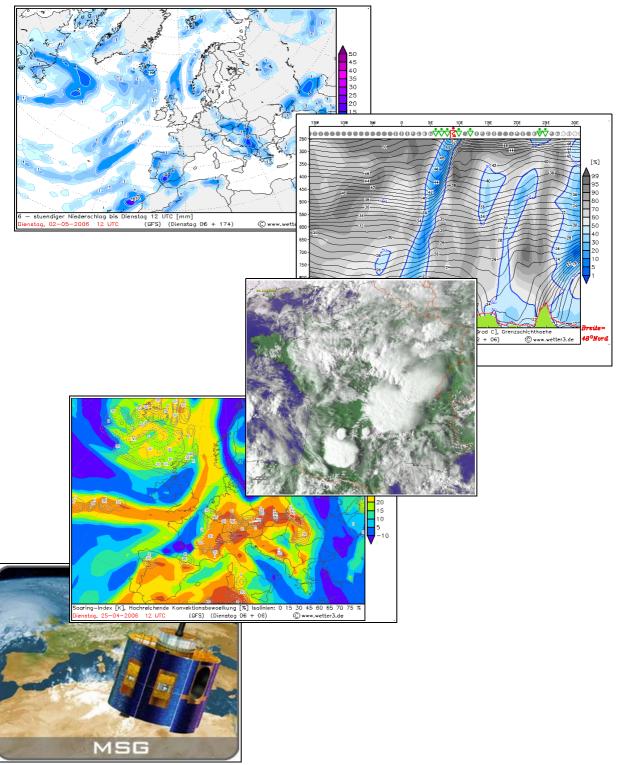
DOSSIER : COMMENT DEBUTER DANS L'INTERPRETATION DES MODELES ?

Par Arnaud M.



Ce dossier est destiné aux personnes intéressées par la météorologie, et désirant interpréter les cartes fournies par le modèle numérique américain GFS. Toutes les illustrations (sauf mention contraire) sont issues de l'excellent site :

- -Mais avant d'entamer l'analyse des cartes, il est nécessaire de connaître quelques particularités :
- -Vous avez pu remarquer que les paramètres météorologiques sont parfois décrit à un certain "niveau" : typiquement 850, 700, 500 et 300hPa. Il faut savoir que ces niveaux correspondent en fait à des altitudes. En effet, on sait que la pression diminue plus ou moins régulièrement au fur et à mesure que l'on s'élève (environ 1hPa de perdu pour une élévation de 8m). En moyenne, l'altitude d'une surface isobare (par exemple 500hPa) reste constante (on parle d'atmosphère "standard"), on peut donc s'aider au début d'un tableau de correspondance entre pression et altitude :

1013hPa=Niveau de la mer

900hPa=990m

850hPa=1460m

800hPa=1950m

700hPa=3000m

600hPa=4200m

500hPa=5500m

400hPa=7200m

300hPa=9200m

250hPa=10400m (niveau moyen de la tropopause)

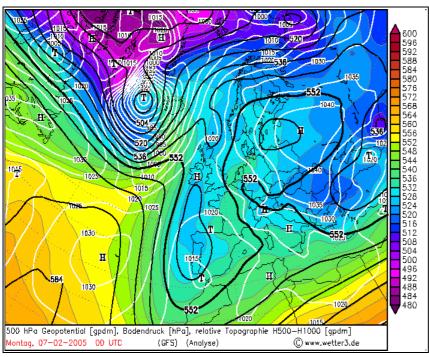
200hPa=12000m

Au-delà, on entre dans la stratosphère, et cette couche de l'atmosphère ne nous intéresse pas, car les phénomènes météorologiques se situent entre le sol et la tropopause (~10000/11000m).

PARTIE **A**: Les cartes classiques (horizontales).

1°) La pression ramenée au niveau de la mer (SLP ou encore MSLP).

