

Introduction à la Tornado Alley

« On The Way Of Storms »



Crédit photo : **Samina Verhoeven – Belgorage**

Dossier réalisé par :

Robert Vilmos
Membre responsable de Belgorage

1. Éléments de géographie

La Tornado Alley est la région, aux États-Unis, où le risque de tornades est statistiquement le plus élevé. Cela ne veut pas dire, évidemment, que des tornades ne se produisent que là, mais la fréquence du phénomène y est telle que l'utilisation du terme « Tornado Alley » n'est certainement pas abusive.

Il s'agit en fait d'une région immense, qui traverse tout le centre des États-Unis et qui s'étend du Minnesota au Texas.



Source de la carte : **Larousse**

Cette région comporte la partie centrale et méridionale des Grandes Plaines américaines, et déborde quelque peu sur le Midwest, plus précisément sur les bassins du Mississippi et du Missouri.

La région est plutôt plate. La plaine, en allant vers l'ouest, ne se transforme que très progressivement en haut plateau. Le voyageur ne se rend absolument pas compte de la différence d'altitude qui existe entre la partie orientale (300 à 400 mètres) et la partie occidentale (plus de 1000 mètres) des Grandes Plaines.

Quelques régions plus accidentées, comme les Monts Ouachita et les Ozarks, ne font plus vraiment partie de la Tornado Alley. Elles se trouvent à l'est de celle-ci, alors que les Montagnes Rocheuses se trouvent à l'ouest.

Ci-dessous, une illustration des plaines, parfois (très) faiblement ondulées.



Crédit photo : **Samina Verhoeven – Belgorage**

Les États affectés par un grand nombre de tornades sont les suivants :

- Le Dakota du Sud (surtout dans sa partie sud-est)
- Le Minnesota (surtout dans sa partie sud-ouest)
- Le Nebraska
- Le Colorado (surtout dans sa partie est)
- Le Kansas
- L'Oklahoma
- Le Texas (surtout dans sa partie nord)

Quelques États, comme le Missouri et l'Arkansas, même s'ils sont situés en dehors de la Tornado Alley proprement dite, sont eux aussi souvent confrontés au phénomène. D'ailleurs les limites même de la Tornado Alley prêtent à discussion, et peuvent varier selon les sources.

2. Climatologie générale

La Tornado Alley dans son ensemble connaît un climat continental marqué, avec des écarts supérieurs à 25°C entre le mois le plus froid et le mois le plus chaud. Localement, cet écart atteint même 30°C. Le nord connaît des hivers très rigoureux, dignes du Canada, tandis que le sud n'est pas vraiment épargné non plus par les rigueurs de l'hiver.

Oklahoma City par exemple, située à 35° de latitude nord et à un petit 400 mètres d'altitude, connaît encore régulièrement le gel, tandis que Wichita (Kansas), à quelques 37° de latitude nord et un gros 400 mètres d'altitude, a une moyenne globale de janvier inférieure à 0°C. L'été par contre, il fait chaud partout, avec des températures moyennes, en journée, dépassant les 30°C dans pratiquement toute la Tornado Alley. En Oklahoma et au sud-est du Kansas, la chaleur devient étouffante, avec 34°C en journée et des taux d'humidité excessivement élevés.

Il convient de noter, cependant, que les moyennes ne disent pas grand-chose sur le climat réel des Grandes Plaines, qui change tout le temps, parfois d'un jour à l'autre. Si l'on examine les valeurs d'Oklahoma City, par exemple, l'on constate que la température en janvier, par air polaire, peut aisément chuter en dessous de -20°C, alors que quelques jours par après, lors d'une remontée d'air en provenance du Golfe du Mexique ou des déserts du sud-ouest, il fera plus de 25°C en plein hiver. Alors, dans le premier cas, l'air sera moite et le ciel, nuageux, tandis que dans le second, l'air sera sec et le ciel, parfaitement serein.

En juillet et août, on observe la même variabilité. Toujours à Oklahoma City, il arrive que la température atteigne voire dépasse les 40°C pendant des jours et des jours, puis brusquement, lors d'une descente d'air polaire, on observe d'agréables 25°C sous un ciel tout aussi ensoleillé. Et ce qui est vrai pour Oklahoma City l'est aussi pour le reste de la Tornado Alley, avec cependant une tendance plus froide au nord qu'au sud, et une tendance plus sèche à l'ouest qu'à l'est. Et pour toute la région, c'est au printemps qu'on observe les contrastes les plus marqués. Nous y reviendrons.

3. Les masses d'air en présence

La météorologie de la Tornado Alley, grâce à sa géographie, est en fait plus simple que celle de l'Europe qui, elle, est très accidentée et possède des rivages très découpés. Dans la région centrale des États-Unis, nous avons généralement affaire à trois masses d'air qui s'affrontent régulièrement. Il s'agit de :

- l'air tropical maritime ;
- l'air tropical continental (désertique) ;
- l'air polaire continental.

