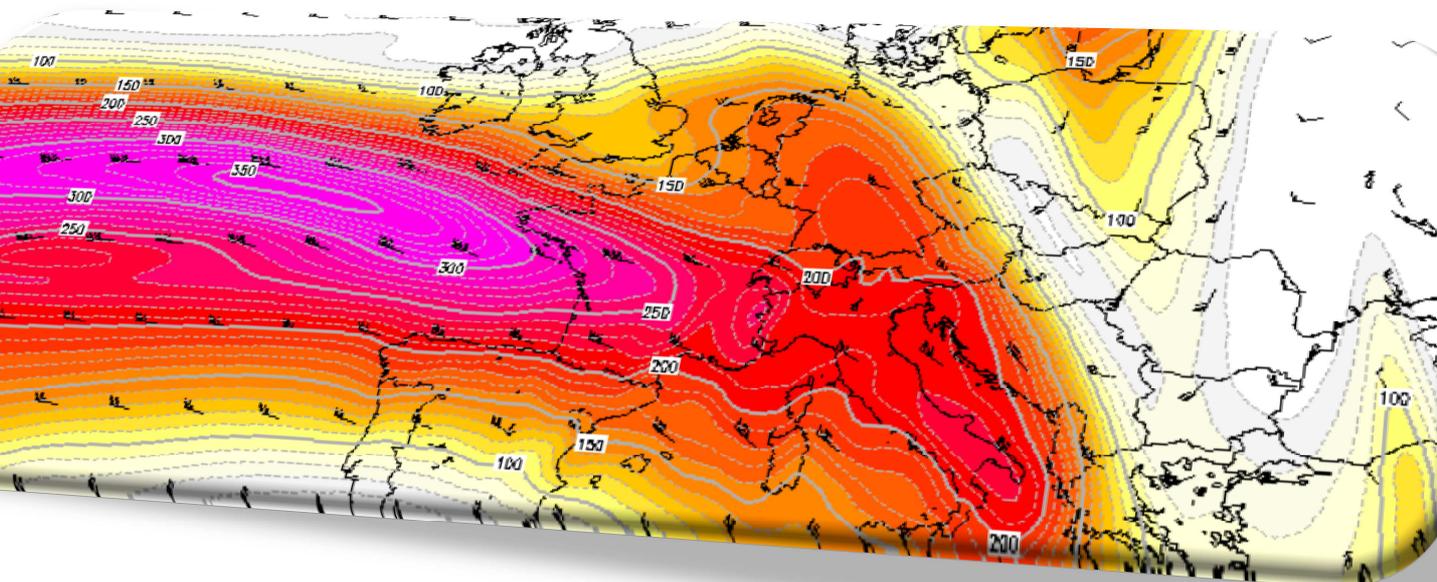
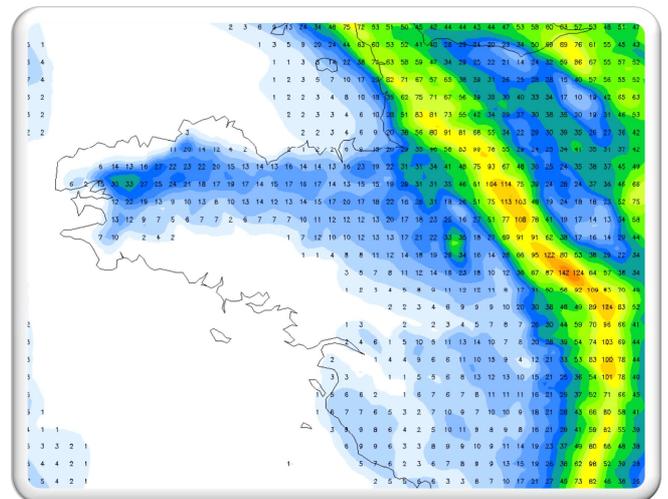
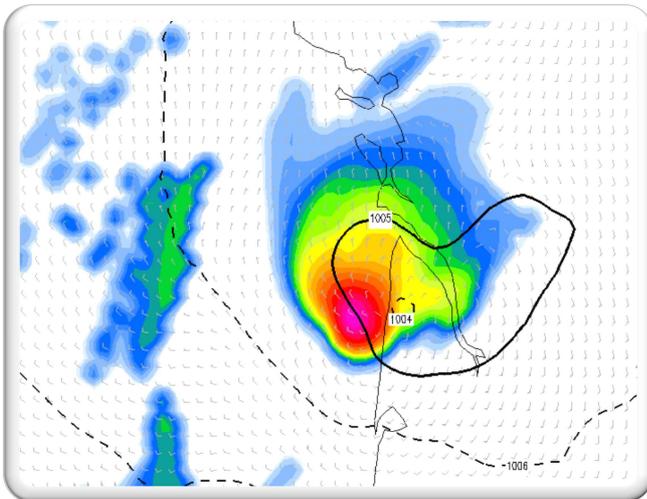


Le modèle WRF et la prévision des orages

Guide d'usage des champs diffusés par KERAUNOS



Ce guide synthétique a pour objectif de fournir un certain nombre d'informations relatives aux champs diffusés par KERAUNOS sur son site Internet et issus plus particulièrement de deux configurations du modèle numérique WRF, la première en résolution 8 km sur un domaine France, et la seconde en résolution 24 km sur un domaine Europe. Le but est ainsi de répondre aux attentes de celles et ceux qui sont désireux de mieux comprendre l'usage qui peut être fait des différents paramètres fournis.

Nous attirons toutefois l'attention sur le fait qu'il ne peut être question ici de détailler la méthodologie et les techniques de la prévision convective opérationnelle – le sujet nécessitant des développements bien plus étoffés -, mais plus modestement de préciser certains usages et clés d'interprétation propres à une sélection de champs techniques.

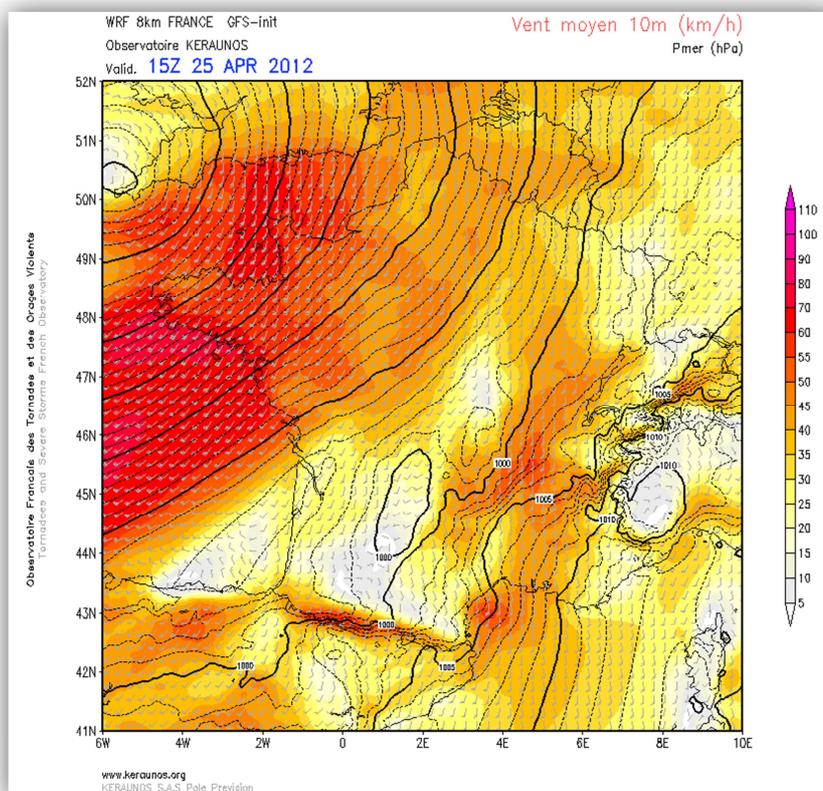
Température, humidité et vent

Même s'ils ne sont pas spécifiques à la prévision de la convection, certains paramètres utilisés de manière courante dans la prévision météorologique générale sont fournis en accès libre sur le site Internet de KERAUNOS.