- -Tout d'abord, il faut rappeler que cette valeur de pression a pour but corriger celles des baromètres disposés en altitude (même très légère), afin de déterminer la pression qu'il ferait si le baromètre était au niveau de la mer. Cette correction est indispensable pour faire abstraction du relief en fait.
- -Les cartes de pression au niveau de la mer sont indispensables en météorologie. Elles permettent de localiser les zones de basse pression (dépression) et celles de haute pression (Anticyclone). De plus, en appliquant la loi de Buys-Ballot, on peut déterminer avec une assez grande précision la direction du vent en un point : La direction du vent épouse à peu près la forme des lignes d'égale pression (lignes isobares). Pour le sens du vent maintenant, il faut simplement savoir que le vent tourne dans le sens inverse des aiguilles d'une montre autour d'une dépression (notées T sur la carte suivante), dans le sens des aiguilles d'une montre autour d'un anticyclone (notés H sur la carte suivante). Attention tout de même, cette règle n'est vraie qui si l'on se situe dans l'hémisphère nord, et est inversée si l'on passe dans l'hémisphère sud. La vitesse du vent quant à elle, est inversement proportionnelle à l'écartement des isobares.
- -Un œil exercé pourra immédiatement reconnaître la position des front avec une simple carte de pression, sans même passer par d'autres paramètres, comme la température potentielle à 850hPa ou l'épaisseur.



-Ci-contre, voici un exemple de carte comportant le paramètre « pression au niveau de la mer ». Les isobares sont représentées par les lignes blanches cotées de 5 en 5hPa. En appliquant la règle de Buys-Ballot, on peut deviner que le vent souffle du sud en Islande (en fait ce n'est pas tout à fait exact, car la force de frottement oblige le vent à « couper » les isobares selon un angle de 20/25° en direction des basses pressions), et aussi qu'il doit souffler très intensément, peut être même en tempête, si on en juge par le très faible

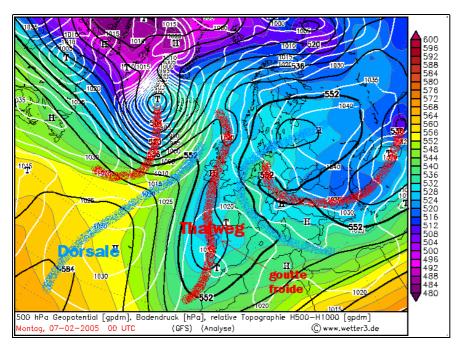
écartement des isobares. En France, le temps est beaucoup plus calme, car les isobares sont très espacées entre elles. On appelle ce genre de zone une zone de « marais barométrique ». Le vent y est faible et assez variable en direction.

-La carte de pression au sol est donc un grand classique (peut être même la carte de base) que tout prévisionniste utilise sans aucune modération. C'est une carte très intéressante pour débuter l'étude des modèles numériques.

2°) Le Géopotentiel de la surface 500hPa.

-Le géopotentiel : voici un terme typiquement météorologique et assez abstrait. En fait, on pourrait le traduire comme suit : le géopotentiel d'une surface x hPa est l'altitude à laquelle on retrouve cette surface de x hPa. Par exemple, en moyenne, l'altitude de la surface 500hPa est de 5500m. Mais ce n'est qu'une moyenne ! En effet, cette altitude peut varier aussi bien que la pression ramenée au niveau peut varier également.

-D'ailleurs, l'utilisation des cartes de géopotentiel est aussi simple d'utilisation que les cartes de pression au niveau de la mer : les altitudes élevées d'une surface isobare sont comparables aux anticyclones d'une carte de pression au niveau de la mer, alors que les zones d'altitude basse sont comparables aux dépressions d'une carte de pression au sol. De plus, la règle de Buys-Ballot évoquée plus haut s'applique de la même façon.



-Les lignes d'égale altitude s'appellent les isohypses (encore un terme savant), sont cotées en dam, et sont repérables sur la carte ci-dessous (la même que la première) : ce sont les lignes noires. On devine que le vent souffle qui souffle au-dessus de Madrid, n'est pas très fort (isohypses espacées), et vient du sud.

-On va maintenant essayer de se familiariser rapidement aux différentes configurations de base des isohypses, et repérer des termes qui reviennent très souvent en météorologie : les thalwegs et dorsales. Par définition, un thalweg est « l'excroissance d'une zone de bas géopotentiel », c'est à dire un endroit où les bas géopotentiels ont tendance à s'engouffrer vers le sud (lignes rouges). Les thalwegs sont souvent synonymes d'instabilité et de temps perturbé. Il n'est pas rare que ces thalwegs descendent tellement vers le sud qu'ils finissent par s'isoler en goutte froide ; les isohypses forment alors un cercle, et les champs température en altitude indiquent que l'air est plus froid dans la goutte froide qu'aux alentours (d'où son nom) : ce genre d'isolement peut conduire à des orages, car l'air devient instable avec l'arrivée d'air froid en altitude. A contrario, une dorsale est « l'excroissance d'une zone de hauts géopotentiels », donc un endroit où les hauts géopotentiels ont tendance à s'engouffrer vers le nord (lignes bleues). Ces endroits sont plutôt synonymes de beau temps.

