29 mai 2013

«Une inversion coriace»

Crédit photo : **Éric Dargent – Belgorage**

Dossier réalisé par :

Robert Vilmos
Membre responsable de Belgorage

Jean-Yves Frique
Cofondateur de Belgorage

Tous droits réservés © Belgorage : www.belgorage.be

Un peu comme à l'image du 27 mai 2013, cette journée du 29 mai ne marquera pas nos mémoires au niveau des offensives orageuses.

En effet, même si le contexte météorologique s'y prêtait, notre équipe n'aura pas vraiment connu d'offensives sévères et devra se « contenter » d'ambiances à l'américaine.

Tous droits réservés © Belgorage : www.belgorage.be

1. Prévisions du Storm Prediction Center

Bulletin émis le 29 mai 2013 à 12h28 Z ou 7h28 L.T.

Plaines centrales et méridionales

Un creux orienté nord-ouest – sud-est s'étend des « Four Corners » (= quadripoint entre l'Arizona, le Colorado, le Nouveau Mexique et Utah) jusqu'au nord du Mexique et se déplacera vers l'est jusqu'aux Hautes Plaines centrales et méridionales au cours de la journée d'aujourd'hui.

En surface, une dépression se creusera progressivement sur les Hautes Plaines centrales pendant qu'une « dry line » s'accentuera durant l'après-midi. À l'est de cette « dry line », s'étendant du « Texas Panhandle » au sud-ouest du Kansas, les points de rosée pourraient atteindre des valeurs de 18 à 21°C, avec comme conséquence une forte déstabilisation de l'atmosphère à partir de midi.

Les orages pourraient commencer à se former le long et à l'est de la « dry line » cet après-midi, mais il reste des incertitudes quant à l'heure où cela aura lieu. Les modèles déterministiques suggèrent que les orages commenceront le long de la « dry line » à 13 h L.T., mais il semblerait que ce soit trop tôt. Actuellement, on estime que ce développement sera retardé de deux heures environ, et aura lieu vers 15 h L.T., ce qui concorde davantage avec les résultats de certains modèles à haute résolution.

Une fois que les cellules naîtront, la forte instabilité permettra un développement et une intensification rapides. En raison de la combinaison entre l'instabilité, les forts gradients thermiques verticaux dans les couches moyennes et les cisaillements 0-6 km que l'on peut considérer comme modérés, le risque d'intempéries est très important et pourrait concerner un vaste territoire en fin d'après-midi et en soirée. En outre, de forts gradients thermiques dans les basses couches, associés à des cisaillements 0-1 km très élevés, pourra entraîner des orages particulièrement violents dans toute la zone dite à risques modérés.

Les sondages modélisés pour 16 h L.T. entre Dodge City (KS) et Childress (TX) / Lawton (OK) montrent une situation dite de « loaded gun » (= situation explosive mais temporairement retenue par une inversion-convercle), avec une MLCAPE de 2000 à 3500 J/kg, un cisaillement 0-6 km d'environ 40 nœuds et des gradients thermiques verticaux de 0,8°C par 100 mètres entre les niveaux 700 hPa et 500 hPa.

Tous droits réservés © Belgorage : www.belgorage.be

Cette situation, assez impressionnante, permettra à des supercellules de se développer facilement, et des grêlons de grande taille seront probables à chaque ascendance robuste qui se mettra en place.

Des grêlons mesurant plus de 5 cm seront possibles dans les supercellules qui deviendront dominantes. Des tornades seront également possibles dans les supercellules les mieux organisées, avec un risque augmentant vers la fin de l'après-midi, lorsque les orages se déplaceront vers l'est en s'éloignant de la « dry line ».

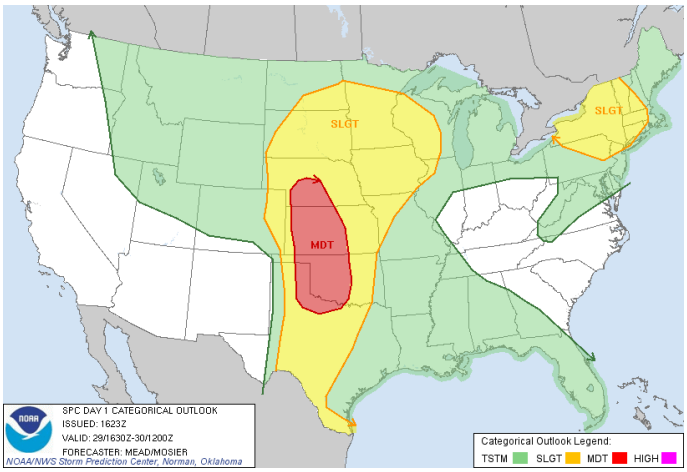
Le plus grand potentiel pour des tornades puissantes cet après-midi est attendu sur une ligne partant des environs de Dodge City, en direction du sud-ouest, à travers la partie orientale du « Texas Panhandle » et occidentale de l'Oklahoma, ainsi qu'autour de Childress, où les vents des basses couches auront localement une tendance à souffler davantage de l'est.

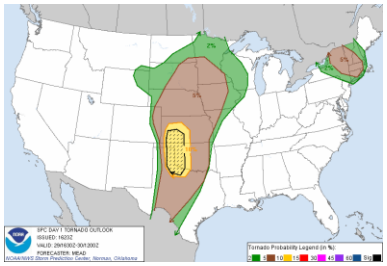
Avec ces éléments thermodynamiques et ces cisaillements vraiment marquants, les probabilités et tailles possibles des tornades ont été revues à la hausse dans une région couvrant le sud-ouest du Kansas et le nord-ouest du Texas, où les cisaillements des basses couches pourraient être accentués par l'augmentation du jet de basses couches en début de soirée. Des destructions sur des zones étendues sont possibles avec les supercellules les plus intenses et les échos en arc.

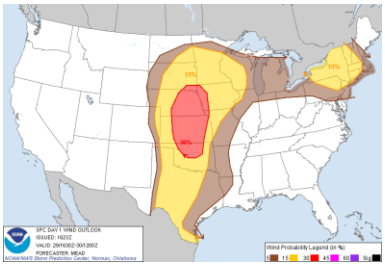
Une menace sévère peut aussi se développer l'après-midi et le soir sur une zone axée vers le sud-est, partant de l'ouest et du centre du Nebraska pour arriver au nord-est du Kansas. Cependant, les points de rosée pourraient être plus bas que dans les endroits plus au sud, avec un risque légèrement moindre de gros grêlons et de fortes rafales. Quelques tornades restent cependant possibles sur la partie nord des Plaines centrales.

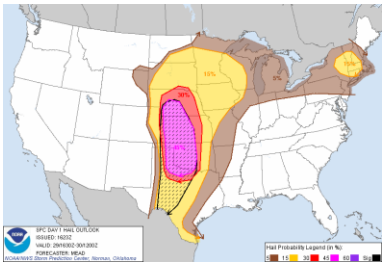
Tous droits réservés © Belgorage : www.belgorage.be