Ces champs présentent pour la plupart d'entre eux des données brutes produites par le modèle et ne nécessitent pas d'explications particulières. Ils ne sont pas sans intérêt pour autant, car ils permettent d'évaluer entre autres la qualité de l'initialisation du modèle, ainsi que sa cohérence dans le scénario de prévision modélisé.

Les paramètres en question sont pour l'essentiel :

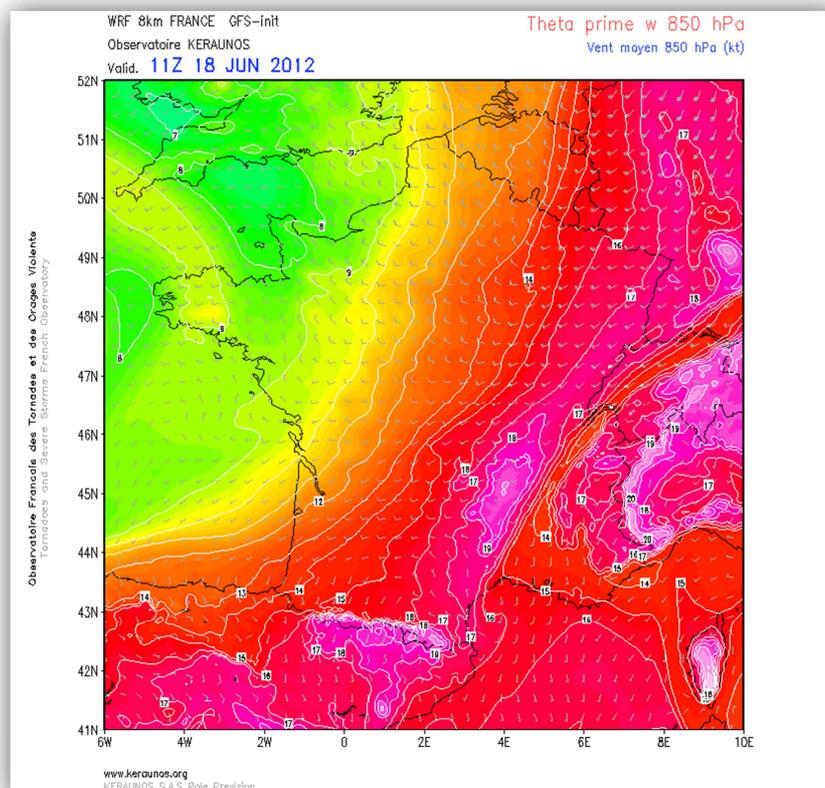
- la **température** à 2 mètres, au niveau du sol et à 850 hPa ;
- l'**humidité relative** à 2 mètres et à 700 hPa ;
- le **point de rosée** à 2 mètres et le **rapport de mélange** à 850 hPa ;
- les paramètres bio-météorologiques (**humidex**, **refroidissement éolien**) ;
- la **pression** réduite au niveau de la mer ;
- les **vents** à diverses altitudes.



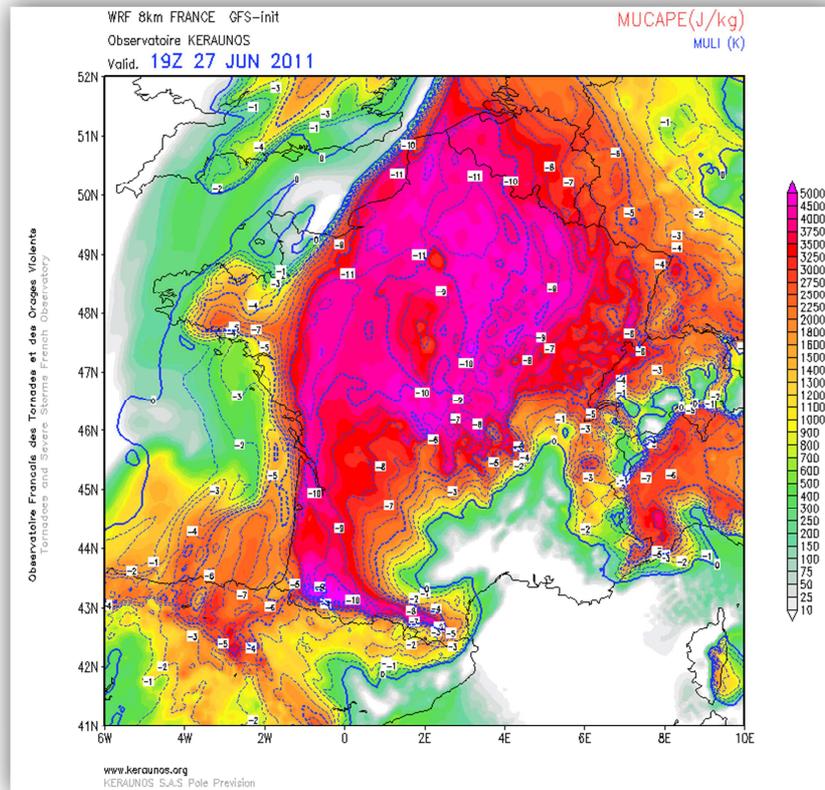
S'y ajoutent trois paramètres qui présentent un usage plus spécifique dans le cadre de la prévision de la convection :

- l'**eau précipitable** (PWAT – *Precipitable Water*) : ce paramètre exprimé en mm indique la quantité d'eau qui pourrait être obtenue si toute la vapeur d'eau contenue dans la colonne troposphérique était condensée et précipitée. Ce paramètre permet notamment d'évaluer le potentiel de précipitations extrêmes sous orages.
- la **Θ_e** (thêta e), ou température potentielle équivalente : elle indique la température qu'aurait une parcelle d'air soulevée adiabatiquement jusqu'à condensation de toute l'eau qu'elle contient, puis ramenée au niveau 1000 hPa en suivant une adiabatique sèche.
- la **Θ^w** (thêta prime w), ou température pseudo-adiabatique potentielle du thermomètre mouillé : elle indique la température qu'aurait une parcelle d'air soulevée adiabatiquement jusqu'à son niveau de condensation, puis ramenée au niveau 1000 hPa par un processus pseudo-adiabatique (la particule fictive restant saturée sans évaporation pendant toute sa descente).

La Θ_e et la Θ^w présentent l'intérêt d'être des grandeurs conservatrices, qui permettent dès lors de caractériser aisément les masses d'air. De manière générale, les hautes valeurs de thêta à l'étage inférieur (les champs fournis présentent ces paramètres à l'altitude géopotentielle 850 hPa, soit vers 1.500 mètres d'altitude) indiquent la présence d'un air chaud et humide en basses couches, ce qui tend à instabiliser les profils verticaux.



MUCAPE, MULI



La **CAPE** (pour *Convective Available Potential Energy*) quantifie, en J/kg, l'énergie convective disponible dans un profil atmosphérique donné. Elle impacte de manière directe les vitesses verticales qui peuvent être observées au sein des cellules convectives, et détermine par conséquent le potentiel orageux. Il s'agit, de fait, de la mesure la plus représentative de l'instabilité latente présente dans l'atmosphère.

Ce paramètre se calcule sur la base d'une parcelle d'air soulevée adiabatiquement depuis le sol, ou depuis toute autre altitude située généralement dans les basses couches (cf. paragraphe suivant). Lors de son ascension, cette parcelle d'air se refroidit à un rythme le plus souvent différent de celui observé dans l'environnement. Elle se retrouve dès lors plus froide (stabilité) ou plus chaude que l'air ambiant (instabilité). La **CAPE** représente la quantité d'énergie qu'aura cette parcelle d'air sur toute l'épaisseur atmosphérique où elle est plus chaude que son environnement. Elle sera en effet en état d'instabilité sur cette épaisseur et subira une accélération dirigée vers le haut (poussée d'Archimède), qui sera d'autant plus grande que l'écart de température entre la parcelle ascendante et l'environnement sera grand. La mesure de cet écart thermique à l'altitude géopotentielle 500 hPa (soit vers 5.500 mètres d'altitude environ) définit l'indice de soulèvement (**LI** – *Lifted Index*), qui est exprimé en degrés Kelvin. **CAPE** et **LI** procèdent ainsi d'une approche identique du profil atmosphérique, mais quantifient l'instabilité de manière différente.