Avant de pousser plus avant notre étude des phénomènes météorologiques qu'on y rencontre, nous allons d'abord analyser dans le détail ces trois masses d'air et leur transformation sur les Grandes Plaines.

a. L'air tropical maritime

L'air tropical maritime, dans la région centrale des États-Unis, provient toujours du Golfe du Mexique. Celui-ci constitue à peu de choses près un véritable milieu tropical. Seule la partie nord du Golfe connaît des conditions un peu plus fraîches en hiver, avec des températures un brin trop basses, pendant quelques mois, pour constituer une zone tropicale à part entière.

La masse d'air se trouvant au-dessus de ces eaux a le temps de s'élaborer lentement, au fil des saisons. En altitude, les températures suivent assez bien ce rythme, ce qui fait qu'il n'y a que peu de discontinuité dans la décroissance de la température avec l'altitude. Juste de temps en temps, on y observe une petite inversion. Sinon, la décroissance est souvent proche, même, de celle de l'atmosphère standard, avec une diminution de 6 à 7°C par 1000 mètres.

Nous pouvons donc parler d'une instabilité conditionnelle presque constante, avec comme conséquence la présence presque constante de cumulus au-dessus de la mer, de jour comme de nuit. Ceux-ci sont le plus souvent des espèces fractus, humilis ou mediocris, dans le cadre d'un temps très lumineux en journée.

Quelques uns, cependant, réussissent toujours à évoluer en cumulonimbus, avec les typiques averses tropicales.



Source : **Wikipedia**

De temps à autre, un accident thermique (réchauffement additionnel sur des îles ou des eaux moins profondes) ou dynamique (perturbation dans la circulation intertropicale) permet la formation de zones ou de lignes de convergence, avec risque d'orages et de précipitations très intenses, notamment en raison de la tropopause très élevée dans ces régions.

Au-dessus des eaux tropicales, les averses peuvent se produire à n'importe quel moment de la journée et de la nuit, en raison de l'absence de variations thermiques diurnes (sauf près des îles). Il existe même un petit maximum tôt le matin. Ceci est dû à un léger refroidissement du sommet de la tropopause en fin de nuit, qui augmente l'instabilité. Ailleurs dans le monde, ce phénomène existe aussi, mais il est largement masqué par les variations diurnes de la température dans les basses couches.

Et ces variations diurnes affectent aussi l'air du Golfe du Mexique, dès qu'il passe au-dessus du continent américain. Quelques dizaines de kilomètres sur les terres suffisent déjà pour que la convection principale ne s'opère plus le matin, mais durant l'après-midi et en début de soirée, au moment le plus chaud de la journée.

Sur les Grandes Plaines, cet air tropical maritime se continentalise encore un peu plus, mais sa grande humidité se maintient. La convection, par contre, est tout à fait celle de l'intérieur des terres. Nous y reviendrons lorsque nous étudierons le conflit des masses d'air pendant la saison des tornades, c'est-à-dire à la fin du printemps et au début de l'été.

b. L'air tropical continental désertique

Cette masse d'air se forme sur les grandes zones arides du sud-ouest des États-Unis, englobant entre autres l'Arizona, le Nouveau Mexique et une partie du Texas. Ces zones désertiques ou semi-désertiques ont la caractéristique de se trouver à des altitudes souvent largement supérieures à 1000 mètres.

Il s'agit donc de hauts plateaux surchauffés en été avec des températures pouvant dépasser les 40°C malgré l'altitude. En hiver, ces déserts deviennent frais, voire froids, mais il s'agit généralement d'un refroidissement pelliculaire des basses couches. Les couches moyennes et élevées, influencées par les anticyclones chauds subtropicaux, tendent à rester assez chaude en hiver aussi.



Source : **Wikipedia**

Cette configuration géographique fait en sorte que l'air désertique, une fois qu'il se déplace vers les Grandes Plaines, reste chaud surtout dans les couches moyennes. Dans les basses couches, ces courants chauds ont souvent du mal à s'imposer. L'air tropical maritime, qui s'y trouve souvent, est un brin plus frais, et tend à former des inversions thermiques coriaces, même en été. Mais si la turbulence et le vent sont suffisants pour assurer un bon brassage de l'air, la température peut s'envoler dans toute la Tornado Alley, avec 40°C voire 45°C en été et encore 25°C ou plus en plein hiver. Ceci sera également analysé en détail lorsque nous parlerons de la saison des tornades.

c. L'air polaire continental

L'air polaire continental aura des caractéristiques différentes selon son origine, son déplacement et la latitude où il se retrouve finalement. Parfois, cela engendre de gros contrastes par rapport à l'air tropical, tant maritime que désertique.

En hiver, le grand gel arrive jusque très loin dans le sud, où il peut imposer des conditions parfaitement hivernales jusque sur les rives du Golfe du Mexique. Le plus souvent, l'air polaire continental est sec, mais parfois, des perturbations parviennent à s'infiltrer dans ces courants ou à se former là où se fait la rencontre avec l'air plus chaud. Dans ces cas, le risque devient grand que de véritables blizzards s'abattent sur une grande partie du territoire américain.

La ville de Tulsa (Oklahoma) par exemple, située à 36° de latitude nord et à 200 mètres d'altitude seulement, n'est pas du tout épargnée par ces blizzards, comme le montre la photo ci-dessous.



