

LA FIN de VIE des SYSTEMES DEPRESSIONNAIRES TROPICAUX

END of LIFE-CYCLE of TROPICAL DISTURBANCES

- 1. Cyclolyse par dégénérescence sur terre**
Overland decay
- 2. Cyclolyse sur mer par manque d'énergie**
Decay on the open sea through lack of energy
- 3. Dégénérescence par suite d'une évolution défavorable de l'environnement de la perturbation (cisaillement de vent)**
Decay following unfavourable modification in the system's environment (vertical wind shear)
- 4. Evacuation dans le domaine extratropical**
Extratropical transition

FIN DE VIE SUR TERRE *OVERLAND DECAY (1)*

- L'affaiblissement sur terre est essentiellement lié à la rupture des flux énergétiques en surface et prioritairement à la coupure de l'alimentation en énergie statique humide d'origine océanique (liée au flux d'évaporation en surface).

The overland decay is mainly due to the disruption of the surface fluxes and above all of the moist oceanic source of latent heat (provided through evaporation flux and high θ_e air feeding the convective updrafts).

- Le frottement joue un rôle secondaire d'accélérateur dans le processus.

Friction acts only to accelerate the process.

FIN DE VIE SUR TERRE OVERLAND DECAY (1)

- L'affaiblissement sur terre est essentiellement lié à la rupture des flux énergétiques en surface et prioritairement à la coupure de l'alimentation en énergie statique humide d'origine océanique (liée au flux d'évaporation en surface).

The overland decay is mainly due to the disruption of the surface fluxes and above all of the moist oceanic source of latent heat (provided through evaporation flux and high θ_e air feeding the convective updrafts).

- Le frottement joue un rôle secondaire d'accélérateur dans le processus.

Friction acts only to accelerate the process.

⇒ La réduction des vents sur terre s'opère via le refroidissement de l'air à proximité de la surface terrestre et la stabilisation résultante de la couche limite. L'augmentation du frottement en surface provoque un renforcement du flux entrant et donc un refroidissement adiabatique plus rapide (et non compensé par les flux de chaleur en surface), accélérant la stabilisation de la couche limite.

The reduction in surface winds results from the cooling of the surface air over land and from the associated stabilisation of the boundary layer. The increased friction induces faster stabilisation of the boundary layer through enhanced inflow and thus enhanced adiabatic cooling.

⇒ Du fait d'une libération de chaleur latente par condensation réduite (faute d'alimentation humide), l'air ascendant -ascendance liée au forçage de la convergence générée par le frottement en surface- s'évacue vers l'extérieur au sommet de la couche de frottement (au lieu de monter jusqu'à la tropopause), contribuant à l'affaiblissement du vent près de la surface sur 1 à 2 km d'épaisseur.

Due to lack of latent heat release, frictionally converged air rises to the top of the frictional boundary layer and turns outward at this level, instead of at the tropopause level, causing the wind in the lower kilometer or two to weaken.

FIN DE VIE SUR TERRE OVERLAND DECAY (2)

◆ Le taux d'affaiblissement d'un système dépressionnaire tropical pénétrant sur terre est grosso modo proportionnel à l'intensité affichée au moment de l'atterrissage.

Tropical cyclones weaken after landfall at a rate that is approximately proportional to the intensity at landfall.

◆ Il semble, en outre, que les systèmes de petite taille soient sujets à une dégénérescence plus rapide.

There is some evidence also that larger tropical cyclones tend to decay slower than do small systems.