Cartes émises à 16h30 UTC







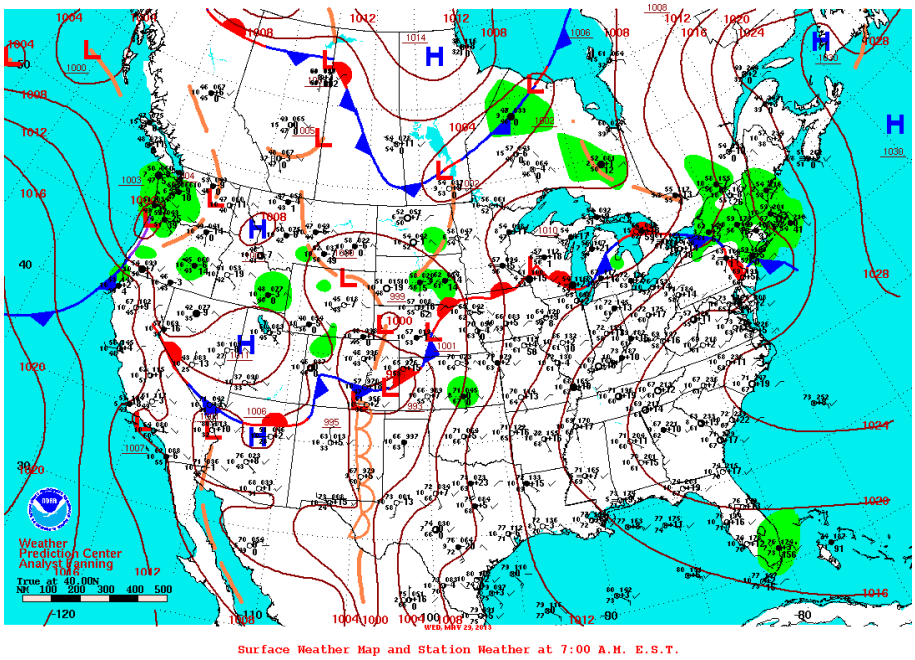


Source : **Storm Prediction Center**

Tous droits réservés © Belgorage : www.belgorage.be

2. Analyse de la situation météorologique

En ce 29 mai, une dépression thermique se développe sur l'ouest du Colorado. La « dry line » s'étire du Colorado jusqu'à la frontière mexicaine. Celle-ci va se déplacer vers l'est en cours de journée. C'est ainsi que le flux de secteur sud à sud-est va acheminer vers les régions situées à l'est de la « dry line » des courants chauds et humides.

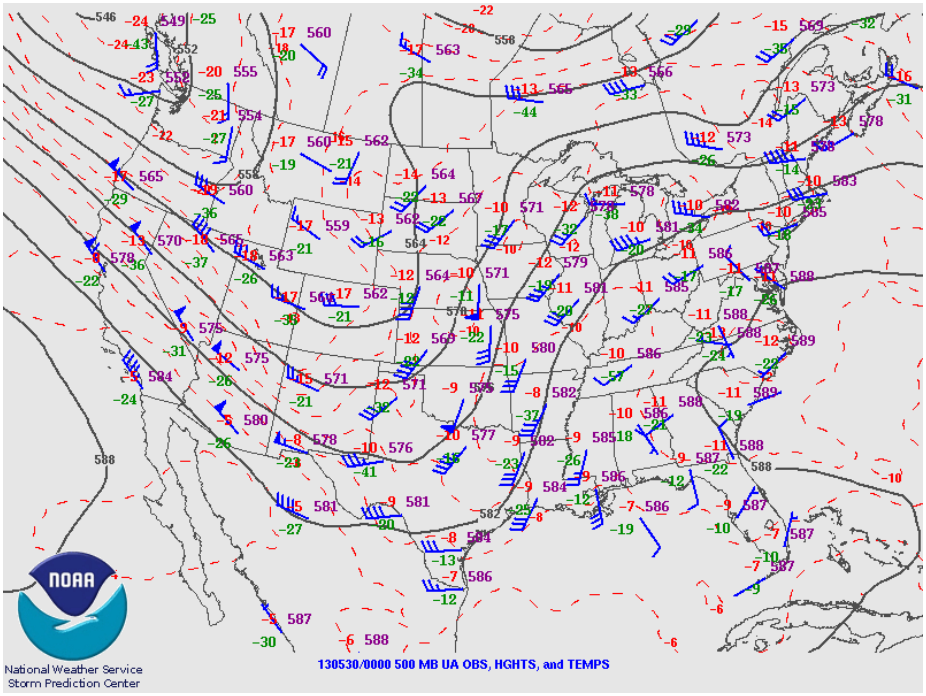


Analyse de surface

Source : **NOAA**

Tous droits réservés © Belgorage : www.belgorage.be

En altitude, le flux s'accélère sur les États du Middle West, à l'approche d'un talweg d'altitude par l'ouest.



Isohypses - Vitesse et direction du vent à 500 hPa

Source : **Storm Prediction Center**

La situation en ce 29 mai est ainsi caractérisée par une situation atmosphérique à la fois instable et dynamique, propice à la survenue d'orages violents.

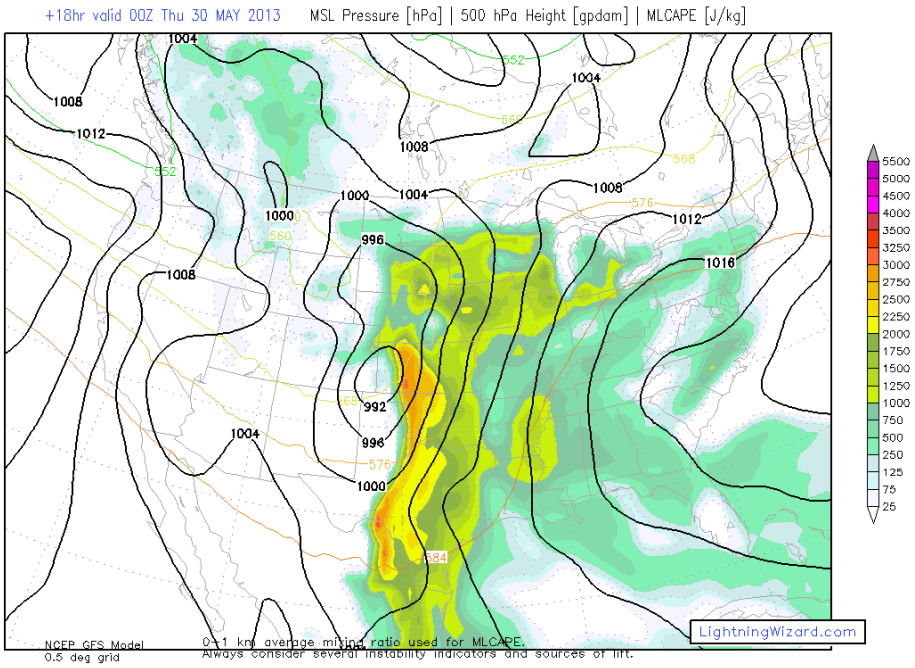
Tous droits réservés © Belgorage : www.belgorage.be

3. Prévisions des paramètres issus des modèles météorologiques

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

a. L'instabilité

La présence d'une dépression thermique sur le sud-est du Colorado va acheminer des courants chauds et humides sur les États du Kansas et de l'Oklahoma. Ainsi, l'instabilité va augmenter en cours de journée sur ces régions.



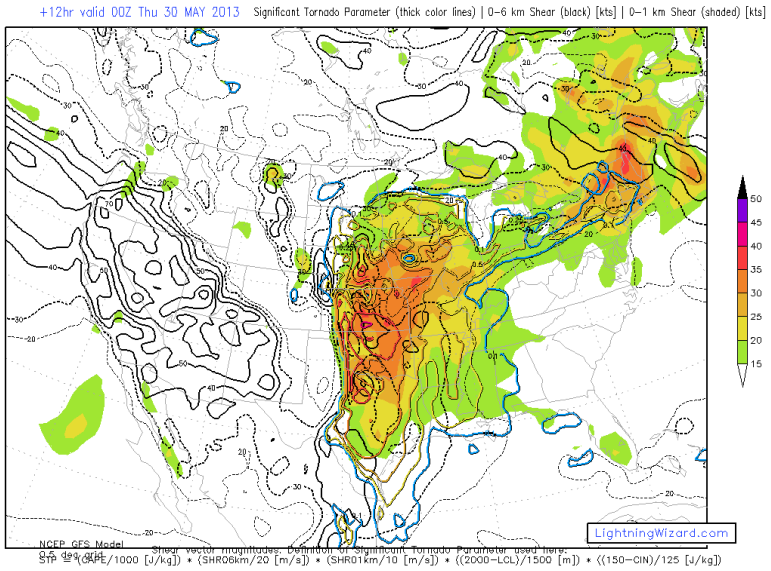
Prévision du modèle GFS pour les valeurs de la MLCAPE à 00h UTC