Source : **Wikipedia**

En été par contre, le réchauffement intense du continent compense largement l'origine froide de la masse d'air, et le temps est souvent agréable avec des températures de 20 à 25°C et un ciel (parfois) garni de cumulus de beau temps. Mais si le ciel est très nuageux et surtout si le temps est en outre pluvieux, la température peut rester étonnamment basse.

4. Caractéristiques de la saison des tornades

Les tornades et les orages violents résultent la plupart du temps de la rencontre des masses d'air que nous venons de décrire. Et comme pour la délimitation géographique, la délimitation saisonnière de ces phénomènes n'a rien d'absolu. Il s'agit juste de tendances qui ressortent des moyennes à long terme. Cependant, les phénomènes sont suffisamment récurrents pour que la notion de « saison des tornades » trouve bien sa place dans ce contexte.

A présent, nous allons nous intéresser plus particulièrement au cœur de la Tornado Alley, qui ne situe certes pas au milieu de la zone, mais qui correspond aux endroits où les tornades sont les plus fréquentes. Là aussi, on peut trouver des différences en fonction des différentes sources, selon qu'on considère toutes les tornades ou seulement celles qui dépassent un certain seuil en intensité. Ainsi, il existe des statistiques qui ne prennent en compte, par exemple, que les tornades à partir de l'intensité F3.

Quoiqu'il en soit, il ne serait sûrement pas faux de dire que les zones qui présentent le plus de risques sont l'Oklahoma et certaines parties du Kansas et du Texas. Dans une moindre mesure, on peut encore y ajouter certaines portions du Nebraska et du Colorado. Cela revient à dire que nous nous occuperons principalement du centre-sud des Grandes Plaines, une région où la saison des tornades concerne la fin du printemps et le début de l'été, avec un pic entre la mi-mai et la mi-juin.

Pour bien comprendre ce qui se passe à ce moment-là dans la région qui nous intéresse, nous allons revenir à nos trois masses d'air et en étudier les caractéristiques telles qu'elles se présentent à cette époque de l'année.

a. L'air tropical maritime

Nous avons vu que l'eau du Golfe du Mexique, au niveau de Key West, a une température de 23°C à la fin de l'hiver et de 30°C à la fin de l'été. À la charnière des mois de mai et de juin, cette eau se trouve à une température de 28°C. Nous avons vu aussi que cette époque de l'année marque le début de la saison des pluies. Même si le Golfe du Mexique, généralement, ne présente pas de véritable saison sèche, le mois de mai est synonyme d'une meilleure convection.

La stabilité des températures au-dessus des eaux tropicales se retrouve aussi en altitude. Les sondages atmosphériques effectués à Key West le montrent bien.

Dans les basses couches, la température de l'air est proche de celle de l'eau, et se situe vers les 28-29°C. Au niveau 850 hPa (vers 1550 mètres), nous avons souvent 17 ou 18°C, et 8 et 10°C au niveau 700 hPa (vers 3150 mètres). Peu de variations d'un jour à l'autre, et d'une année à l'autre. Nous avons presque toujours une instabilité conditionnelle, et comme nous l'avons déjà vu, des cumulus se forment aisément, à n'importe quel moment de la journée, et quelques uns se développent jusqu'au stade de cumulonimbus.

Sur le continent américain, en mai, cette masse d'air a déjà un comportement parfaitement estival. En effet, malgré une latitude plus élevée, le centre des États-Unis est plus chaud, en journée, que le Golfe du Mexique, alors que la nuit, il y fait plus frais. Ceci a pour conséquence que le rythme habituel de la convection diurne s'installe parfaitement, avec un ciel tendant à être peu nuageux ou serein le matin, puis des cumulus se développent progressivement en journée, et atteignent souvent le stade de cumulonimbus en fin d'après-midi ou en soirée.

Hormis le rythme de la convection, qui est celui de l'intérieur des terres, cette masse d'air va conserver en grande partie les propriétés de son origine, c'est-à-dire sa chaleur moite. À l'est de la Tornado Alley, elle va conserver aussi, grosso modo, son profil vertical, humide sur toute son épaisseur et avec une instabilité conditionnelle, dépourvue ou presque de couches d'inversion, à l'exception de l'inversion nocturne au sol. En journée, l'instabilité se renforce dans les basses et moyennes couches, avec de nombreux orages à la clé, mais pas nécessairement supercellulaires.



Crédit photo : **Samina Verhoeven – Belgorage**

Tous droits réservés © Belgorage : www.belgorage.be

Dans certains cas cependant, l'humidité est telle que de nombreux stratocumulus accompagnent la convection, et rendent celle-ci quelque peu floue pour l'observateur au sol.



Crédit photo : **Samina Verhoeven – Belgorage**

Dans le centre et l'ouest de la Tornado Alley, il en va tout autrement. L'air maritime humide ne parvient généralement plus à s'imposer sur une grande épaisseur. Très souvent, il se glisse en dessous d'une masse d'air encore plus chaud et nettement plus sec, ayant une origine plus ou moins directe dans les déserts américains. Ceci forme une inversion qui inhibe durant un temps la convection.