Le calcul de la **CAPE** et du **LI** est fortement dépendant du choix de la parcelle d'air soulevée. En l'occurrence, lorsque la parcelle d'air soulevée est celle qui se situe au niveau du sol, le résultat obtenu constitue la **SBCAPE** (pour *Surface Based CAPE*) et le **SBLI** (pour *Surface Based LI*).

Lorsque la parcelle d'air soulevée est celle qui possède la température potentielle la plus élevée, le résultat obtenu constitue la **MUCAPE** (pour *Most Unstable CAPE*) et le **MULI** (pour *Most Unstable LI*). Ce sont ces deux valeurs qui sont présentées sur le champ de modèle fourni sur le site de KERAUNOS.

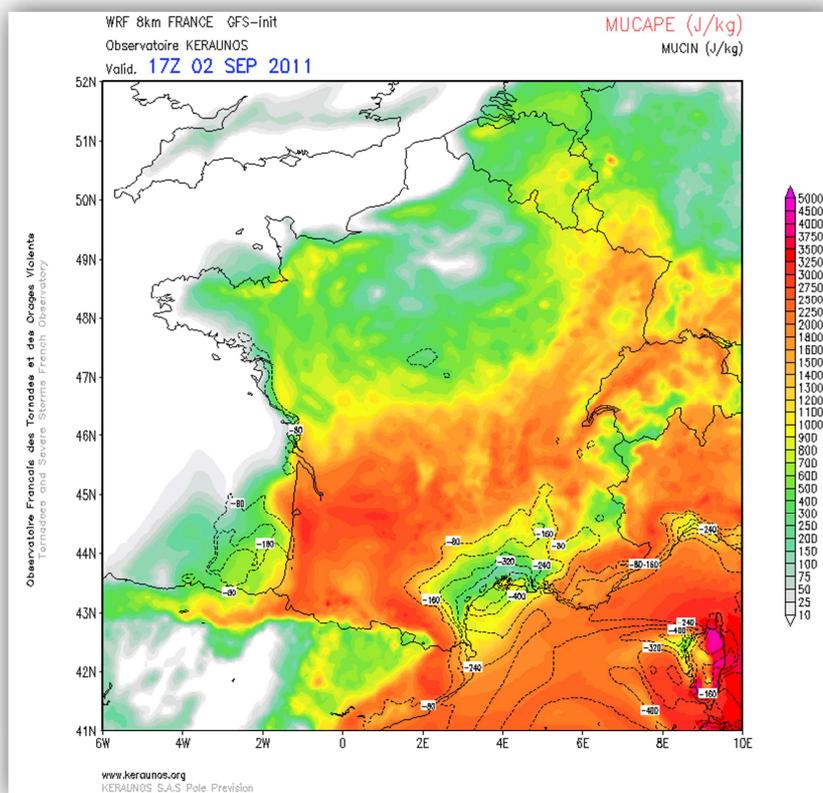
Grille d'interprétation générale des valeurs de MUCAPE

Valeurs	Signification générale
< 200 J/kg	Instabilité faible
200 à 1000 J/kg	Instabilité modérée
1000 à 2000 J/kg	Instabilité forte
2000 à 4000 J/kg	Instabilité très forte
> 4000 J/kg	Instabilité extrême

Grille d'interprétation générale des valeurs de MULI

Valeurs	Signification générale
-2 à 0 K	Instabilité faible
-4 à -2 K	Instabilité modérée
-6 à -4 K	Instabilité forte
-10 à -6 K	Instabilité très forte
< -10 K	Instabilité extrême

MUCIN



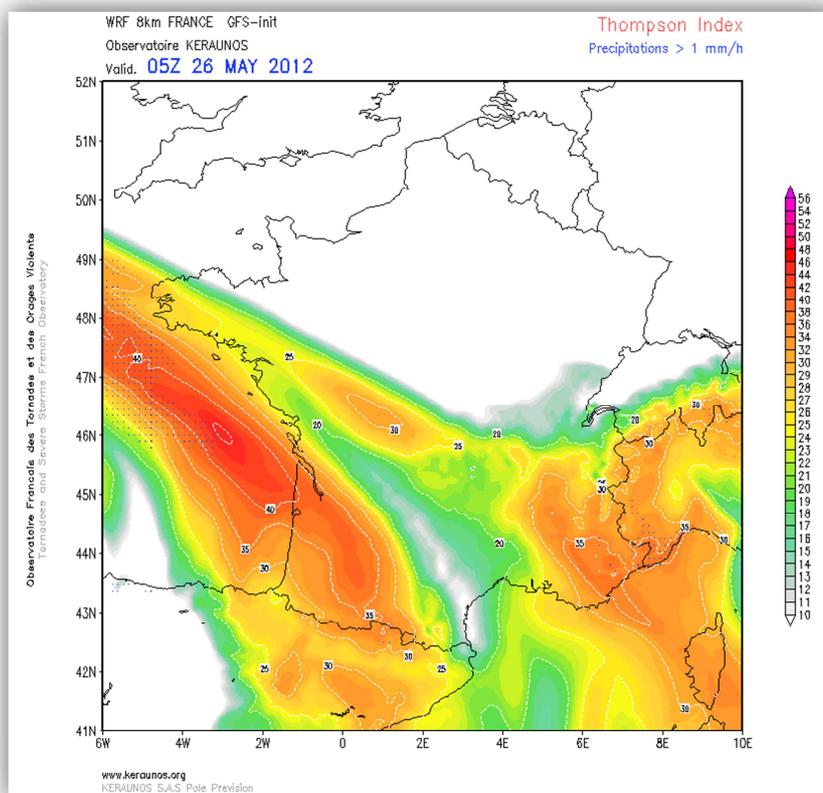
La **CIN** (*Convective INhibition*) quantifie, en J/kg, l'énergie nécessaire pour initier la convection, et plus précisément l'énergie nécessaire à une parcelle d'air pour atteindre le niveau de convection libre. La **CIN** reflète ainsi la présence ou non d'une inversion ou d'un « couvercle thermique » (dôme d'air chaud et sec près du sol) susceptibles d'inhiber la convection, et conséquemment le développement des orages.

La **SBCIN** se calcule sur le même principe que la SBCAPE, et la **MUCIN** sur le même principe que la MUCAPE. C'est cette dernière valeur qui est fournie sur le champ de modèle présenté sur le site de KERAUNOS. Ce paramètre figure en ligne tiretée de couleur noire.

Grille d'interprétation générale des valeurs de MUCIN

Valeurs	Signification générale
> - 20 J/kg	Inhibition faible
-50 à -100 J/kg	Inhibition modérée
-100 à -200 J/kg	Inhibition forte
< -200 J/kg	Inhibition très forte

THOMPSON INDEX



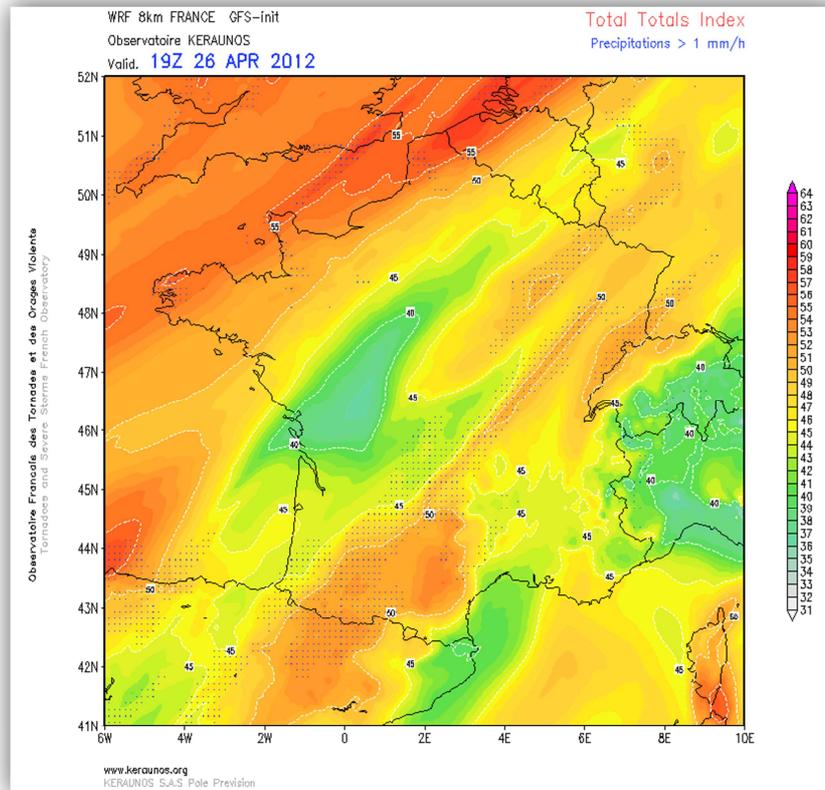
L'indice de Thompson (Thompson Index) a pour vocation de déterminer le potentiel d'orages sévères. Il prend en compte l'instabilité latente entre le sol et l'étage moyen, et présente des valeurs d'autant plus élevées que les gradients thermiques verticaux sont prononcés à l'étage moyen et que les apports en air humide sont importants entre 1500 et 3000 mètres d'altitude.

