que ce qui est indiqué sur la carte, avec 18,9°C au moment des rafales descendantes (75 km/h), tandis que Kismet a connu une température similaire. Ça n'a pourtant rien d'étonnant.

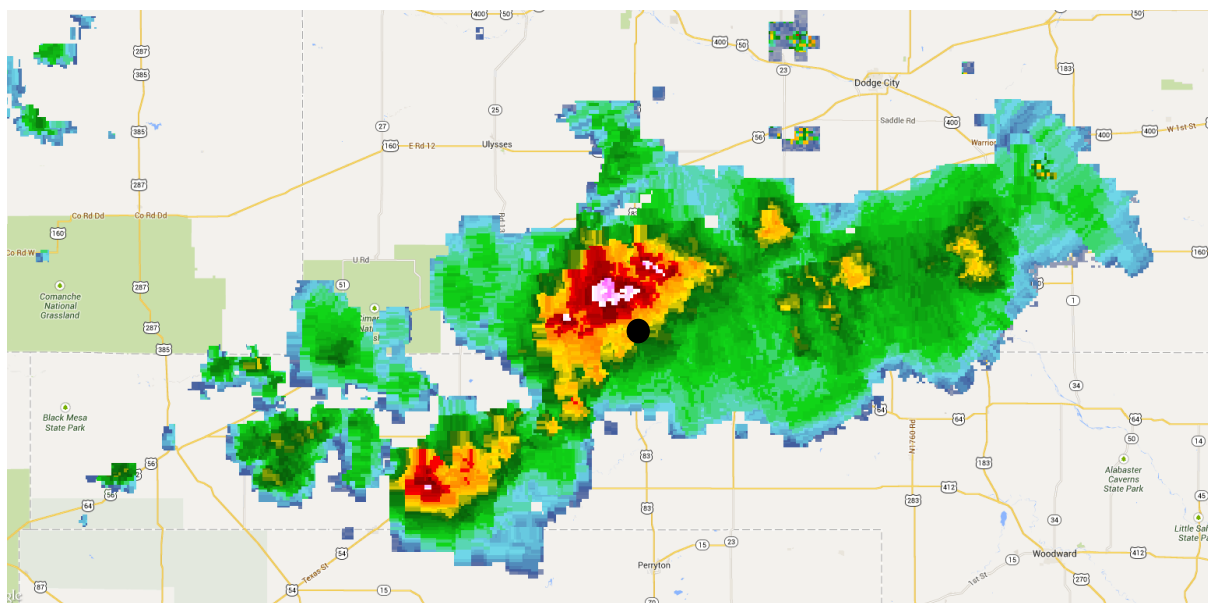
Dans cet environnement plutôt sec dans l'ensemble, les précipitations qui tombent ont tendance à s'évaporer en grande partie (ce qui sera très visible sur les photos des pages suivantes), avec comme corollaire un refroidissement supplémentaire des courants descendants.

Dans le chapitre qui suit, ce sont les orages eux-mêmes que nous allons analyser, c'est-à-dire la supercellule de Booker dont il a été question, mais aussi d'autres supercellules, dont une a donné une tornade, et leur évolution en complexe orageux de type multicellulaire.

5. Suivi de la situation

En cette fin d'après-midi, notre équipe se rend dans la région de Liberal, au sud-ouest de l'État du Kansas.

Sur les images radars, une ligne orageuse se développe sur l'extrême sud-ouest du Kansas. Au sein de cette ligne, une vigoureuse cellule s'intensifie rapidement, juste à l'ouest de Liberal. La position de l'équipe est matérialisée par un cercle noir.



Source : IEM



Crédit photo : **Samina Verhoeven – Belgorage**

La présence d'un écho en crochet persistant sur le flanc sud-ouest de la cellule permet de conclure à une évolution supercellulaire de cet orage.

Sur le terrain, cette évolution est confirmée par la présence d'un nuage mur rotatif.



Crédit photo : **Samina Verhoeven – Belgorage**

Au passage de celui-ci, un tourbillon se développe sans pour autant que l'on puisse parvenir à distinguer une connexion avec la base du nuage mur. L'importante sécheresse de l'air ne permet en effet pas d'avoir un tuba net et bien structuré. Cependant, la présence de ce tourbillon est rendu visible de par la poussière soulevée par ce dernier.