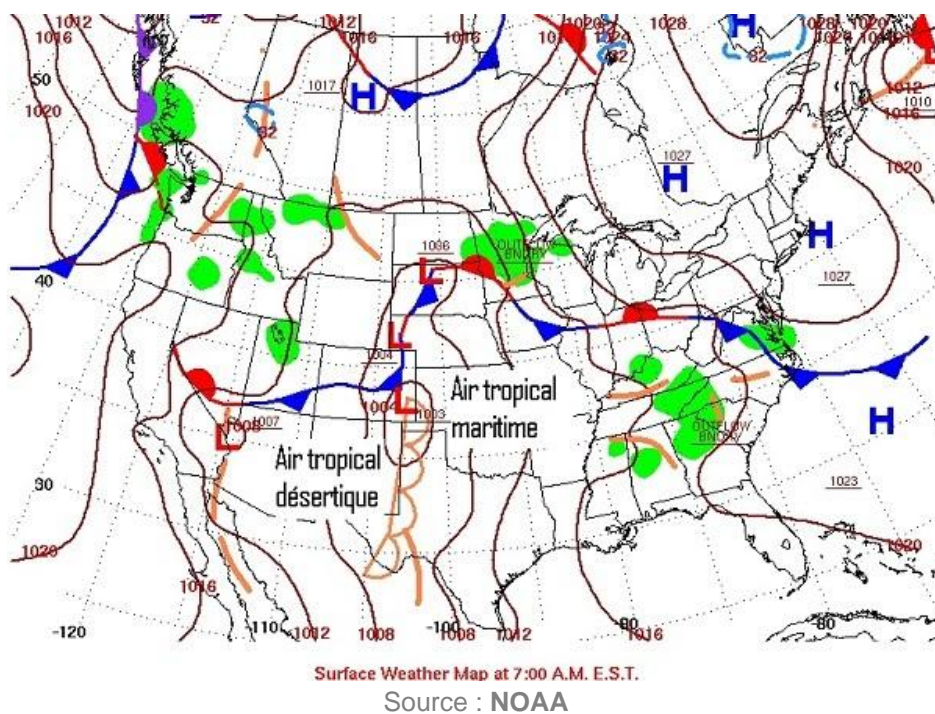
Puis à certains endroits, là où le profil atmosphérique s'avère idéal, l'inversion peut être percée à un moment ou à un autre, avec toute l'énergie disponible qui se concentre à cet endroit. Les orages qui se développent dans un tel contexte risquent d'être très intenses, alors qu'à quelques dizaines de kilomètres à peine, le ciel reste parfaitement bleu. En général, cela se passe non loin de la zone de rencontre entre l'air humide et l'air désertique très sec, ce que les Américains appellent la « dry line ».

La photo ci-dessous illustre le développement d'une cellule non loin de la « dry line »



Crédit photo : Samina Verhoeven – Belgorage

Et voici une carte météorologique illustrant la présence d'une « dry line ». Nous y reviendrons encore.



Tous droits réservés © Belgorage : www.belgorage.be

b. L'air tropical continental désertique

Ce qu'il faut en retenir surtout, à ce stade, c'est que le désert réagit très rapidement aux variations saisonnières, et qu'à la fin du mois de mai, les températures y sont déjà presque aussi élevées qu'en plein été. Il n'est donc pas étonnant d'y rencontrer des températures qui, en journée, dépassent parfois déjà les 40°C.



Crédit photo : **Samina Verhoeven – Belgorage**

Un élément moins connu est la mousson nord-américaine, en provenance du Golfe du Mexique. Celle-ci affecte une grande partie des déserts du sud-ouest. Exactement comme en Inde, la surchauffe de l'intérieur des terres, à ces basses latitudes, crée un appel d'air en provenance des eaux du Golfe du Mexique. Mais contrairement à l'Inde, les conditions géographiques ne se prêtent pas, ici, à une mousson pleinement développée, mais juste à l'arrivée d'un air un peu plus humide qui tempère légèrement la chaleur du cœur de l'été, avec la possibilité de quelques orages qui peuvent être, eux, très spectaculaires.

Cet aspect des choses se retrouve d'ailleurs dans les statistiques à long terme. C'est ainsi qu'à El Paso, au Texas, les maxima de juin sont plus élevés en juin qu'en juillet et en août. Ceci va de pair avec une certaine augmentation des précipitations et de l'humidité, même si globalement, le climat y reste sec même pendant ces mois-là.

Comme nous le verrons plus loin, cette petite rupture dans l'évolution saisonnière des températures et des précipitations, entre autres au Texas, est l'une des causes de la fin de la saison des tornades, un bon 500 kilomètres plus au nord.