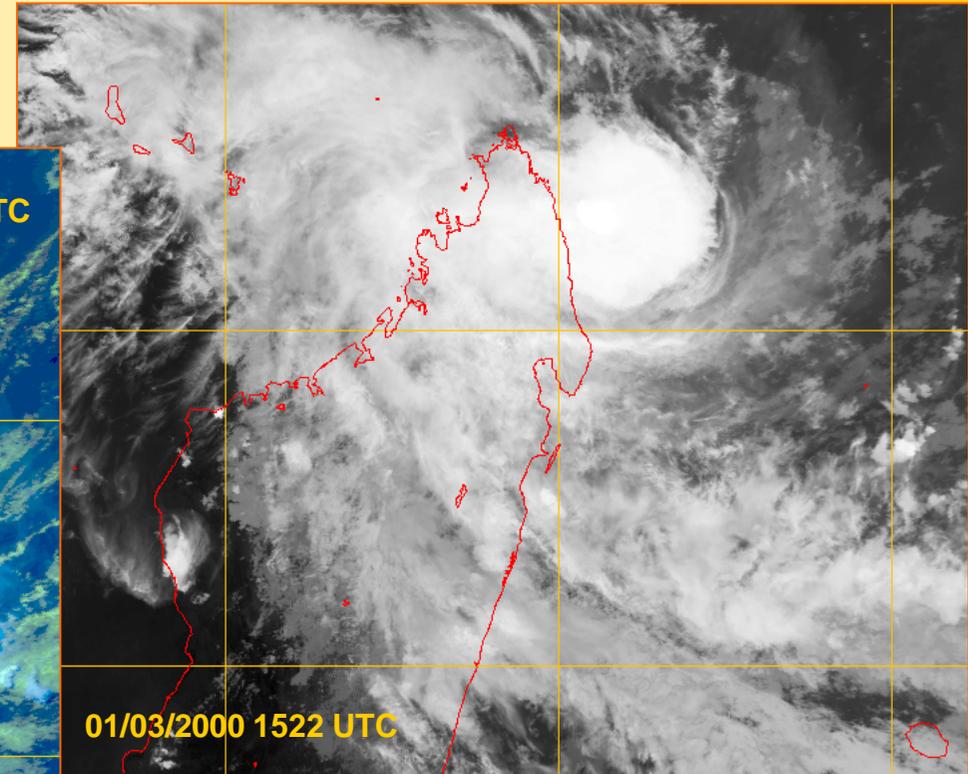
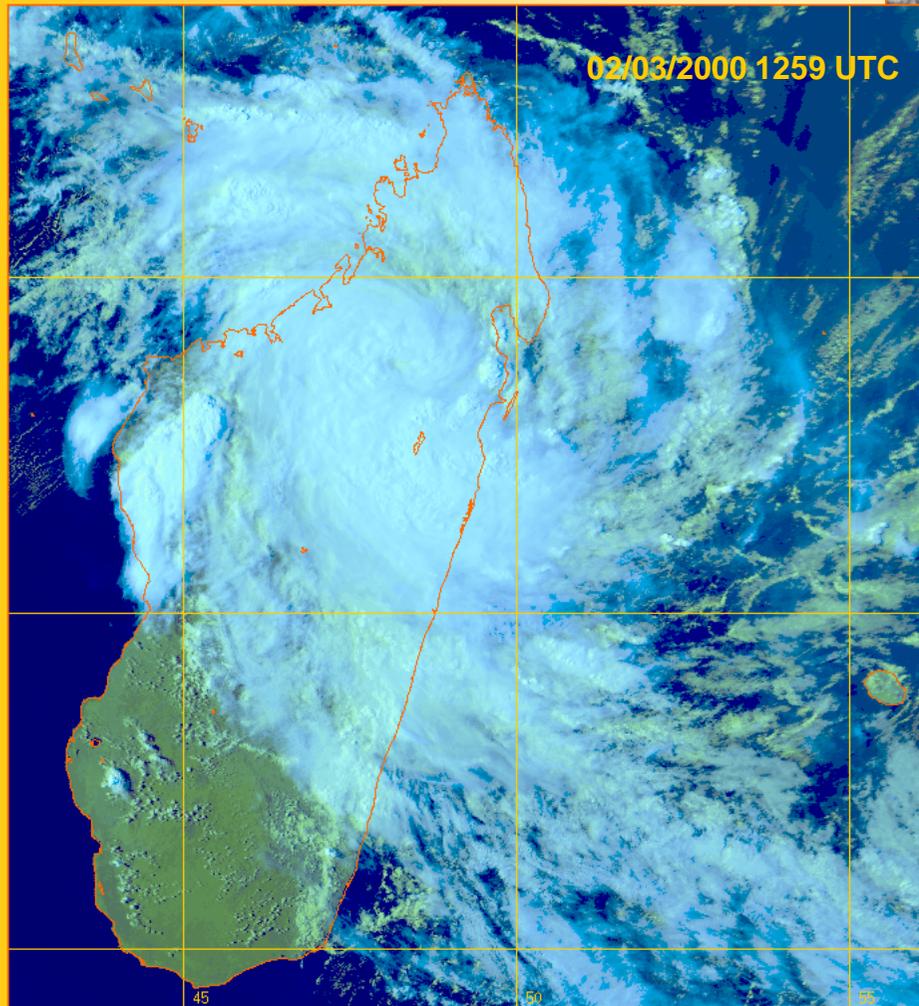
◆ L'affaiblissement provoque un découplage de la circulation de basses couches et de la circulation d'altitude et sera d'autant plus sévère que le terrain sera plus rugueux et montagneux.