Source : **Ligthning Wizard**

Tous droits réservés © Belgorage : www.belgorage.be

b. La dynamique

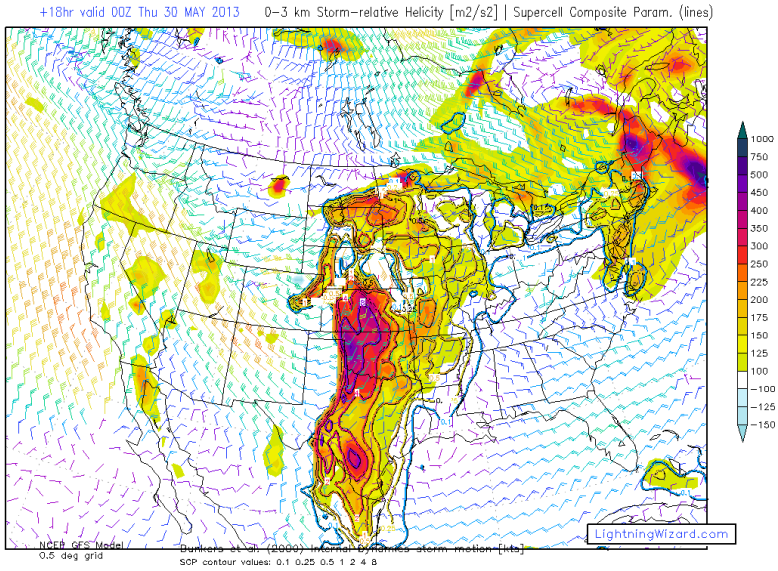
L'approche d'un talweg va accentuer les courants d'altitude. Ainsi, les cisaillements des vents de vitesses vont atteindre des valeurs significatives sur les États du Kansas et de l'Oklahoma.



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 va hausser les valeurs d'hélicité. Celles-ci vont atteindre des valeurs très élevées (valeurs de la SRH 0-3 km supérieures à 500 m²/s² sur l'ouest de l'Oklahoma).



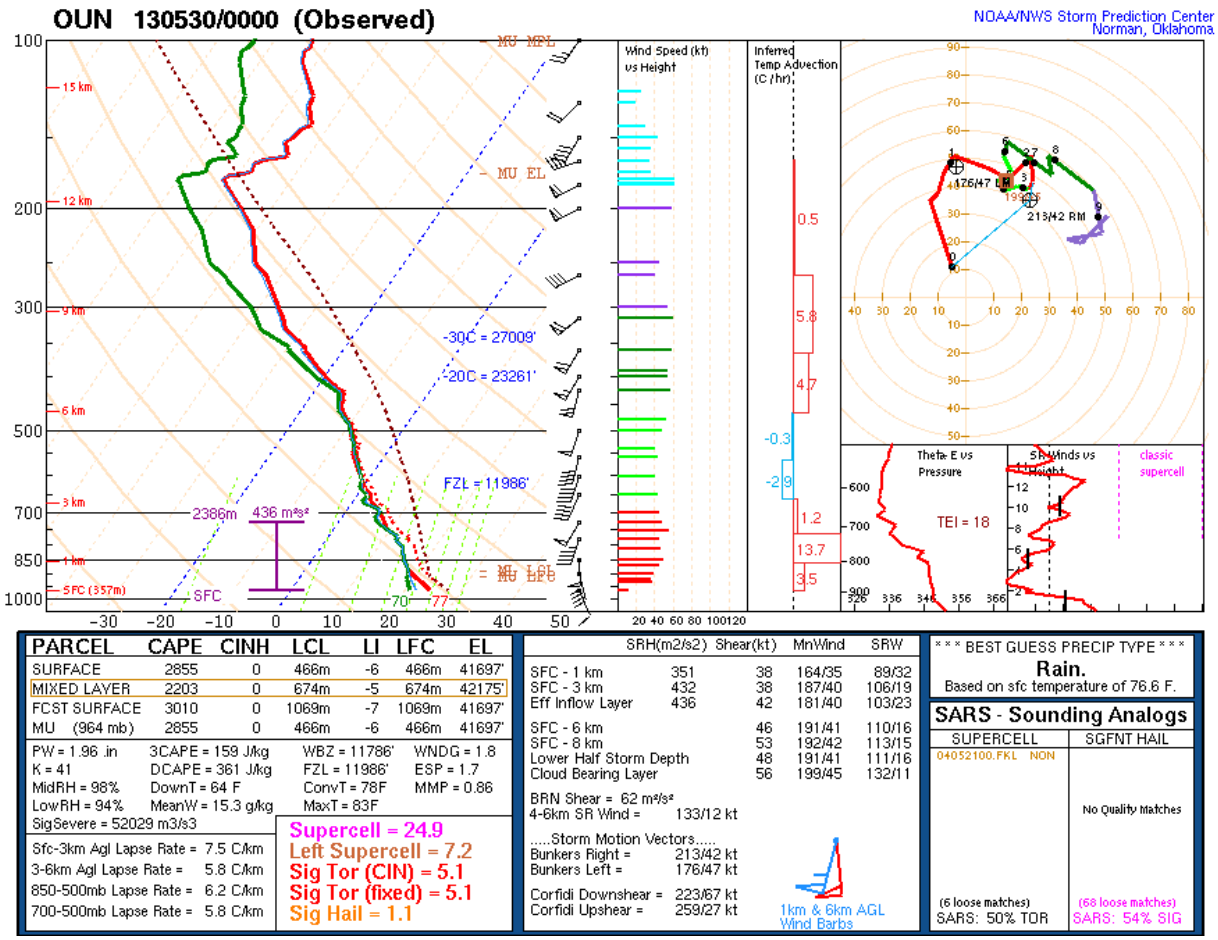
Prévision du modèle GFS pour les valeurs de la SRH 0-3 km à 00h UTC

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 00 heures UTC



Source : **Storm Prediction Center**

Sur ce profil, ce sont avant tout les valeurs d'hélicité relative qui sont très marquées, assez proches de ce que prévoyaient les modèles. En outre, l'instabilité atteint des valeurs marquées également. Ainsi, le contexte s'avère très favorable à la survenue d'orages violents. Comme souvent dans pareille situation, une puissante inversion va contenir toute l'énergie potentielle convective et au passage de la « dry line », cette inversion pourra céder.

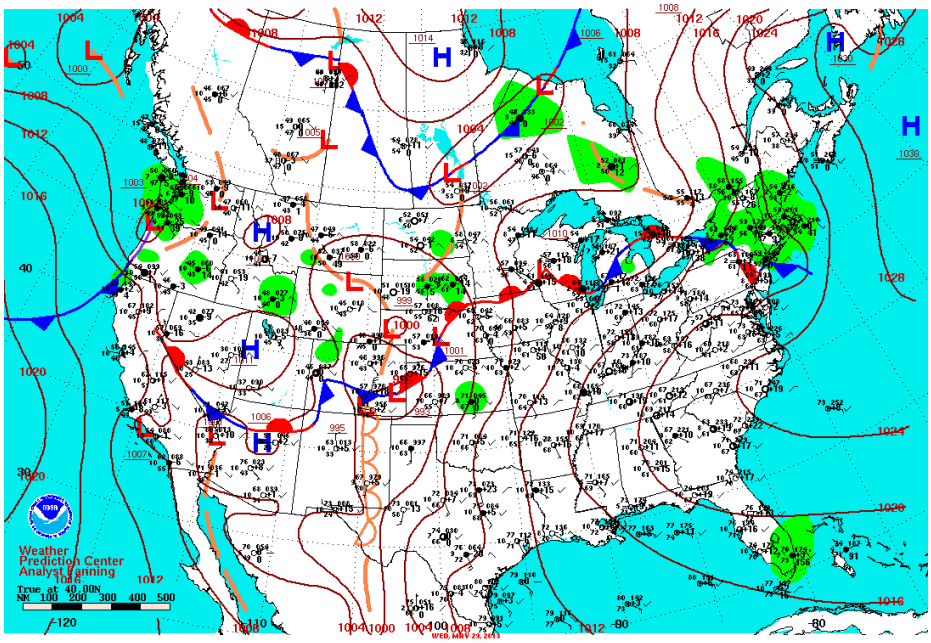
Tous droits réservés © Belgorage : www.belgorage.be