Cet indice est d'un usage courant en prévision convective opérationnelle.

Grille d'interprétation générale des valeurs du THOMPSON INDEX

Valeurs	Signification générale
< 20	Potentiel orageux faible
20 à 30	Potentiel orageux modéré
30 à 40	Potentiel orageux fort
40 à 50	Potentiel orageux très fort
> 50	Potentiel orageux extrême

TOTAL-TOTALS INDEX



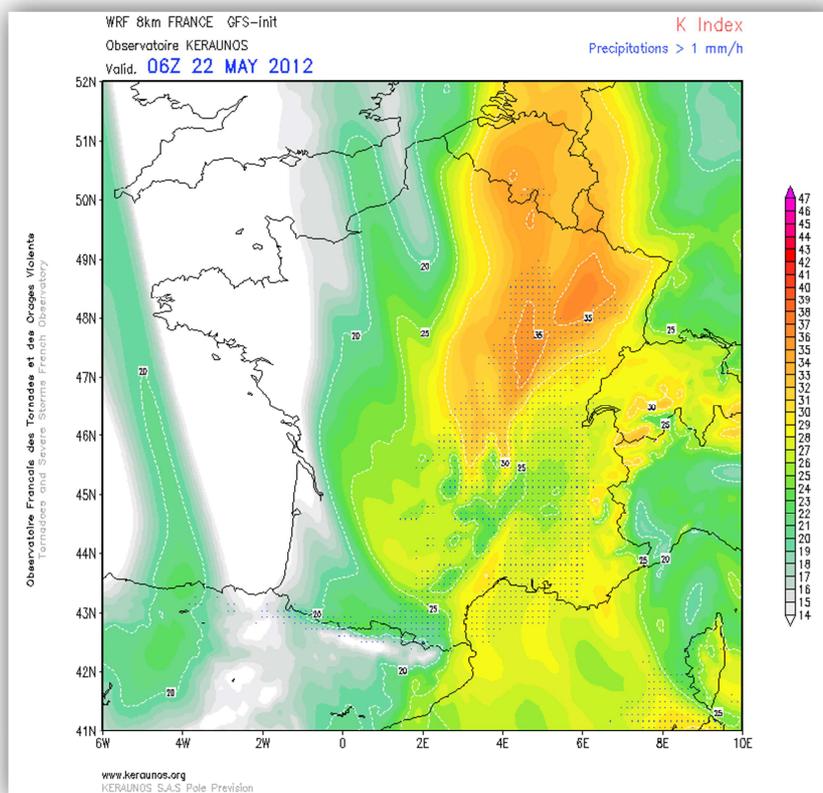
Le **Total-Totals Index** (TTI) est conçu pour évaluer l'instabilité à l'étage moyen, et plus précisément entre les niveaux 850 et 500 hPa. La valeur de l'indice sera d'autant plus élevée que le gradient thermique vertical sera resserré sur cette épaisseur et que des apports en air humide seront présents à 850 hPa.

Cet indice a notamment pour intérêt de permettre une analyse de l'instabilité en s'affranchissant des caractéristiques thermiques et hygrométriques des très basses couches.

Grille d'interprétation générale des valeurs du TOTAL-TOTALS INDEX

Valeurs	Signification générale
< 40	Instabilité faible
40 à 50	Instabilité modérée
50 à 55	Instabilité forte
55 à 60	Instabilité très forte
> 60	Instabilité extrême

K INDEX

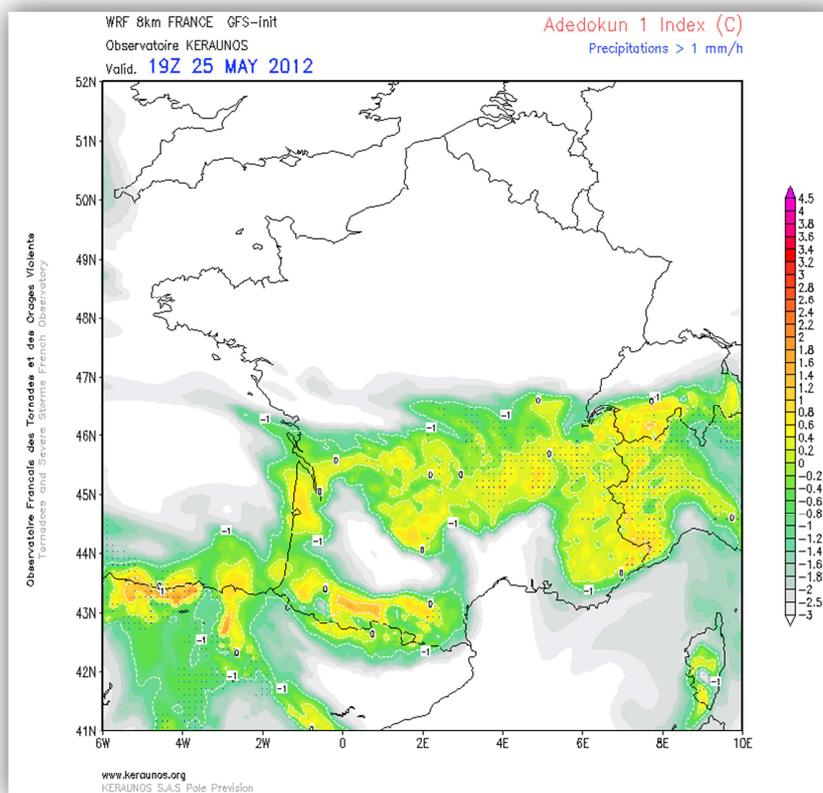


L'indice K (K Index) a une conception voisine de celle du Total-Totals Index et a la même vocation d'évaluation de l'instabilité à l'étage moyen. Sa particularité est néanmoins d'être sensible aux advections d'air humide à 700 hPa : plus l'étage moyen sera humidifié, plus les valeurs de l'indice seront accrues.