Presence of a rough terrain or significant mountains causes more rapid disruption and weakening of the cyclone.

◆ Dans un premier temps, le comblement est confiné au cœur du système (affaiblissement sensible en terme d'intensité, le régime extérieur étant peu affecté).

Weakening affects first the central core of the system and thus the storm's intensity (the outer region undergoing slight impact at this stage).

AFFAIBLISSEMENT SUR TERRE OVERLAND WEAKENING

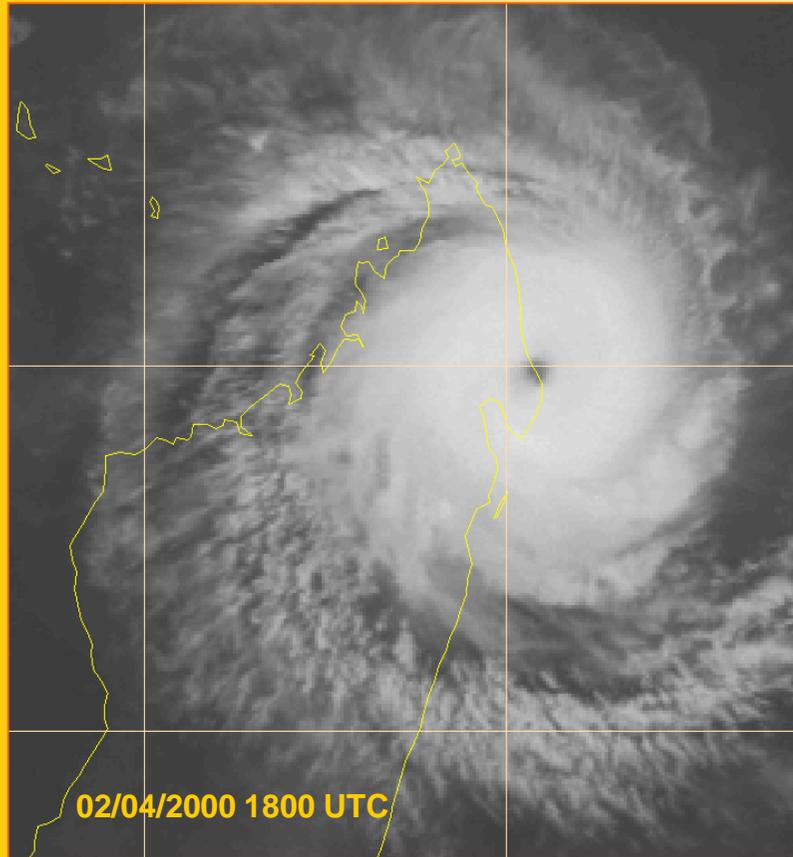


La tempête tropicale GLORIA avant
et 18h après son atterrissage sur la
côte nord-est de Madagascar.

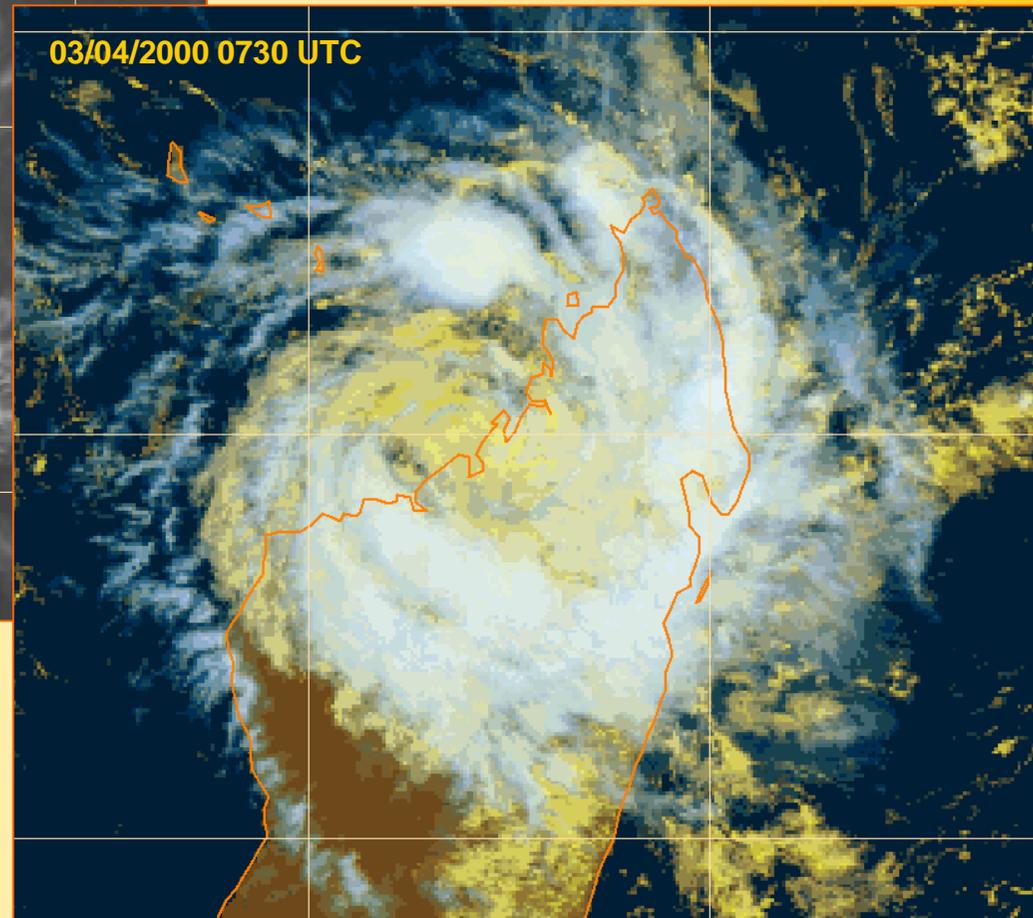
Tropical storm GLORIA prior and
18h after its landfall on the
northeastern coast of Madagascar.