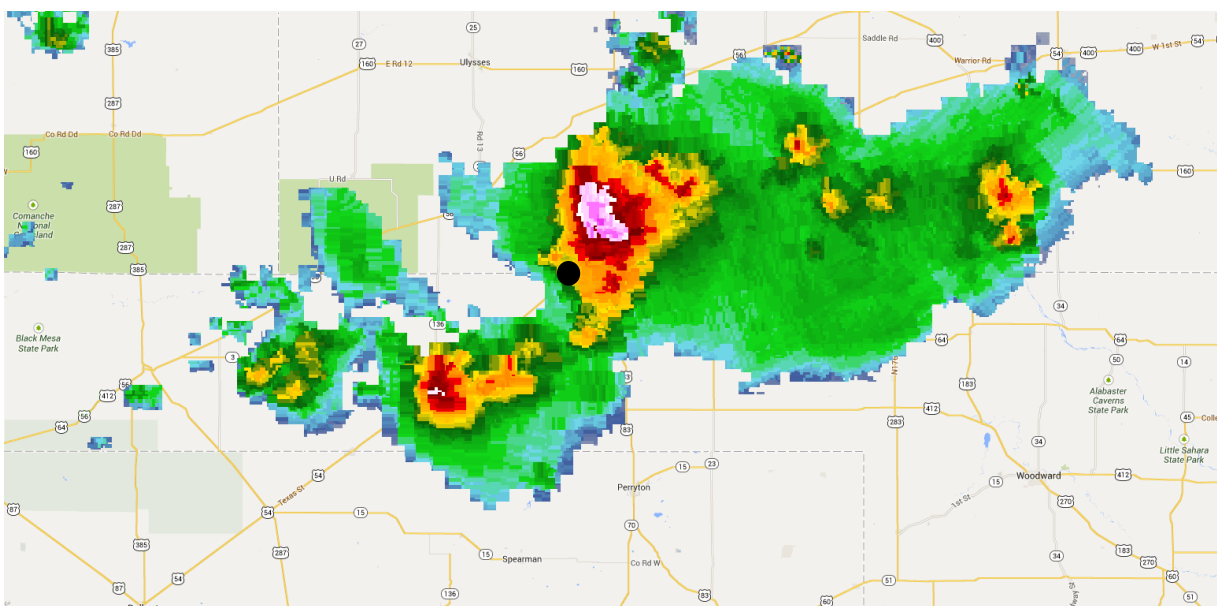
Crédit photo : **Samina Verhoeven – Belgorage**

En peu de temps, le tourbillon atteint une taille respectable et la pluie qui s'abat sur notre équipe oblige nos traqueurs à rentrer dans la voiture.



Crédit photo : **Samina Verhoeven – Belgorage**

Voici une image radar au moment où la tornade se développe. La position de l'équipe est matérialisée par un cercle noir.



Source : IEM

Tous droits réservés © Belgorage : www.belgorage.be

Après le passage du tourbillon, de puissantes rafales de vent se mettent à souffler, ce qui incite notre équipe à reprendre la route tout en « poursuivant » la supercellule.



Crédit photo : **Samina Verhoeven – Belgorage**

Sur la route, de superbes ambiances émanent de la supercellule et ce qui semble être une virulente rafale descendante est visible au loin.



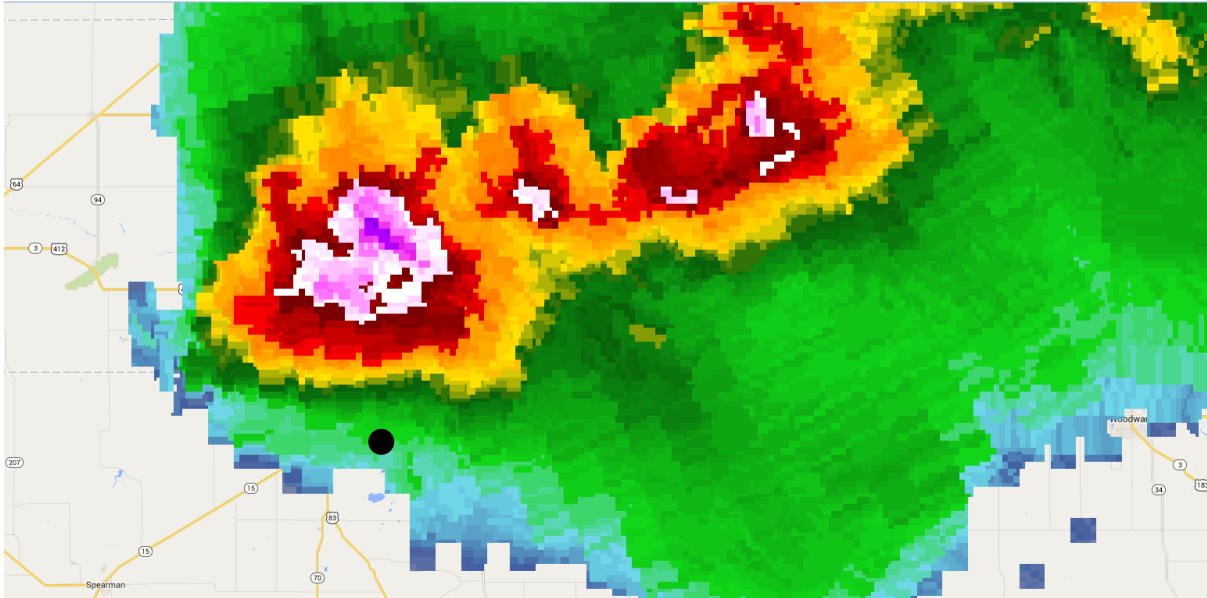
Crédit photo : **Eric Dargent – Belgorage**