Grille d'interprétation générale des valeurs du K INDEX

Valeurs	Signification générale
< 25	Potentiel orageux faible
25 à 35	Potentiel orageux modéré
35 à 40	Potentiel orageux fort
40 à 45	Potentiel orageux très fort
> 45	Potentiel orageux extrême

ADEDOKUN 1 INDEX



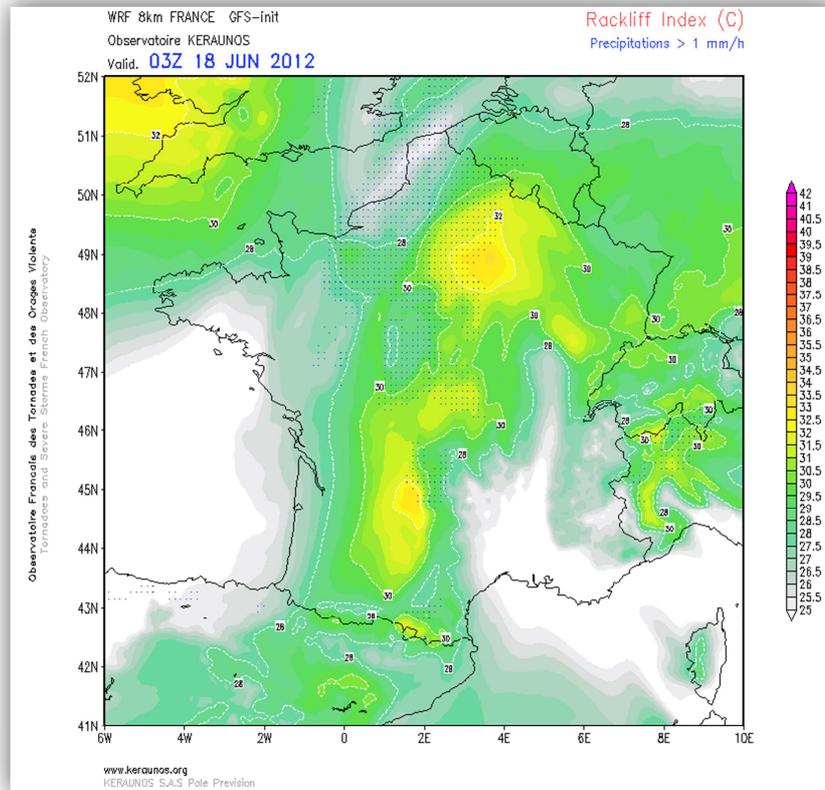
L'indice **Adedokun 1** a été mis au point en 1981 par Adedokun, afin notamment de contribuer à une meilleure prévision des précipitations convectives sur l'ouest du continent africain. Il a pour vocation d'évaluer l'instabilité latente à l'étage moyen, et plus précisément entre les niveaux 850 et 500 hPa.

Cet indice est testé depuis quelques années par KERAUNOS sur l'Europe en général et la France en particulier ; il a montré une certaine performance discriminante dans des configurations météorologiques estivales.

Grille d'interprétation générale des valeurs du ADEDOKUN 1 INDEX

Valeurs	Signification générale
< 0	Instabilité faible
0 à 2	Instabilité modérée
2 à 3	Instabilité forte
3 à 4	Instabilité très forte
> 4	Instabilité extrême

RACKLIFF INDEX



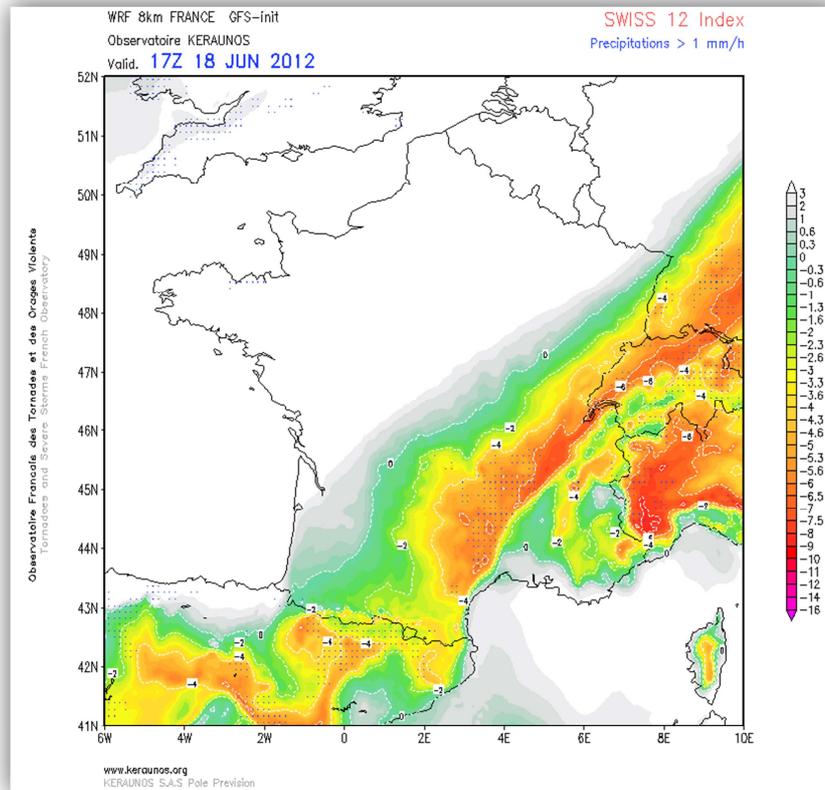
L'indice de Rackliff a pour vocation d'évaluer l'instabilité latente entre les basses couches, représentées par l'altitude géopotentielle 900 hPa, et l'étage moyen, intégré dans l'indice via la température à 500 hPa.

Il est utilisé par KERAUNOS en indice complémentaire dans les situations convectives de masse d'air froid.

Grille d'interprétation générale des valeurs de RACKLIFF INDEX

Valeurs	Signification générale
< 28	Instabilité faible
28 à 33	Instabilité modérée
33 à 37	Instabilité forte
37 à 40	Instabilité très forte
> 40	Instabilité extrême

SWISS 12 INDEX



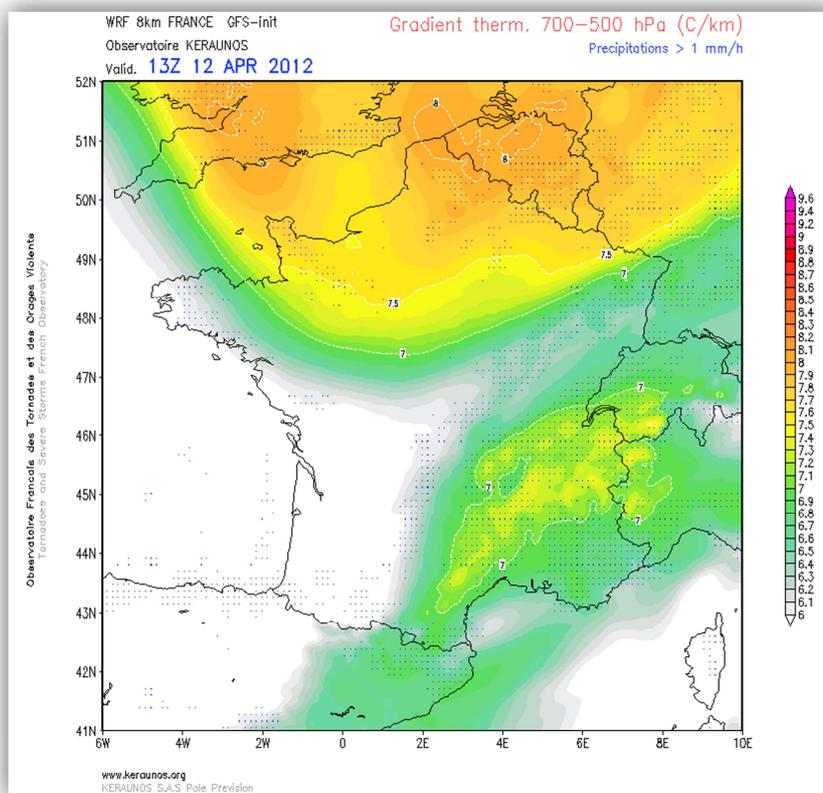
L'indice **SWISS 12**, conçu par Huntrieser (*Weather and Forecasting*, 1997), a pour vocation première d'évaluer le risque orageux en Suisse sur la base des radiosondages réalisés en région helvétique à 12Z chaque jour.

La conception de cet indice le rend surtout utile en zone de relief, mais l'intégration simultanée qu'il propose de l'instabilité verticale, de l'humidité à 650 hPa et des cisaillements entre le sol et 3 km d'altitude lui donnent des vertus diagnostiques applicables en région de plaine également.