Au mois de mai et au début du mois de juin, par contre, le climat désertique exerce encore tous ses droits. L'air chaud formé sur ces hauts plateaux donne des températures extraordinairement élevées dans les couches moyennes lorsqu'il se déplace vers les Grandes Plaines, situées plus bas. Au-dessus de Dodge City, à l'ouest du Kansas, il n'est pas rare d'observer 27-28°C au niveau 850 hPa, vers 1550 mètres d'altitude (un bon 700 mètres au-dessus du sol, à cet endroit-là), tandis que 25°C sont encore possibles à ce niveau au-dessus de l'est du Kansas, où le sol est à une altitude bien moindre. Mais dans les basses couches, comme déjà dit plus haut, cet air a parfois du mal à s'imposer.

Ceci n'est pas sans rappeler, sous des formes moins extrêmes, la « Spanish Plume » que l'on rencontre en Europe occidentale, où des couches moyennes chaudes, en provenance des hauts plateaux surchauffés de l'Espagne, ont également tendance à rester au-dessus d'une inversion et à ne s'imposer que très partiellement dans les basses couches.

Lorsque l'air parvient malgré tout à atteindre les basses couches, en Amérique comme en Europe, le temps peut devenir vraiment très chaud en raison de l'affaissement de l'air, qui provoque en plus un réchauffement adiabatique de 1°C par 100 mètres. Dans la Tornado Alley, une température de 40°C est possible dès le mois de mai.

Si le brassage de l'air est imparfait, l'inversion subsiste mais de l'air humide risque de se mélanger à l'air sec dans la couche limite. Ceci peut produire des situations très intéressantes en matière orageuse, notamment au moment où l'inversion finit par céder par endroit. Cependant, pour créer des situations tornadiques à grande échelle, il faut qu'un troisième larron s'en mêle, en l'occurrence l'air polaire continental.

c. L'air polaire continental

Contrairement à l'air tropical continental désertique, l'air polaire continental, en mai et début juin, n'est pas toujours vraiment estival. Les régions nordiques, en fait, ne sortent que lentement de leur hibernation. La neige y a certes déjà fondu, à la fin du printemps, mais le fonds de l'air est souvent encore très frais. Et cette fraîcheur, quoiqu'atténuée, peut se faire sentir jusqu'à des régions aussi méridionales qu'Oklahoma City. Dans cette ville, très récemment, la température n'a même pas dépassé les 10°C en mai (2 mai 2013).

La nuit, la température peut encore descendre en dessous de 5°C tout au long du mois de mai. Au début du mois de juin, des maxima de 13-14°C, par temps couvert, sont encore possibles.



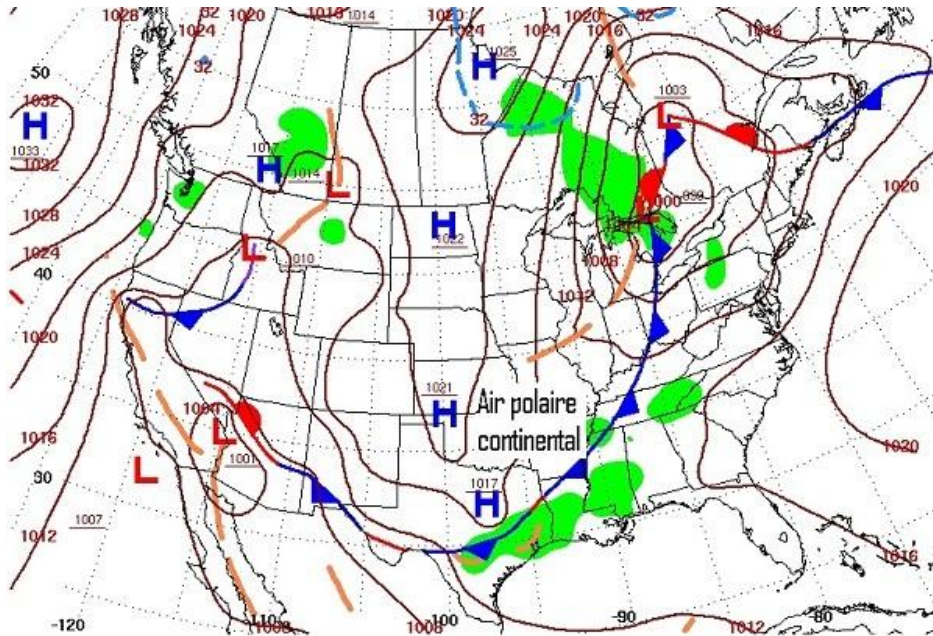
Source : **Wunderground**

Par temps ensoleillé, les températures tendent certes à fort remonter en journée, vu l'intensité du soleil, mais l'instabilité des basses couches devient alors conséquente, avec un air restant froid à moyenne altitude.

Ceci montre bien à quel point les différences entre les masses d'air peuvent être fortes en cette saison. Et bien entendu, la séparation de ces masses d'air est caractérisée par des fronts puissants, capables de générer de fortes intempéries.

D'autres fois, l'air polaire continental a tellement longtemps stagné sur les plaines méridionales que la différence de température avec l'air tropical a fini par devenir faible. Dans les cas extrêmes, le front froid n'est quasiment plus qu'une zone de convergence. Mais cela ne l'empêchera pas nécessairement d'être encore virulent, au vu des cisaillements de vent qui y persistent.

À la page suivante, vous trouverez une illustration d'un front froid typiquement américain.