5. Observations détaillées du type de temps

La caractéristique première de cette journée du 29 mai est certainement le vent, qui souffle fort sur la quasi-totalité du Kansas. Des vitesses moyennes de 40 à 50 km/h sont fréquentes. Par endroits (Great Bend, Dodge City), les vitesses moyennes dépassent même parfois les 60 km/h. Les rafales, quant à elles, sont de l'ordre de 60 à 80 km/h en dehors des orages, et atteignent parfois 100 km/h ou plus en dessous de ceux-ci. À Oakley (au nord de Scott City), on mesure une rafale de 110 km/h peu après 19 heures, tandis qu'une heure plus tôt, le vent atteint 100 km/h à l'aéroport de St Francis, aux confins de l'État du côté nord-ouest.

Des rafales (descendantes) bien plus virulentes encore ont été évaluées au radar Doppler, comme à Ruleton (entre Goodland et la frontière avec le Colorado), où le vent aurait atteint 130 km/h.

À présent, nous allons analyser cette situation en détail. Tout d'abord, reprenons la carte d'analyse du matin :



Analyse de surface

Source : **NOAA**

Nous y voyons un front stationnaire qui coupe le Kansas à l'extrême nord-ouest, tandis qu'une « dry line » se trouve sur le Nouveau Mexique et le sud du Colorado. Cette « dry line » s'avancera en journée, mais moins loin que d'habitude, en restant très à l'ouest sur une ligne (un peu courbe) qui, au moment de l'extension maximale de la zone sèche, part de Colby pour passer par Oakley, Scott City, Garden City et Guymon en Oklahoma.

Tous droits réservés © Belgorage : www.belgorage.be

Le front stationnaire, durant l'après-midi, ne bouge toujours pas, avec un « triple point » (rencontre du front avec la « dry line ») se trouvant au nord-ouest de Colby. En soirée, le front finit par s'avancer sous la forme d'un front froid, tandis qu'un petit segment recule en prenant des caractéristiques de front chaud. La « dry line » se retire quelque peu aussi, avec un « triple point » qui descend vers le sud. Des chutes de grêle sont alors observées non loin de là, tandis qu'une mince tornade (« rope tornado ») se forme près de la limite entre la partie avançante et reculante du front, là où se trouve sans doute une méso-dépression.

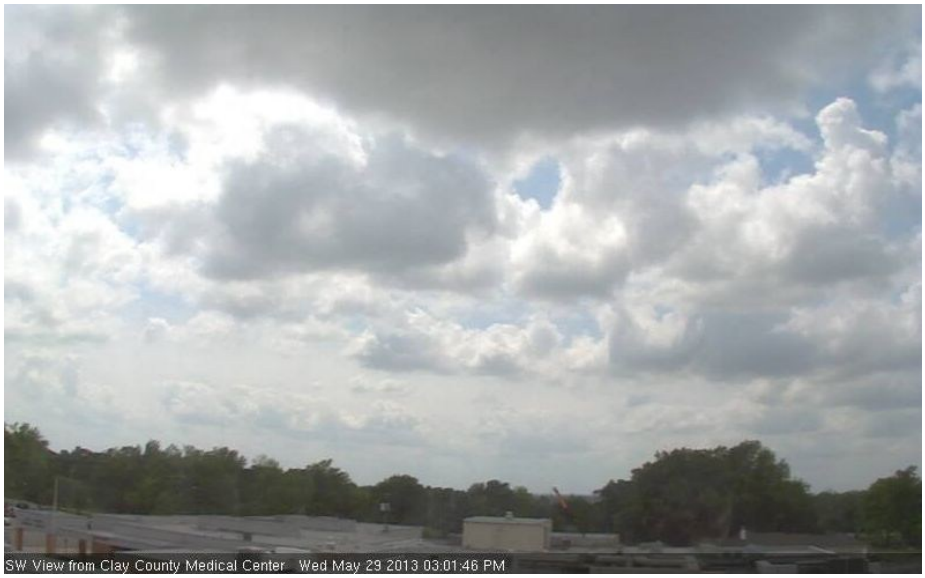
Plus à l'est (en plein dans la zone humide donc), des pseudo-fronts froids (anciens fronts de rafales) laissés par des orages matinaux sur le Nebraska et le nord-est du Kansas compliquent encore la donne, cependant on peut dégager deux grandes tendances météorologiques en ce 29 mai : une zone humide qui couvre la majeure partie du Kansas, et une zone sèche sur l'extrême sud-ouest.

Dans la partie humide, le temps est modérément chaud, avec des températures de 25 à 30°C en fonction de l'insolation. Les points de rosée y tournent autour de 18-20°C. Souvent le ciel est nuageux à très nuageux avec, en matinée, un mix de stratocumulus et de nuages convectifs. Des foyers orageux sont déjà observés dans le nord-est du Kansas, ou alors des pluies plus faibles issues d'altostratus doublés de stratocumulus. Dans les éclaircies, on aperçoit des cirrus et des altocumulus castellanus tandis que les stratocumulus eux-mêmes tendent parfois à devenir instables, avec des bases sombres et des contours bien dessinés.

Source : **Wunderground**

Tous droits réservés © Belgorage : www.belgorage.be

L'après-midi, les éclaircies se font plus larges et des cumulus se développent, évoluant du fractus au mediocris, tandis que les cirrus et altocumulus persistent. Cette limitation dans le développement des cumulus montre bien qu'il y a une inversion, et celle-ci est confirmée par les sondages, où on la retrouve vers 2400-2500 mètres d'altitude (donc à environ 2000 mètres au-dessus du sol) sur la région centrale du Kansas. Cette inversion est assez coriace, mais l'air est très instable tant en dessous qu'au-dessus de celle-ci.



Source : **Wunderground**

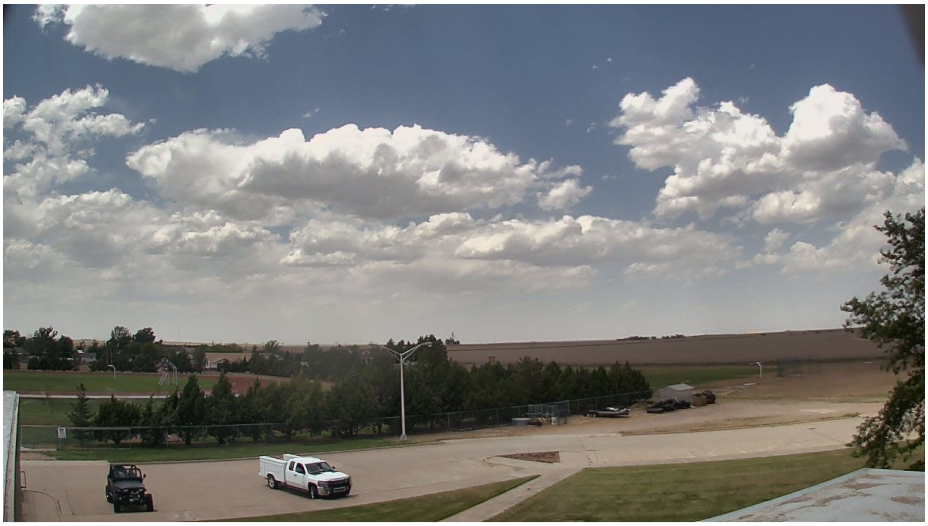
Les disparités de températures (localement près de 30°C) mais aussi l'aspiration d'un jet assez puissant à haute altitude, doublé du renforcement d'un jet de basses couches, vont faire en sorte que cette inversion cèdera, avec formation de cellules orageuses de « masse d'air », c'est-à-dire sans l'intervention (directe ou indirecte) d'un front ou d'une « dry line ». Ces orages se regrouperont et créeront des fronts de rafales qui, parfois, généreront encore d'autres orages.