Grille d'interprétation générale des valeurs du SWISS 12 INDEX

Valeurs	Signification générale
-2 à 0	Potentiel orageux faible
-5 à -2	Potentiel orageux modéré
-8 à -5	Potentiel orageux fort
-12 à -8	Potentiel orageux très fort
< -12	Potentiel orageux extrême

GRADIENT VERTICAL 700-500 HPA

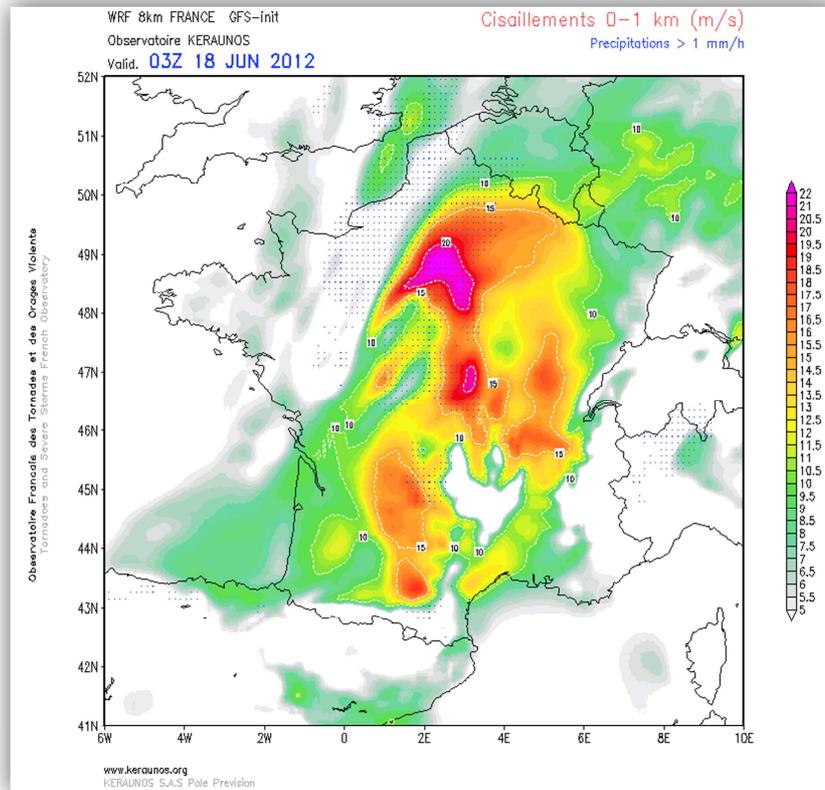


Le **gradient thermique vertical sur l'épaisseur 700-500 hPa** permet d'évaluer la capacité du profil vertical à l'étage moyen à supporter une convection intense. En effet, en situation hivernale comme estivale, la présence de gradients thermiques resserrés à ces altitudes permet généralement de favoriser une convection profonde à la fois durable et vigoureuse.

Grille d'interprétation générale des valeurs du GRADIENT VERT. 700-500

Valeurs	Signification générale
< 6°C / km	Gradient lâche
6 à 7°C / km	Gradient modérément resserré
7 à 8 °C / km	Gradient resserré
8 à 9°C / km	Gradient très resserré
> 9°C / km	Gradient extrêmement resserré

CISAILLEMENT 0-1 KM

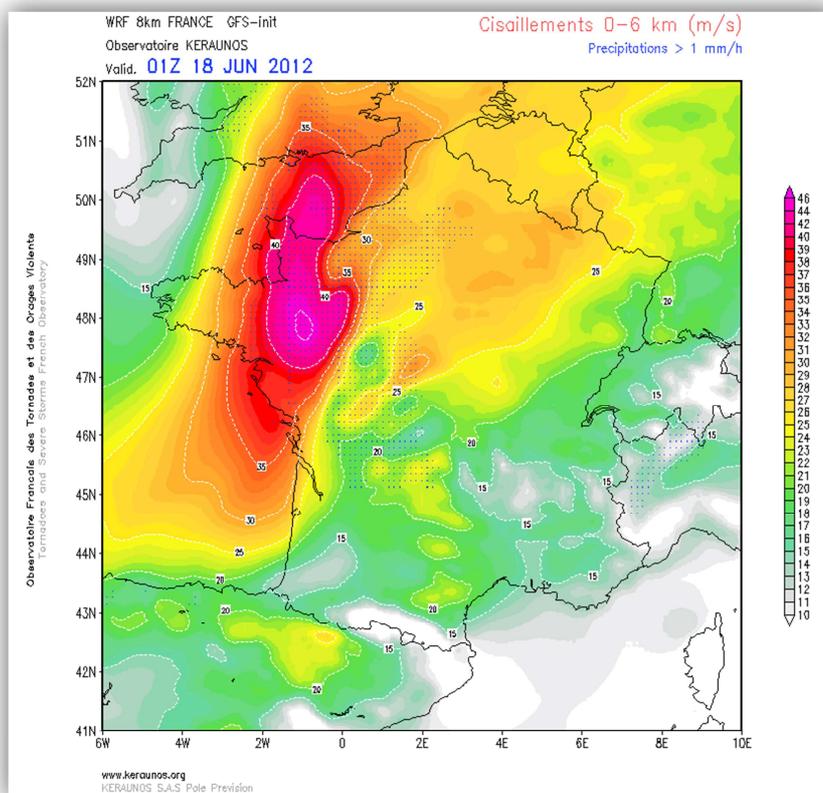


Les **cisaillements sur l'épaisseur 0-1 km**, exprimés en m/s, sont fonction de la différence entre la direction et la vitesse du vent au sol, et celles prévues à 1 km d'altitude. L'usage de ce paramètre est entre autres pertinent pour évaluer le risque de tornade : sous réserve que la configuration soit favorable, plus les cisaillements 0-1 km seront intenses, plus grand sera le risque de voir se former une tornade.

Grille d'interprétation générale des valeurs du CISAILLEMENT 0-1 KM

Valeurs	Signification générale
< 8 m/s	Cisaillements faibles
8 à 15 m/s	Cisaillements modérés
15 à 18 m/s	Cisaillements forts
18 à 22 m/s	Cisaillements très forts
> 22 m/s	Cisaillements extrêmes

CISAILLEMENT 0-6 KM

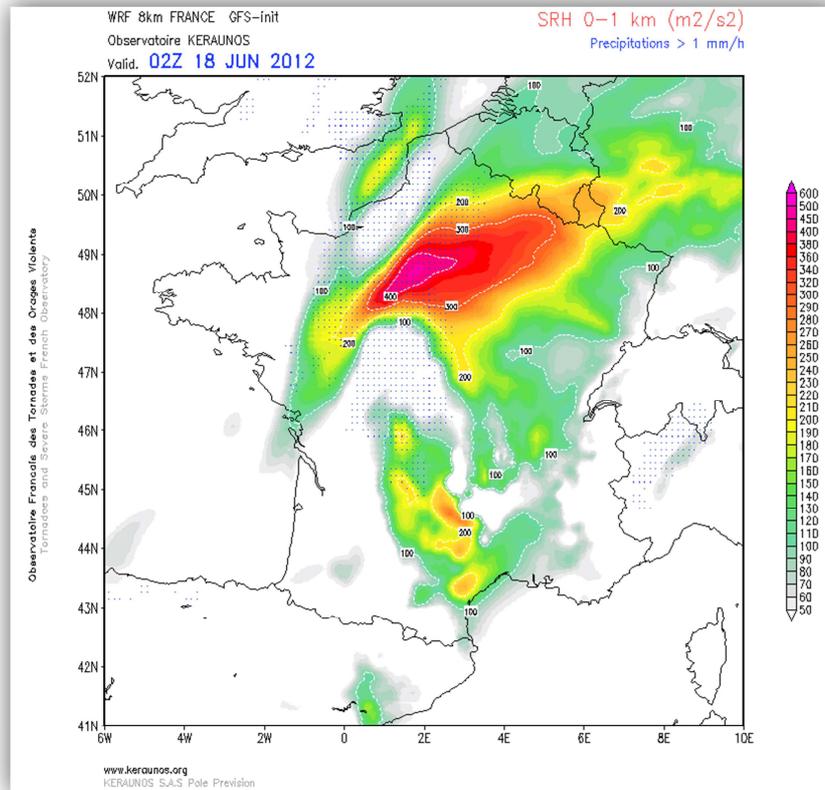


Les **cisaillements sur l'épaisseur 0-6 km**, exprimés en m/s, sont fonction de la différence entre la direction et la vitesse du vent au sol, et celles prévues à 6 km d'altitude. L'usage de ce paramètre est entre autres pertinent pour déterminer la structure des cellules convectives susceptibles de se développer : sous réserve que la configuration soit favorable, plus les cisaillements 0-6 km seront intenses, plus la proportion d'orages multicellulaires et supercellulaires sera significative.