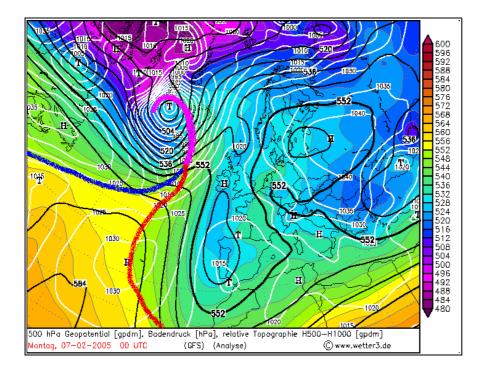
3°) Les cartes d'épaisseur

-Nous savons maintenant ce qu'est le géopotentiel... Il convient de connaître une autre notion : l'épaisseur entre 2 surfaces isobares. Sur les 2 cartes précédentes, c'est l'épaisseur entre les surfaces 500 et 1000hPa qui est représentée par les plages colorées, c'est à dire la différence d'altitude entre l'altitude de la surface 500hPa et celle de la surface 1000hPa.

-Or, cette épaisseur est tout simplement reliée à la température par la relation suivante :

Epaisseur = Z500-Z1000 = 67,445*T*log(500/1000).

-> Où T est la température moyenne de la couche 500/1000hPa.



-On en déduit que l'épaisseur d'une couche de l'atmosphère est proportionnelle à la température moyenne de cette couche (si on néglige l'humidité, car ce n'est pas tout à fait la température qui compte, mais la température virtuelle, qui change aussi avec l'humidité). C'est pourquoi les champs d'épaisseur peuvent être interprétés comme des cartes de la température en altitude. Ce paramètre est pratique pour localiser les fronts assez facilement : ils ne sont pas tout à fait là où le gradient d'épaisseur est le plus élevé, mais un petit peu décalés vers les hautes valeurs d'épaisseur (front chaud en rouge, front froid en bleu, front occlus en violet) :

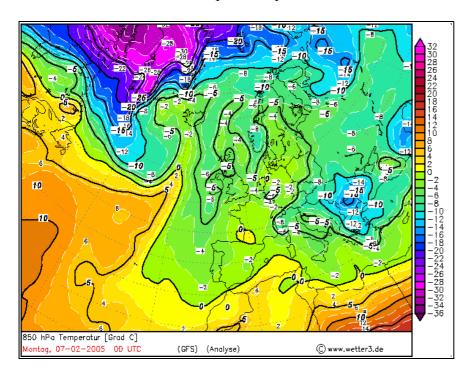
-Les cartes d'épaisseur peuvent aussi s'avérer utiles pour la prévision de la neige. Par exemple, une épaisseur de la couche 1000/850hPa inférieure à 1281m (valeur trouvée par calcul) laisse espérer un bon risque de neige en plaine. Mais ce n'est pas un moyen infaillible, loin de là.

4°) La température à 850hPa.

- -Voici un autre paramètre, qui va nous permettre d'estimer grosso modo la température maximale au sol. En effet, une expérience personnelle (et vérifiée par la théorie) montre qu'il est possible d'évaluer la température au sol en fonction de celle à 850hPa (=1500m d'altitude), en rajoutant entre 9 et 13°C généralement :
- +9°C pour un ciel entièrement couvert
- +11°C pour un ciel « mitigé »
- +13°C pour un grand soleil

Nota : On peut aussi s'aider des champs d'humidité en altitude pour déterminer la correction à apporter.

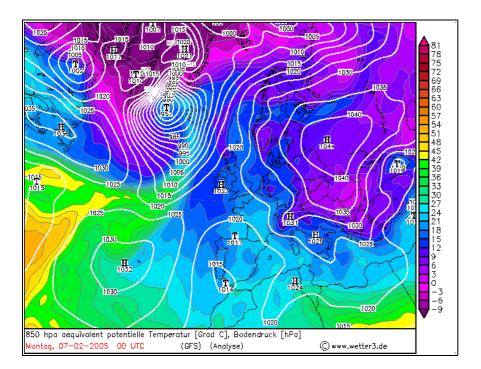
- -Cette méthode est probablement très aléatoire selon les régions, mais marche assez bien pour moi (habitant en Bretagne). J'ai souvent eu d'excellents résultats, mais le « feeling » est aussi très important.
- -Evidemment, la carte de température à 850hPa peut être utilisée pour d'autres choses : repérer la trace des fronts à cette altitude par exemple.