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

Source : NOAA

d. La rencontre des différentes masses d'air

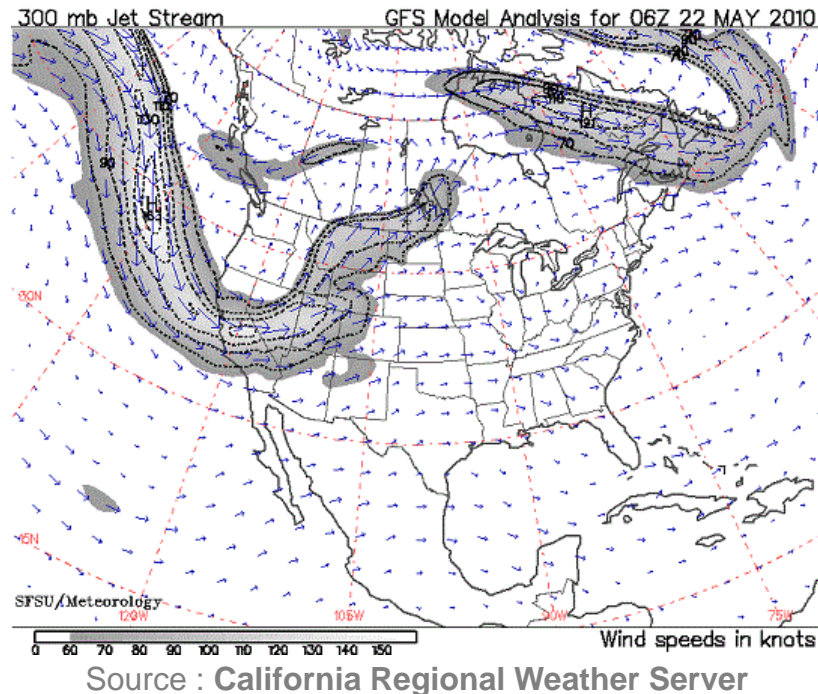
Pour comprendre la dynamique des rencontres de masses d'air aux États-Unis et des perturbations que cela génère, nous allons nous pencher, dans un premier temps, sur les phénomènes permanents et semi-permanents. Nous étudierons donc, dans un premier temps, les phénomènes à grande échelle, liés à la géographie générale des États-Unis. Les Montagnes Rocheuses, notamment, ont une énorme influence sur le climat américain. Dans le cadre de cette étude, nous nous intéresserons plus particulièrement aux « Rocheuses Méridionales », qui couvrent les États du Nouveau Mexique, du Colorado et du Wyoming. Il s'agit de montagnes élevées, avec de nombreux pics supérieurs à 4000 mètres. Nous retiendrons entre autres le Mont Elbert (4399 mètres), le Pic Blanca (4372 mètres) ou le Pic Uncompahgre (4361 mètres).



Source : Larousse

Comme on peut le voir sur cette carte, les Montagnes Rocheuses sont en outre doublées par la Sierra Nevada, située plus près de la côte. Cette chaîne de montagnes, bien que plus petite, est non moins imposante, et entre les deux se situent les plateaux arides du Grand Bassin et du désert des Mohaves.

Cet ensemble montagneux, comme tous les massifs très importants, a un impact sur la circulation générale qui va bien au-delà de son altitude. Du côté au vent, il se forme une zone de hautes pressions semi-permanente et les courants d'ouest hémisphériques sont obligés de remonter au nord. Du côté sous le vent, au contraire, il se forme une zone de basses pressions, semi-permanente aussi, et les courants d'ouest descendent loin au sud. Ceci se fait sentir jusqu'à l'altitude des jet-streams, qui tendent à former une crête à l'ouest des Montagnes Rocheuses et un creux à l'est de celles-ci.



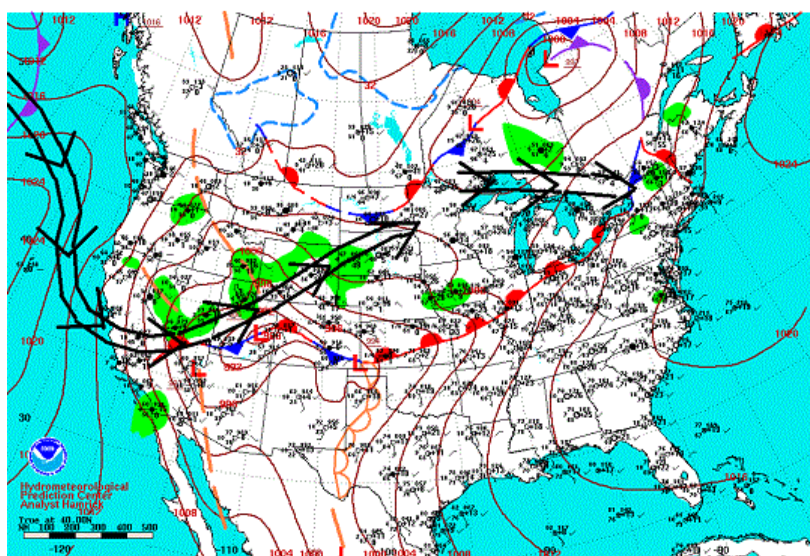
Ce creux en altitude se fait en outre doubler par une dépression thermique au sol, liée à la surchauffe des terres du Nouveau Mexique et du Texas. La combinaison des effets dynamiques et thermiques fait en sorte que cette dépression est centrée en moyenne au-dessus du nord du Texas.