Grille d'interprétation générale des valeurs du CISAILLEMENT 0-6 KM

Valeurs	Signification générale
< 10 m/s	Cisaillements faibles
10 à 20 m/s	Cisaillements modérés
20 à 30 m/s	Cisaillements forts
30 à 45 m/s	Cisaillements très forts
> 45 m/s	Cisaillements extrêmes

SRH 0-1 KM



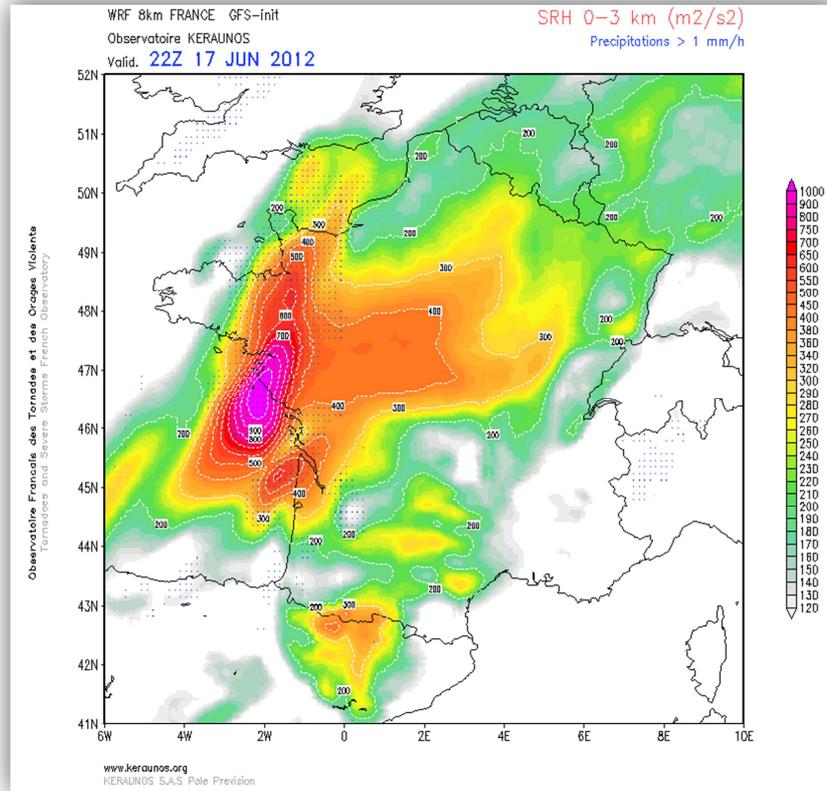
L'hélicité relative (SRH – *Storm Relative Helicity*), exprimée en m^2/s^2 , est une mesure de la quantité de tourbillon horizontal présent en un point donné, calculée non pas sur la base du vent réel, mais en considérant le vent relatif au déplacement moyen des cellules convectives. Ce paramètre permet d'évaluer la propension d'une cellule convective à créer du tourbillon d'axe vertical, par redressement du tourbillon d'axe préalablement horizontal présent dans l'environnement.

Sous réserve que la configuration soit favorable, plus la **SRH 0-1 km** sera élevée, plus le risque de tornade sera significatif.

Grille d'interprétation générale des valeurs de la SRH 0-1 KM

Valeurs	Signification générale
< 80 m^2/s^2	Hélicité relative faible
80 à 150 m^2/s^2	Hélicité relative modérée
150 à 300 m^2/s^2	Hélicité relative forte
300 à 500 m^2/s^2	Hélicité relative très forte
> 500 m^2/s^2	Hélicité relative extrême

SRH 0-3 KM



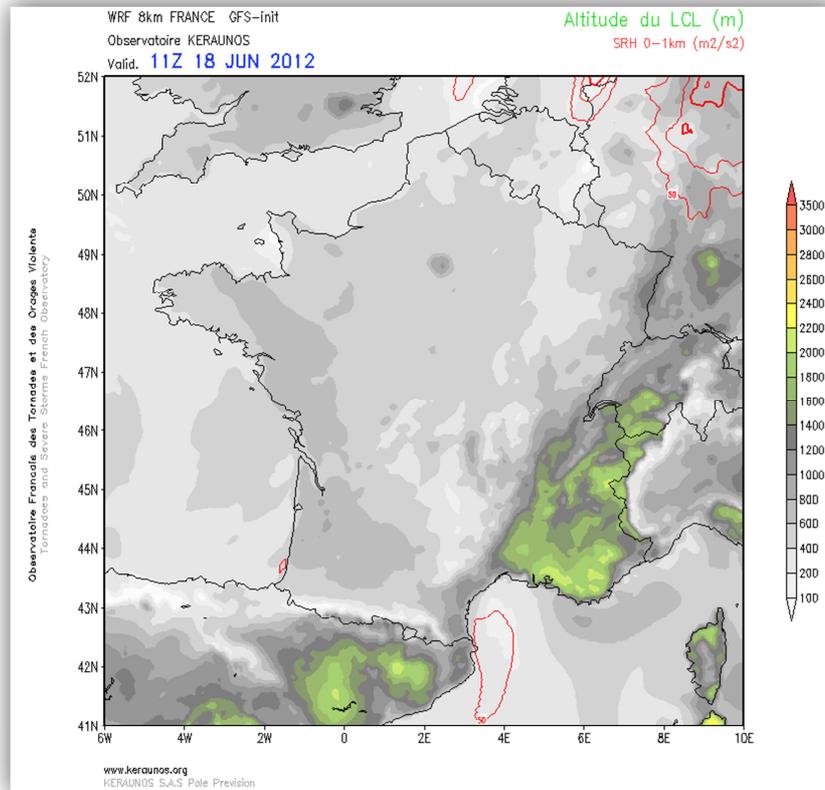
L'**hélicité relative** (SRH – *Storm Relative Helicity*), exprimée en m^2/s^2 , est une mesure de la quantité de tourbillon horizontal présent en un point donné, calculée non pas sur la base du vent réel, mais en considérant le vent relatif au déplacement moyen des cellules convectives. Ce paramètre permet d'évaluer la propension d'une cellule convective à créer du tourbillon d'axe vertical, par redressement du tourbillon d'axe préalablement horizontal présent dans l'environnement.

Sous réserve que la configuration soit favorable, plus la **SRH 0-3 km** sera élevée, plus le risque de formation d'un ou plusieurs mésocyclones sera significatif.

Grille d'interprétation générale des valeurs de la SRH 0-3 KM

Valeurs	Signification générale
< 150 m^2/s^2	Hélicité relative faible
150 à 300 m^2/s^2	Hélicité relative modérée
300 à 500 m^2/s^2	Hélicité relative forte
500 à 800 m^2/s^2	Hélicité relative très forte
> 800 m^2/s^2	Hélicité relative extrême

NIVEAU DE CONDENSATION (LCL)