Dans la partie sèche, la journée commence parfois aussi sous les nuages et la grisaille car la « dry line » n'atteint le Kansas que vers midi. Dès ce moment, le ciel se dégage rapidement, si l'on excepte quelques altocumulus castellanus. Les températures, alors, s'élèvent jusqu'à 33-34°C avec des points de rosée tombant parfois en dessous de 0°C.

À la limite d'influence de cet air sec, une convection se met en place malgré tout grâce à l'humidité résiduelle, liée au mélange des masses d'air près de la « dry line » (points de rosée de 5 à 10°C), et grâce à la très grande instabilité générale. Les structures sont alors particulièrement bien dessinées, avec des virga (précipitations s'évaporant dans l'air sec) et des soulèvements de poussière autour des rafales qui accompagnent ces formations nuageuses.

Tous droits réservés © Belgorage : www.belgorage.be

Vous trouverez ci-après une illustration de la différence entre la convection du côté humide et la convection du côté sec de la « dry line ».



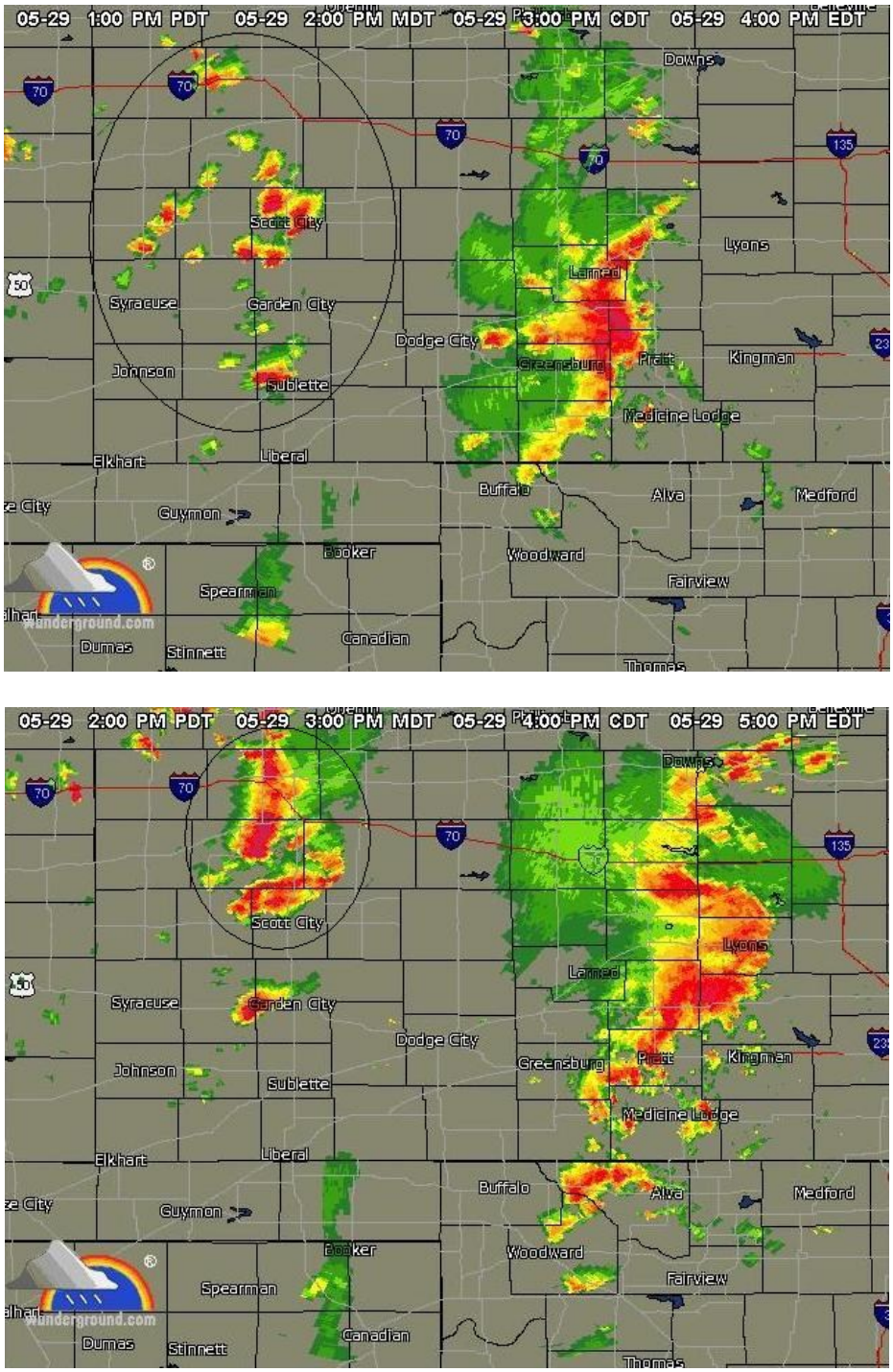
Webcam de Johnson City
Source : **Weatherbug**

Tous droits réservés © Belgorage : www.belgorage.be

Webcam de Dodge City
Source : **Wundergound**

Tous droits réservés © Belgorage : www.belgorage.be

Cependant, malgré des débuts prometteurs, bon nombre de cellules vont à nouveau s'effondrer dans cette partie du Kansas. D'autres par contre vont devenir très virulentes, plus particulière du côté nord, où l'on se rapproche du « triple point ». Un peu plus tard, ces cellules se regrouperont même en clusters.