Comme la dépression au sol est fermée, nous avons donc souvent un courant de sud-est ou de sud sur le Kansas, l'Oklahoma et le Missouri, avec une remontée d'air humide et chaud du Golfe de Mexique. Plus en altitude, par contre, nous avons plutôt un creux et les courants, donc, tendent davantage à venir du sud-ouest, avec l'air sec et encore plus chaud en provenance des régions arides.

Lorsqu'on descend jusqu'au Texas, on est au sud de la dépression thermique et là, le vent tend à venir du sud-ouest à tous les niveaux, avec un air désertique brûlant dans les basses couches. Cet air, lorsqu'il est au plus chaud durant la journée, forme un front chaud sec (appelé « Texas dry line ») qui avance vers le nord-est en poussant devant lui (par un processus complexe de mélange turbulent) l'air humide du Golfe du Mexique. La nuit, si aucune autre perturbation n'affecte le phénomène, l'air chaud et sec tend à nouveau à se retirer vers l'ouest du Texas.

Les perturbations du flux d'Ouest

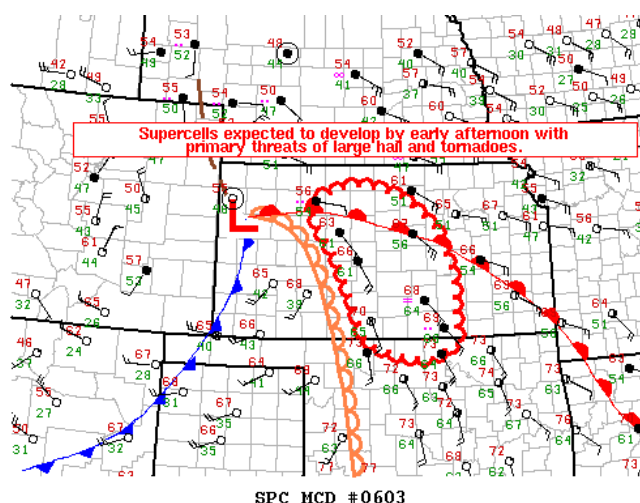
Très souvent cependant, à la suite d'ondulations du jet-stream, la dépression sur le Nord du Texas devient suffisamment active pour attirer derrière elle l'air polaire continental en provenance des régions septentrionales des États-Unis et former ainsi une véritable perturbation frontale, qui va ensuite se déplacer vers l'est au gré de ce même jet-stream (qui, lui, passe au nord de ladite perturbation).



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

Les grosses flèches noires représentent le jet stream
Source de la carte : NOAA

Lorsque la perturbation arrive à maturité, elle prendra schématiquement l'aspect représenté ci-dessous.



SPC MCD #0603

Source : Weather or Not! The Web Site and Blog of Ted Keller

Tous droits réservés © Belgorage : www.belgorage.be

Nous avons maintenant un véritable conflit entre les trois masses d'air fondamentales du centre des États-Unis. La « dry line » (« Texas dry line » à l'origine) suit le secteur chaud de la perturbation et y forme véritablement une ligne de convergence préfrontale, tandis que l'air continental polaire frais va être acheminé par le front froid.

Il est à noter que dans le secteur chaud, au sol, nous avons de l'air humide et chaud à l'est de la « dry line », tandis qu'à l'ouest, l'air est très chaud et sec, avec une chute brutale de l'humidité au moment du passage de la « dry line ». Un peu en altitude cependant, l'air très chaud et sec tend à occuper la totalité du secteur chaud et à former une inversion couvercle au-dessus de l'air humide et un peu moins chaud. En raison de la forte dynamique et des cisaillements (en fait le vent souffle de sud-ouest en altitude même au-dessus de la zone à l'avant de la « dry line », alors que le vent au sol y souffle de sud-est ou de sud), les chances de percement de l'inversion sont grandes.

En effet, cette inversion va d'abord retarder la convection, puis toute l'énergie accumulée va pouvoir se décharger en un coup quelques heures plus tard, souvent en début de soirée, et former des cellules gigantesques, d'autant plus que du côté chaud, la tropopause se situe à des altitudes très élevées. Avec les cisaillements précités, le risque de supercellules, et donc de tornades et de fortes grêles, est très important. Le schéma de la page précédente, d'ailleurs, montre bien dans quelle portion du secteur chaud le risque de supercellules est le plus grand.



Crédit photo : **Samina Verhoeven – Belgorage**

Il faut encore savoir qu'en progressant vers l'est, le système se trouve au-dessus de plaines de plus en plus basses. La couche en dessous de l'inversion couvercle (qui garde à peu près son altitude) devient donc de plus en plus épaisse, pour atteindre près de 2000 mètres au-dessus du Missouri ou de l'est de l'Oklahoma. Là, des cumulus pourront aisément se former et, en cas de forte humidité, même s'étaler en stratocumulus. On risque donc avoir des développements orageux traîtres, au sein d'une atmosphère à allure plutôt monotone.