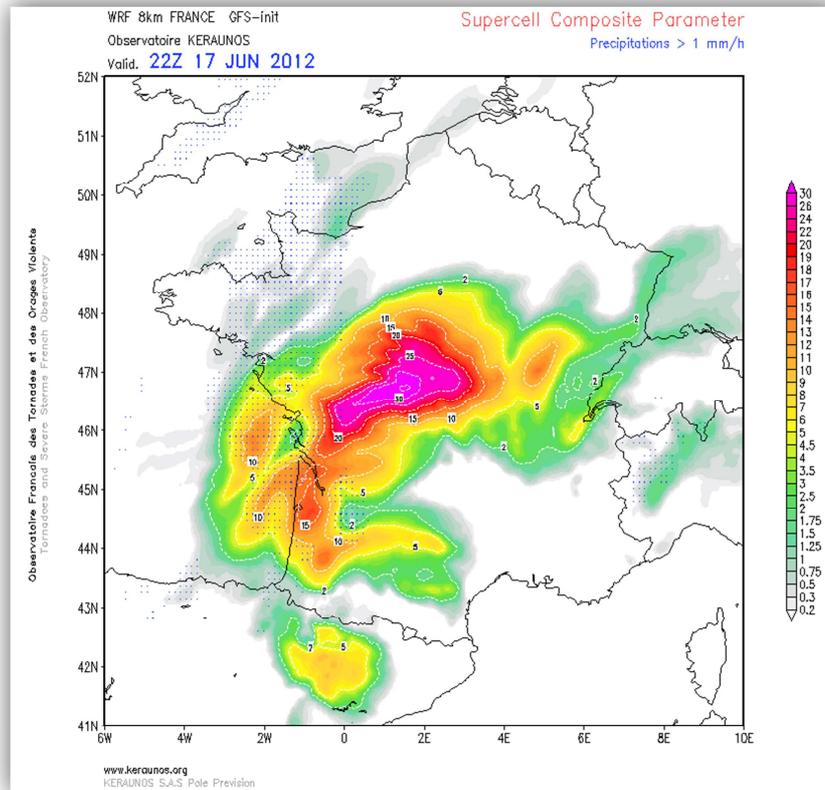


Le **niveau de condensation par soulèvement** (LCL – *Lifted Condensation Level*), exprimé en mètres, désigne l'altitude à laquelle une parcelle d'air soulevée adiabatiquement depuis le sol aura une humidité relative égale à 100%. L'expérience montre que des niveaux de condensation bas sont susceptibles d'accroître la sévérité de la convection et des phénomènes liés, sous réserve que la situation synoptique et de méso-échelle y soit favorable.

Grille d'interprétation générale des valeurs du LCL

Valeurs	Signification générale
< 500 m	Niveau de condensation très bas
500 à 1000 m	Niveau de condensation bas
1000 à 2000 m	Niveau de condensation standard
2000 à 3000 m	Niveau de condensation élevé
> 4000 m	Niveau de condensation très élevé

SUPERCCELL COMPOSITE PARAM.



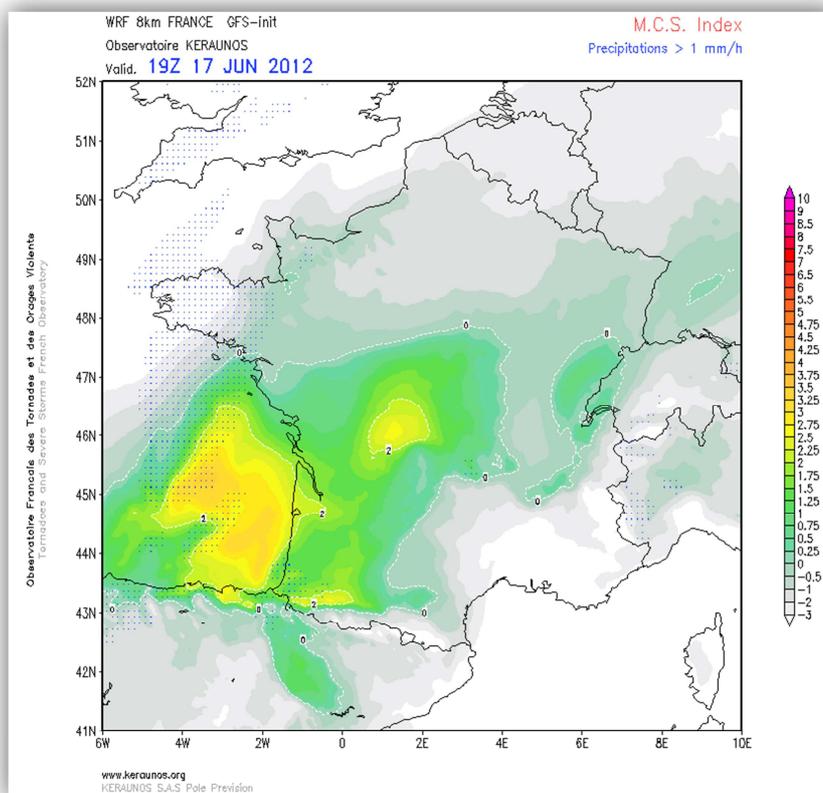
Le **Supercell Composite Parameter** (SCP) est un indice composite qui a vocation à évaluer le potentiel de développement supercellulaire. Il prend notamment en compte l'instabilité latente (CAPE), les cisaillements profonds et l'hélicité relative dans les basses couches. Sa formulation n'est pas unique et plusieurs variantes de cet indice existent.

La formule du **SCP** utilisée par KERAUNOS, et rendue disponible sur les champs fournis sur le site Internet, a été spécifiquement développée pour être adaptée au contexte climatologique français.

Grille d'interprétation générale des valeurs du SCP

Valeurs	Signification générale
< 2	Potentiel faible
2 à 7	Potentiel modéré
7 à 15	Potentiel fort
15 à 25	Potentiel très fort
> 25	Potentiel extrême

MCS INDEX

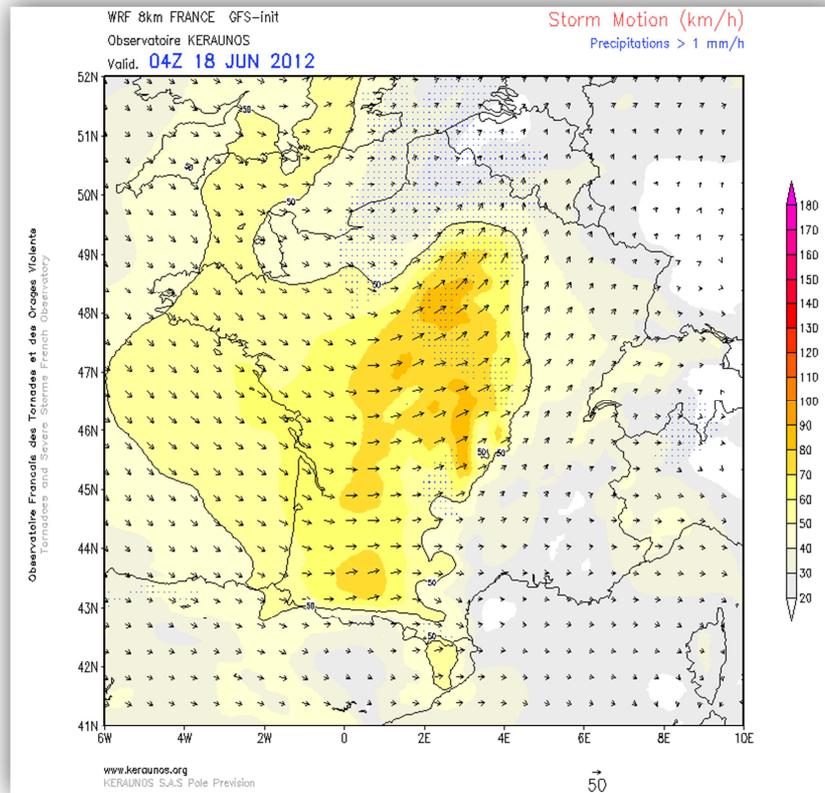


Le **MCS Index** est un indice composite qui a vocation à évaluer le potentiel de constitution de MCS (*Mesoscale Convective System*), à savoir de systèmes convectifs étendus et à durée de vie longue. Il prend notamment en compte l'instabilité latente, les cisaillements profonds et les advections thermiques à l'étage moyen.

Grille d'interprétation générale des valeurs du MCS INDEX

Valeurs	Signification générale
< 2	Potentiel faible
2 à 5	Potentiel modéré
5 à 8	Potentiel marqué
> 8	Potentiel très marqué

STORM MOTION



Ce champ présente la vitesse et la direction de déplacement des cellules orageuses (**Storm Motion**), sous forme de vecteurs et de plages de couleurs libellées en km/h. Ces éléments sont calculés sur la base des profils verticaux simulés par le modèle.

Grille d'interprétation générale des valeurs du STORM MOTION

Valeurs	Signification générale
< 40 km/h	Déplacement lent
40 à 70 km/h	Déplacement standard
70 à 100 km/h	Déplacement rapide
> 100 km/h	Déplacement très rapide



© KERAUNOS – Tous droits réservés. *Reproduction interdite, même partiellement.*

Juin 2012