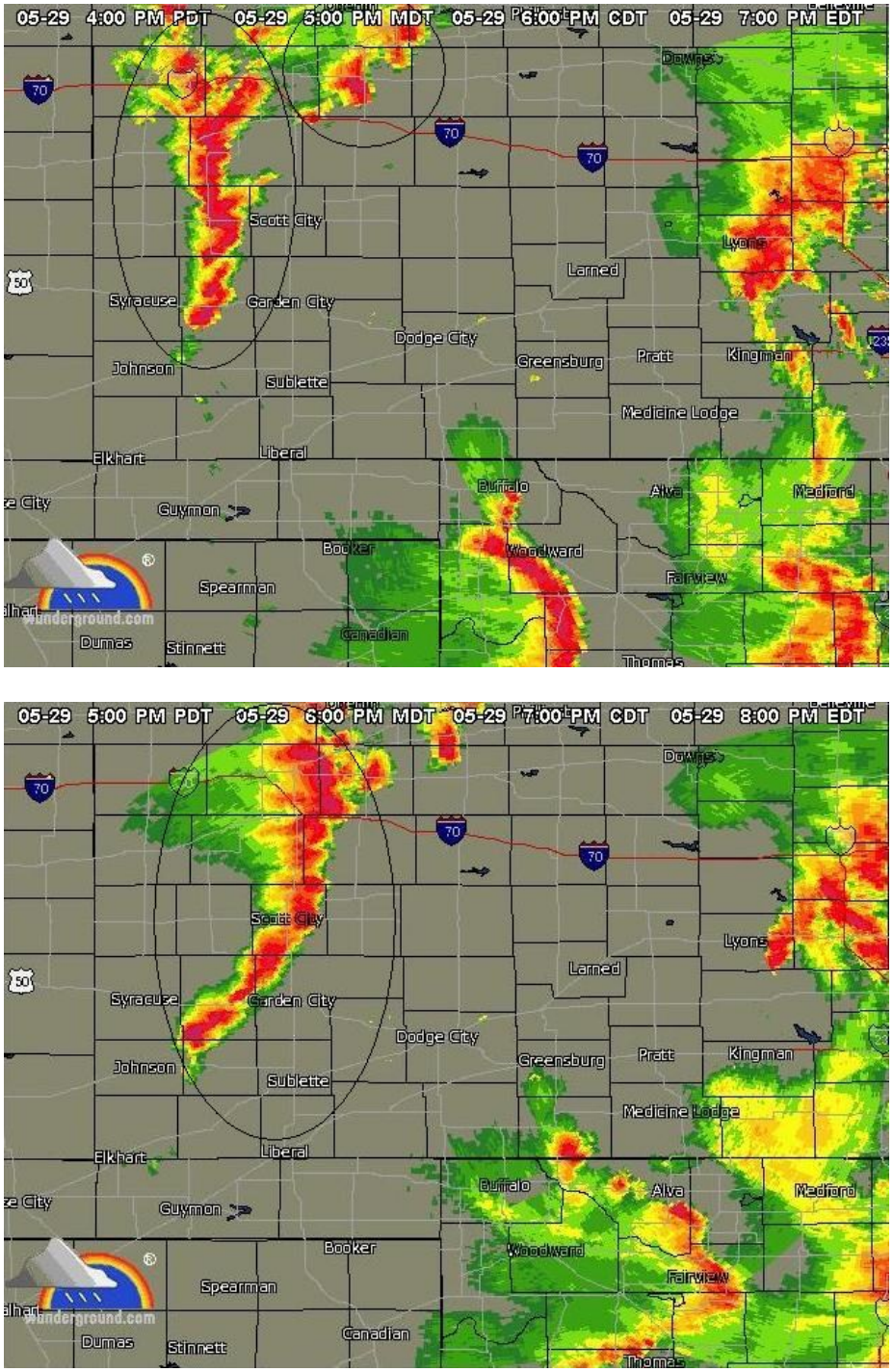


Radar de Dodge City, 15h et 16h L.T. Source : **Wunderground**

Remarquez également, plus à l'est, le développement d'un énorme complexe orageux au sein de la masse d'air humide.

Tous droits réservés © Belgorage : www.belgorage.be

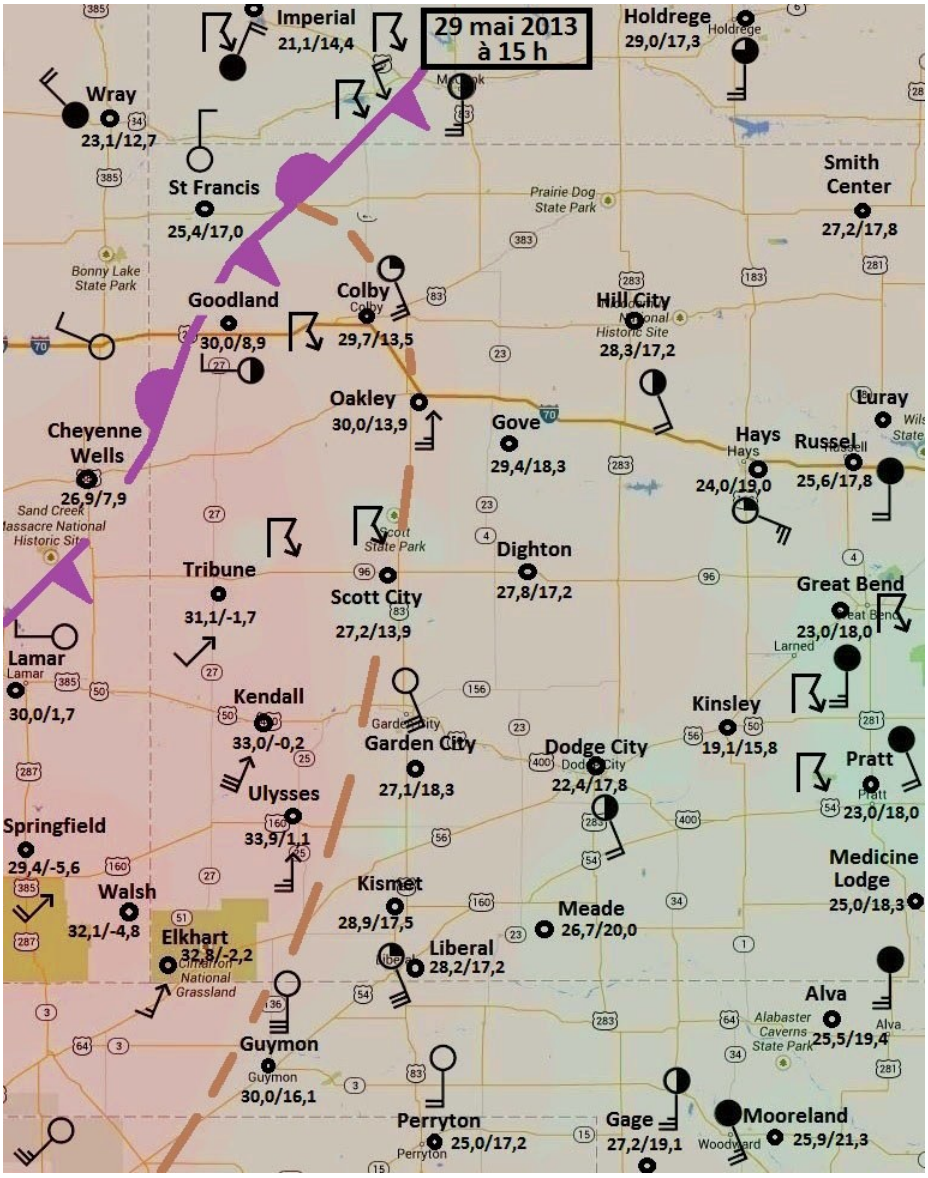
En début de soirée, le cluster précité va être suivi de près par une ligne de grains qui évoluera en écho en arc et qui est liée au front froid.



Radar de Dodge City, 18h et 19h L.T.
Source : **Wunderground**

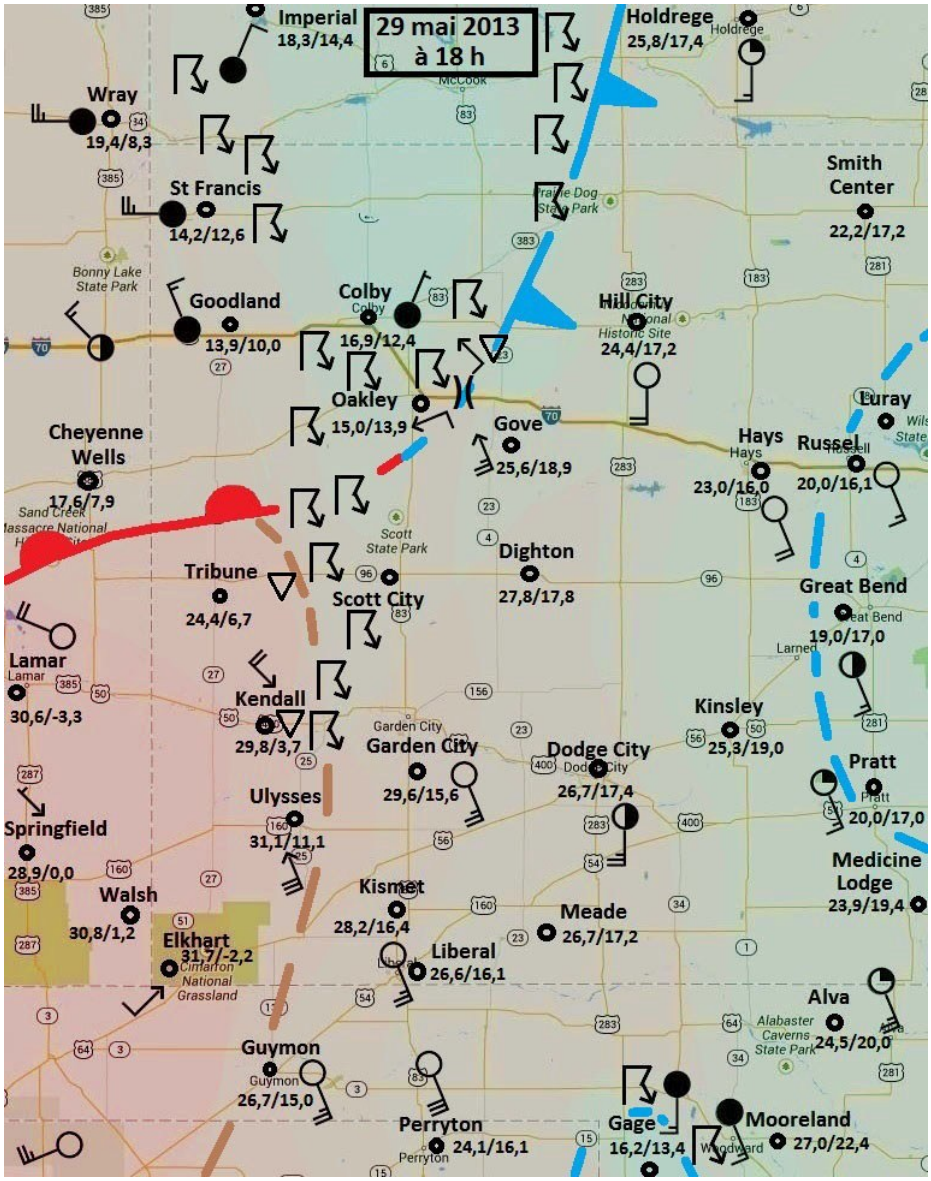
À présent, nous allons analyser tout cela de très près sur la base de la carte sur la page suivante :