Sur l'ouest du Kansas ou de l'Oklahoma, ou au Texas, la plaine se situe largement au-dessus de 500 mètres d'altitude (et parfois au-dessus de 1000 mètres), la couche humide est donc plus mince, et aussi quelque peu desséchée par un long parcours sur les terres. Et là, tant que l'inversion résiste, nous aurons donc un ciel parfaitement bleu, puis, quand le couvercle cède, la possibilité d'avoir des supercellules de type LP, visibles de loin et très détaillées dans leurs structures, est très grand.



Crédit photo : **Samina Verhoeven – Belgorage**

Mais le risque que rien ne se passe, par manque d'humidité ou en raison de l'inversion trop forte (air désertique trop chaud) n'est pas négligeable non plus.

En moyenne, nous pouvons affirmer que plus on se rapproche du sommet du secteur chaud, plus on aura de chances de rencontrer des supercellules.

Au contraire, plus on s'en éloigne, plus les orages tendront à être multicellulaires, voire monocellulaires dans la partie méridionale de ce secteur chaud. Mais il existe une multitude d'exceptions, ce qui signifie qu'il ne faut pas trop se fier à cette règle-là.

Ajoutons enfin que les lignes de convergence préfrontale, en Amérique, ne ressemblent en rien aux lignes de convergence préfrontale européennes. En Europe, et plus particulièrement dans nos contrées, l'air très chaud et très sec est acheminé à l'avant de la ligne de convergence, par des vents de sud-est, tandis qu'à l'arrière, le vent tourne au sud-ouest ou à l'ouest, avec de l'air maritime plus frais. L'activité orageuse cesse donc après le passage de la ligne de convergence, et même le front froid qui suit est en général très affaibli.

Dans la Tornado Alley, les directions du vent autour de la ligne de convergence préfrontale sont certes à peu près les mêmes que chez nous, mais le vent de sud-est, là-bas, achemine de l'air certes chaud, mais humide, tandis que l'air sec et plus chaud encore se trouve à l'arrière de la convergence préfrontale.

Il n'est donc pas exclu, dans des conditions idéales, qu'il se mette à faire plus chaud après les orages qu'avant leur passage, avec un ciel qui se dégage très rapidement. Et toujours dans des conditions idéales, cet air chaud et sec pourra à nouveau s'imbiber de l'humidité laissée par les orages précédents et en générer ainsi de nouveaux. Alors, des supercellules peuvent se former les unes après les autres dans une même zone, avec de violents orages qui éclatent encore et encore, jusqu'à ce que le front froid mette fin à cette situation. Et si en plus, le front froid se met à onduler en restant au nord-ouest de la zone en question, des tornado outbreaks peuvent s'y produire pendant plusieurs jours consécutifs.

Il ne faut pas oublier non plus, aux États-Unis, que les fronts froids, eux aussi, peuvent être très virulents en raison des forts contrastes thermiques entre les différentes masses d'air. C'est là un aspect fondamentalement différent de l'Europe. Par contre, les phénomènes orageux qui tendent à se développer au nord du système (c'est-à-dire du côté froid) ressemblent plus à nos orages européens. Encore que... L'intense réchauffement du centre des États-Unis, des suites de la latitude fort basse, est toujours capable de générer un surplus d'instabilité avec des intempéries très violentes à la clé.

Notons enfin que de très beaux orages sont à même de se développer même en dehors de toute perturbation. La « dry line » à elle seule peut engendrer de puissantes supercellules, surtout dans sa partie orientale, là où l'inversion se trouve à la bonne altitude, avec le bon taux de mélange (air sec et air humide) dans la couche limite et avec la bonne instabilité tant en dessous qu'au-dessus de l'inversion.

Dans le courant du mois de juin, la saison des tornades se termine petit à petit pour l'Oklahoma, le Kansas et le nord du Texas. Deux raisons à cela :

- Les régions septentrionales du continent américain finissent par se réchauffer à leur tour, ce qui diminue le contraste avec les régions méridionales. Le jet stream s'affaiblit en moyenne, et remonte vers le nord, tandis que les perturbations frontales s'affaiblissent à leur tour.
- La mousson du Golfe du Mexique apporte de l'air un peu plus humide sur les déserts du sud-ouest, ce qui en atténue quelque peu la chaleur. D'autre part, les eaux du Golfe du Mexique continuent leur lent réchauffement, ce qui fait que dans le sud aussi, les contrastes s'atténuent. La « Texas dry line » s'estompe, ce qui fait que l'un des moteurs principaux pour la formation des tornades s'arrête de tourner.

5. Sources

- National Centers for Environmental Prediction, Weather Prediction Center
- Wikipedia : « Géographie des États-Unis »
- NOAA : « Clues from Climatology : When and Where Do Tornadoes Occur? »
- Rumination of Thunder (Blog)
- Wunderground
- OGIMET
- University of Wyoming
- California Regional Weather Server