-Sur cette carte, la température à 850hPa est représentée par les plages colorées.

5°) La température potentielle à 850hPa.

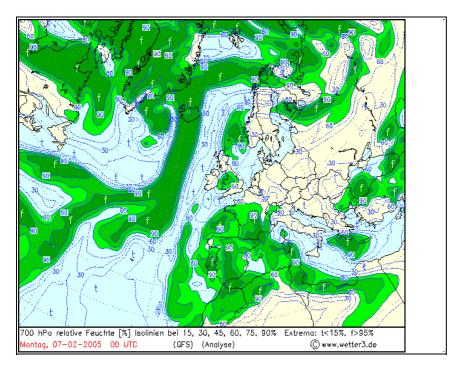
- -Pour comprendre la température potentielle, on peut se rappeler de cette expression, que j'ai entendu récemment sur un forum météo, et qui m'a beaucoup plu : « la température potentielle est à la température ce que la pression au niveau de la mer est à la pression au sol ». C'est à dire une valeur virtuelle car non mesurable, mais calculable.
- -On sait en effet que la température descend quand on prend de l'altitude... Donc qu'elle monte quand on descend en altitude. Et bien la température d'une particule d'air à 850hPa est la température que prendrait cette particule si on l'obligeait à descendre vers le niveau 1000hPa (sans échanges de chaleur avec son environnement, et à condition que l'air ne soit pas saturé).
- -Mais passons maintenant la théorie. Il faut surtout savoir que ce paramètre est utilisé pour tracer les fronts : il sont signalés par les zones où le gradient de température potentielle est très élevé. Vous pouvez comparer cette carte avec celle diffusée au-dessus, où les front ont déjà été tracé.



-Cette valeur est parfois utilisée pour d'autres choses (prévision d'orages). Mais nous ne nous y intéresserons pas dans ce dossier.

6°) L'humidité relative à 700hPa

-Nous ne nous attarderons pas sur ce paramètre, car il est très simple d'interprétation : des valeurs élevées de l'humidité relative en altitude permettent de se donner une idée de la répartition des masses nuageuses. Plus l'humidité est élevé (plages colorées vertes), plus le temps s'annonce nuageux.

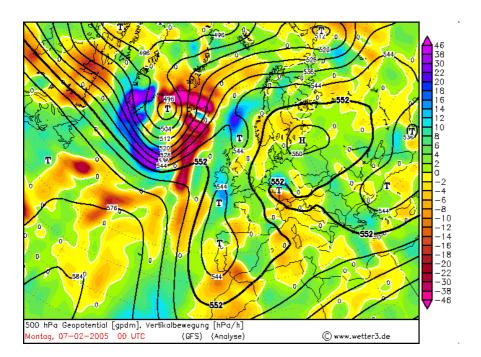


-Attention: pour prévoir la nébulosité qu'il devrait y avoir demain, il peut s'avérer très imprudent de ne prêter attention qu'à cette carte. En effet, elle ne ne nous informe que sur l'humidité vers 3000m. Il suffit qu'une couche de forte humidité relative reste bloquée sous une inversion de température entre le sol et 900 ou 800hPa, alors qu'à 700hPa, l'air est parfaitement sec, pour se tromper (Dans notre cas, on aura une épaisse couche de stratus bas voire même un peu de bruine, alors que l'on s'attendait à du grand soleil!). L'idéal est, vous l'aurez compris, de varier les cartes, et pourquoi pas de passer à des coupes verticales ou des radiosondages. Avec de l'entraînement (ce n'est pas un exercice facile), vous pourrez alors espérer prévoir le type de nuage à attendre, l'altitude de ceux-ci ...etc.

-Enfin, il faut savoir également que cette carte présente généralement très peu d'intérêt si l'on désire prévoir des orages. Il faut alors passer par les radiosondages, bien plus pertinents dans ce genre de situation.