Tous droits réservés © Belgorage : www.belgorage.be



Voici la situation à 15 heures. Nous retrouvons la « dry line », comme précisé plus haut, sur une ligne courbe passant par Colby et Guymon. À l'est, les vents sont assez forts et viennent du sud-sud-est, à l'ouest, les vents sont plus irréguliers, mais avec de fortes rafales aussi, et viennent du sud-ouest. Au nord du front, les vents viennent du nord-ouest ou du nord. Vous retrouverez également sur cette carte l'activité orageuse que vous avez pu voir sur les images radar. Observons à présent la situation 3 heures plus tard, c'est-à-dire à 18 heures (page suivante) :

Tous droits réservés © Belgorage : www.belgorage.be



Le front froid s'est avancé dans sa partie nord, mais a reculé dans sa partie sud. À peu près à la limite entre les deux, il s'est formé la petite tornade (« rope tornado ») précité, qui est représentée par «)(», un peu à l'est d'Oakley. Remarquez aussi les températures très basses au nord du front. Les couches moyennes, en effet, sont particulièrement basses dans la masse d'air post-frontale (12°C au niveau 850 hPa, 3°C au niveau 700 hPa), ce qui peut certes encore donner des températures agréables au sol par temps ensoleillé, mais devenant rapidement très froides en cas de précipitations, surtout sur les Hautes Plaines situées à près de 1000 mètres d'altitude.

Ce qui est plus étonnant, par contre, ce sont les températures également très basses à la frontière entre l'Oklahoma et le Kansas. À Gage (Oklahoma), la température perd presque 10°C en 20 minutes, en passant de 25,6°C à 17h37 à 16,3°C à 17h57.

Tous droits réservés © Belgorage : www.belgorage.be

La raison est à rechercher dans l'air sec présent dans les couches moyennes, qui provoque une évaporation renforcée des précipitations, avec comme corollaire un refroidissement et une accélération des courants descendants (rafales descendantes de 77 km/h à Gage et de 82 km à l'aéroport tout proche, où la température chute brusquement de 11°C aux mêmes heures).

Mais le plus intéressant est sûrement la formation hybride de l'écho en arc, à la fois sur le front froid et la « dry line ».

Nous voyons, ici, comme des orages de nature différente peuvent se regrouper. C'est surtout visible au niveau des températures. Nous voyons qu'au nord, nous avons une arrivée massive d'air froid derrière la ligne orageuse. D'ailleurs il y a là une certaine confusion entre le pseudo-front lié aux orages et le véritable front froid. Il n'est pas à exclure que le véritable front froid corresponde à la partie septentrionale de l'écho en arc tandis que les cellules à l'avant soient de nature préfrontale, avec un front de rafales qui constitue un pseudo-front. Cependant, les températures au sol ne montrent plus de véritables différences : l'air à l'arrière du pseudo-front et à l'arrière du front ne forment plus qu'un, dans les basses couches tout au moins (localement toutefois, les variations de températures vont plutôt dans le sens d'un pseudo-front froid suivi d'un front froid, avec deux chutes de température distinctes).

On voit bien, une fois encore, qu'une carte d'analyse est une question d'interprétation. Dans la partie sud par contre, il fait chaud à l'arrière des orages, même plus chaud qu'à l'avant parfois, et surtout plus sec. Des orages d'une tout autre nature, donc !

Dans ce qui suit, nous allons analyser les orages eux-mêmes, cette fois-ci en fonction des déplacements de notre équipe sur place.

Tous droits réservés © Belgorage : www.belgorage.be

6. Suivi de la situation

En début d'après-midi, de nombreuses cellules orageuses se développent sur plusieurs États. Il faut dire que le contexte météorologique du jour est on ne peut plus favorable à la survenue d'orages violents.

Notre équipe, reliant Dodge City à Garden City, va profiter du développement d'une cellule particulièrement photogénique.

Crédit photo : **Samina Verhoeven – Belgorage**

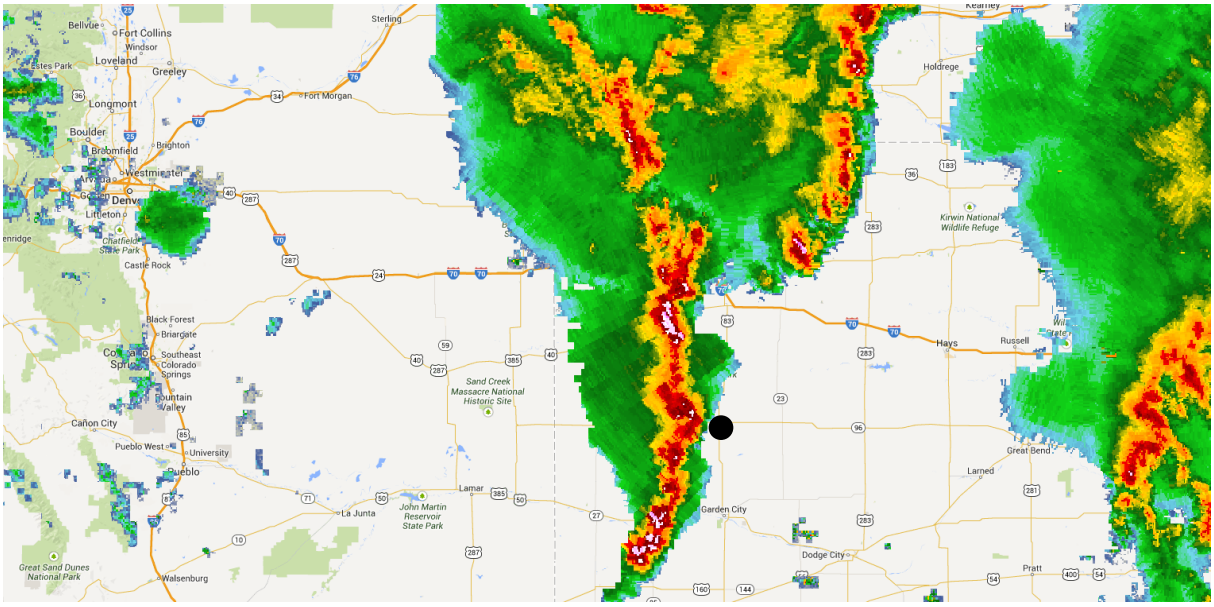
Cependant, même si celle-ci montre clairement des signes de rotation, cette cellule s'essoufflera assez vite. Ainsi, notre équipe va continuer sa route vers le nord en direction de Scott City.