La supercellule évolue et d'autres cellules se développent rapidement sur le flanc sud de celle-ci. C'est donc maintenant un « petit » système multicellulaire composé de plusieurs supercellules qui se dirige vers le sud-est. En cours de route, la supercellule située au sud du système attire l'attention de nos traqueurs, ce qui les amènent dans la région de Booker dans l'État du Texas, à environ une cinquantaine de kilomètres de Liberal. Les structures deviennent dantesques !



Crédit photo : **Eric Dargent – Belgorage**

Sur l'image radar, la supercellule continue de se développer. Notre équipe est positionnée sur le flanc sud-est de celle-ci (cercle noir).



Source : IEM

La structure qui s'approche de notre équipe est donc bel et bien la partie visible du courant ascendant rotatif de la supercellule. Celui-ci évolue et des ambiances chaotiques émanent de ce ciel pour le moins inquiétant.



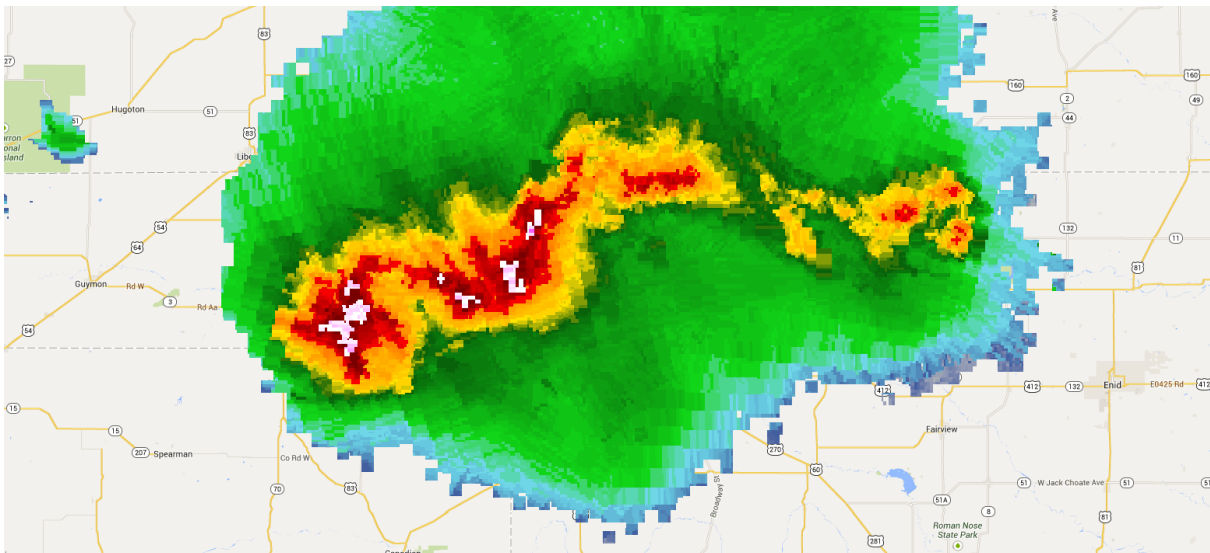
Crédit photo : **Samina Verhoeven** – Belgorage

En très peu de temps, la structure devient gigantesque avec l'apparition de rideaux de pluie à l'arrière.



Crédit photo : **Samina Verhoeven – Belgorage**

Le courant descendant de flanc arrière (RFD) va s'intensifier et le courant ascendant va être rapidement entouré par les précipitations, ce qui annonce un déclin de la supercellule. Celle-ci finit par évoluer en structures multicellulaires, ce qui est parfaitement visible sur les images radars.



Source : **IEM**

En soirée, un spectacle kéraunique vient conclure cette journée mémorable.



Crédit photo : **Samina Verhoeven – Belgorage**

C'est ainsi que s'achève cet avant-dernier jour de traques pour notre équipe.

6. Sources

Storm Prediction Center

National Weather Service- Norman

University of Wyoming

Colorado State University

Wunderground

Ogimet

Lightning Wizard

IEM

Denver Direct (blog)

KRDO NewsChannel