7°) La vitesse verticale à 500hPa

- -Nous savons tous que le vent se déplace horizontalement (évidemment), mais on a souvent tendance à oublier que le vent se déplace également verticalement.
- -L'unité utilisée pour définir la vitesse verticale est exprimée en hPa/heure. Lorsque l'air monte (ascendances), la vitesse verticale est négative ; mais elle est positive lorsque l'air descend (subsidence).
- -Malgré que la composante verticale du vent soit très faible par rapport à la composante horizontale du vent (quelques cm/s contre plusieurs m/s), ce serait une grave erreur de négliger ce paramètre. En effet, la vitesse verticale permet par exemple de jauger la santé d'une dépression, l'activité d'un front etc... De plus, associé à l'humidité en altitude, ce paramètre est très intéressant pour se donner une idée des zones pluvieuses (ascendances).



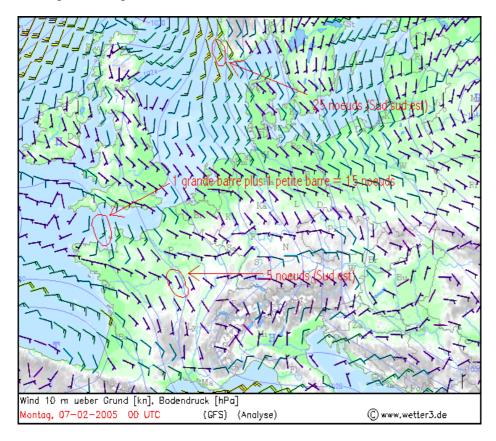
- -On remarque que les zones d'ascendances (en rouge) sont associées aux zones très nuageuses et pluvieuses (à cause de la condensation de l'air lorsqu'il monte en altitude), donc les fronts (vous pouvez comparer avec la carte de température potentielle à 850hPa par exemple). Par contre, les zones subsidentes annoncent généralement un temps stable et ensoleillé.
- -Lorsque l'air est à la fois ascendant et instable (voir indices d'instabilité), des orages fort et/ou organisés sont à craindre.

8°) Le vent à 10m du sol

- -Voilà une nouvelle donnée très simple d'utilisation.
- -Le seul problème peut être de déterminer la vitesse du vent à partir des symboles. Il faut juste savoir que sur une hampe (très grande barre) :
- 1 petite barre (petite barbule) vaut 5 nœuds.
- 1 grande barre (grande barbule) vaut 10 nœuds.
- 1 triangle vaut 50 nœuds (Il n'y en a pas sur cette carte).

Pour obtenir ensuite le vent en km/h, il suffit de multiplier par 1,852.

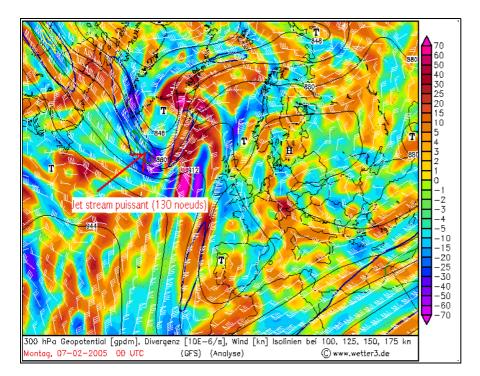
-Quelques exemples sont donnés sur une carte :



-Ce genre de carte du vent est également disponible pour différentes altitudes. Et on peut ainsi estimer la vitesse des rafales de vents au sol grâce au vent moyen à 925hPa (700m). Mais le feeling du prévisionniste est également nécessaire.

9°) Le vent à 300hPa

- -Un autre niveau est également intéressant à surveiller concernant la vitesse du vent : le niveau 300hPa. En effet, c'est à peu près à cette altitude que l'on retrouve le très célèbre « courant-jet » ou « jet-stream ».
- -Un jet comportant des vents atteignant ou dépassant les 200km/h est assez puissant, et peut provoquer la formation éclair de tempêtes parfois violentes si une anomalie thermique ou de pression se met en place en-dessous de lui (déphasage entre isothermes et isohypses à 500hPa par exemple).
- -Le vent du jet peut atteindre des valeurs phénoménales dans certains cas : par exemple, lors du passage d'une des 2 tempêtes de décembre 1999, un ballon-sonde parti de Brest montra que le vent soufflait à plus de 500km/h à haute altitude !