Tous droits réservés © Belgorage : www.belgorage.be

Aux environs de 18 heures, une virulente ligne de grains évoluant en écho en arc aborde la région de Scott City. Notre équipe, située un peu au sud de la ville va profiter d'un spectacle impressionnant, avec l'arrivée d'un arcus très épais.

Crédit photo : **Samina Verhoeven – Belgorage**

Sur l'image radar suivante, la position de l'équipe est matérialisée par un cercle noir.



Source : **IEM**

Tous droits réservés © Belgorage : www.belgorage.be

Dans la région de Scott City, les ambiances sont démentes…

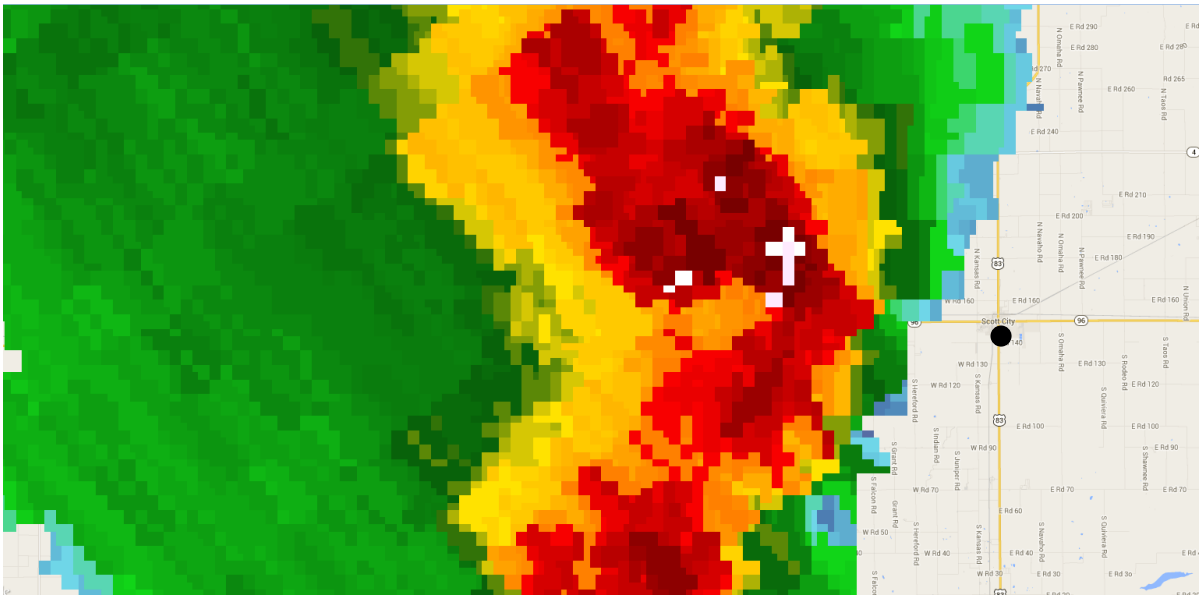
Crédit photo : **Eric Dargent – Belgorage**

Si on analyse la structure de plus près, on constate que notre équipe semble être « idéalement » positionnée face à la ligne orageuse.

En effet, les différentes analyses des images radars montrent la probable survenue d'un « rear inflow jet » au sein de l'écho en arc, pile à l'ouest de Scott City. Ainsi, l'image radar suivante permet de visualiser la présence de ce « RIJ » en accélérant brutalement la vitesse de déplacement des cellules situées devant lui tandis que les cellules situées directement au nord et au sud de celui-ci « s'enroulent », dans le sens des aiguilles d'une montre pour les cellules du sud et dans le sens inverse des aiguilles d'une montre pour les cellules situées au nord.

Tous droits réservés © Belgorage : www.belgorage.be

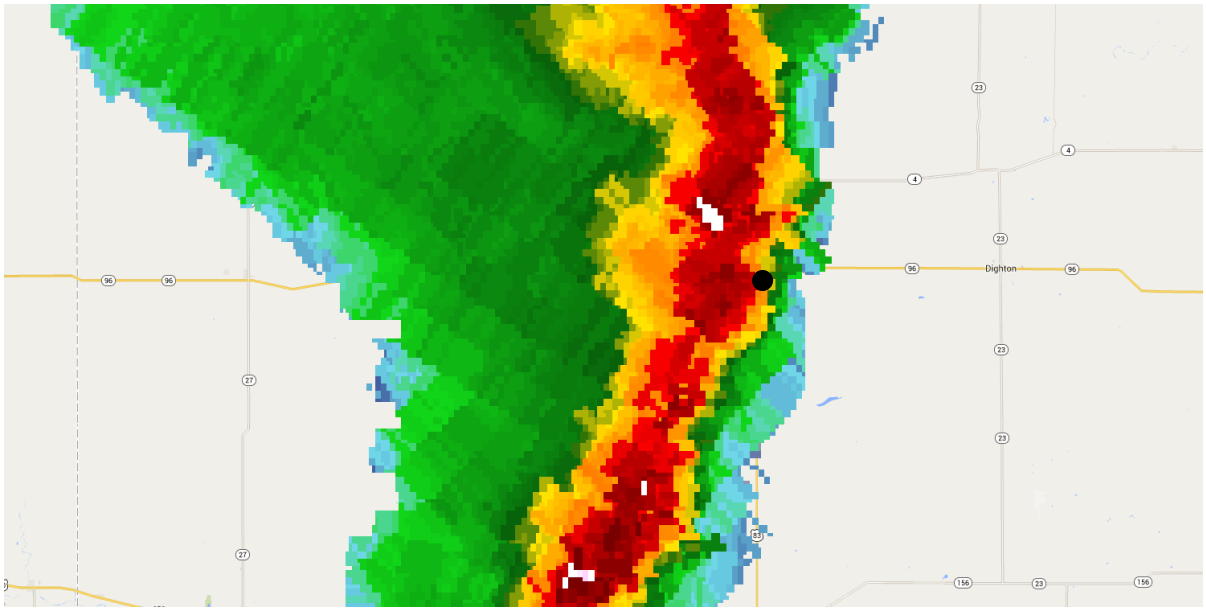
La position de l'équipe est matérialisée par un cercle noir.



Source : **IEM**

Une telle évolution est souvent annonciatrice de la survenue de violentes rafales de vent, voire même parfois de tornades, au plus proche du RIJ.

Mais alors que l'équipe est idéalement placée, les cellules perdent rapidement de leur intensité en se déplaçant vers l'est et, ce qui devait être le passage de cellules orageuses vigoureuses au dessus de Scott City ne fut finalement qu'une ligne orageuse bien moins active que prévu.



Source : **IEM**

Tous droits réservés © Belgorage : www.belgorage.be

De ce fait, c'est avec un certain dépit que notre équipe constate cette évolution ; dépit encore renforcé en voyant sur les images radars que les cellules ont repris de la vigueur un peu plus à l'est tout en passant par la ville de Dighton.

Peu de temps après, nos traqueurs vont se drige vers le sud afin de s'approcher d'une zone potentiellement orageuse prévue pour le lendemain. Sur la route, ils s'arrêtent dans la région de Garden City pour immortaliser de belles ambiances au coucher du soleil et ainsi mettre fin à cette 12ème journée d'observations.

Crédit photo : **Samina Verhoeven – Belgorage**

Nul, à ce moment-là, ne peut imaginer que la journée du lendemain sera toute autre…

Tous droits réservés © Belgorage : www.belgorage.be

7. Sources

Storm Prediction Center

National Weather Service- Norman

University of Wyoming

Wunderground

Ogimet

Lightning Wizard

IEM

Tous droits réservés © Belgorage : www.belgorage.be