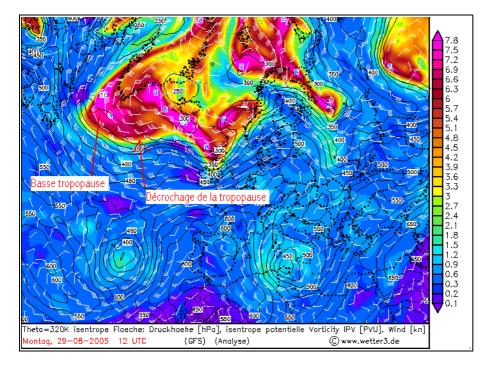
-Un vent fort à 300hPa peut également aider à la formation de développements orageux intenses.

10°) La tropopause

-On sait que la tropopause marque la zone de transition entre la troposphère et la stratosphère. En général, la tropopause se situe vers 300hPa, et c'est en fait une surface semi-rigide. C'est à dire qu'elle ne peut pas être beaucoup poussée vers haut (à cause de la stabilité verticale à ce niveau, induite par la remontée de la température dans la stratosphère), mais peut sans trop de problèmes être « aspirée » vers le bas (l'air stratosphérique froid et sec fait alors une intrusion dans la troposphère).

-On peut repérer ces aspirations de la tropopause vers le bas grâce à un nouveau paramètre météorologique : le tourbillon potentiel (TP). On ne rentrera pas dans les détails, et on retiendra seulement que c'est un paramètre conservatif sous certaines conditions, et qui permet de faire la distinction entre air stratosphérique et air troposphérique. On exprime le tourbillon potentiel en PVU (Potential Vorticity Unit en Anglais). L'air troposphérique a généralement un TP inférieur à 1,5PVU, alors que l'air stratosphérique a un TP souvent assez largement supérieur à 1,5PVU. On comprend aisément que la tropopause (dite dynamique) a un TP constant de 1,5PVU.

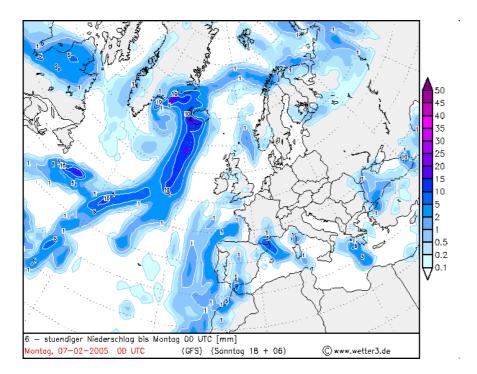
-La carte ci-dessous montre le TP de la surface isentrope 320K. Pour simplifier la compréhension de la carte, on va négliger les variations d'altitude de cette surface isentrope, et supposer que l'altitude, ou plutôt la surface isobare à laquelle on retrouve cette isentrope 320K est constante = 300hPa. Alors, en appliquant ce qui a été dit plus haut, on peut deviner que là ou le TP est supérieur à 1,5PVU, de l'air stratosphérique s'engouffre vers le sol ; que là où le TP est inférieur à 1,5PVU, la tropopause a été très légèrement repoussée vers la stratosphère ; et que là où le TP est égal à 1,5PVU, la tropopause est au niveau 300hPa (niveau normal).



-En fait, ce n'est pas tant les valeurs de TP qui sont importantes, mais surtout les zones où le TP varie assez rapidement et sur de courtes distances. Dans ces zones, on dit qu'il y a « décrochage de la tropopause ». Et justement, un abaissement brutal de la tropopause indique un front d'altitude, qui oblige l'air qu'il y a juste devant lui à monter vers le haut. Cela peut également contribuer à la formation d'orages forts.

14°) Les précipitations

- -Un paramètre très (trop ?) utilisé. Il s'agit en effet d'un paramètre « final », qui dépend de beaucoup d'autres, comme l'humidité en altitude, la vitesse verticale...etc.
- -On comprend facilement qu'une mauvaise prévision d'un de ces paramètres peu conduire très vite à une prévision de la pluie erronée! A prendre avec des pincettes donc, surtout pour des prévisions à échéance supérieure à 3 jours.



-L'interprétation de ce type de carte est très simple, puisque les zones pluvieuses sont matérialisées par les plages colorées bleues. En général, l'intensité des précipitations (donnée par l'échelle des couleurs) est donnée en mm/6h (quantité d'eau tombée en 6h).