AFFAIBLISSEMENT SUR TERRE OVERLAND WEAKENING

Le cyclone tropical intense HUDAH avant et 13h30 après son atterrissage sur la côte nord-est de Madagascar.

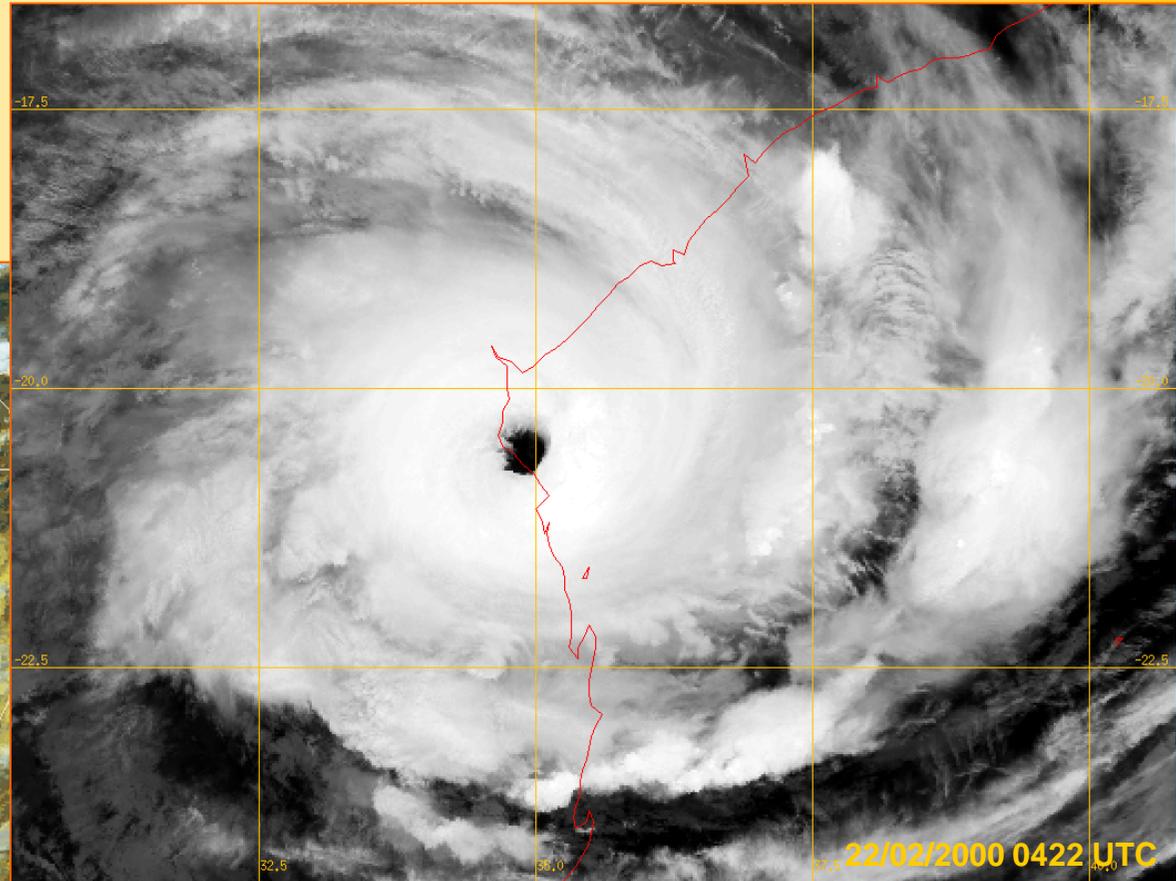
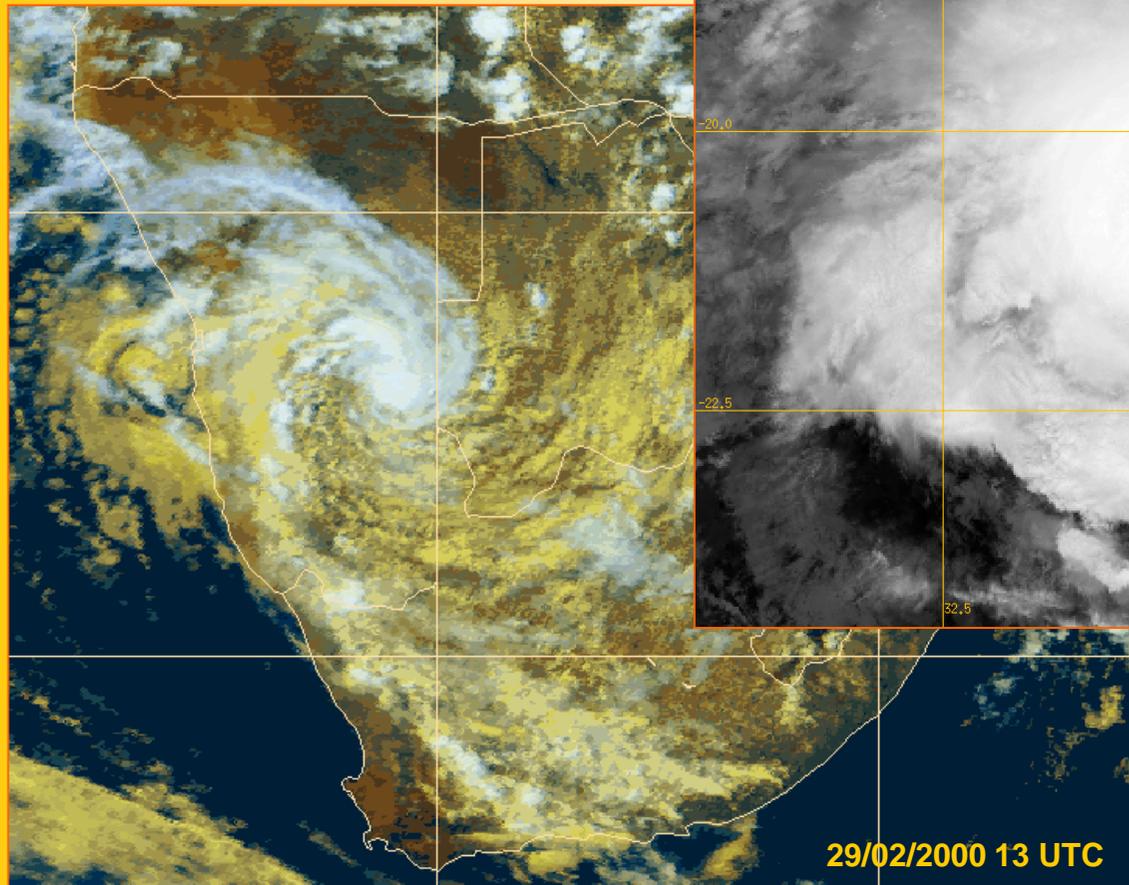


Intense tropical cyclone HUDAH prior and 13h30 after its landfall on the northeastern coast of Madagascar.



AFFAIBLISSEMENT SUR TERRE OVERLAND WEAKENING

Intense tropical cyclone ELINE
prior and one week after its
landfall on the central
mozambican shoreline.



Le cyclone tropical intense
ELINE avant et une semaine
après son atterrissage sur la
partie centrale de la côte
mozambicaine.

FIN de VIE sur TERRE *OVERLAND DECAY (3)*

→ Immédiatement après l'atterrissage, la couronne de vents maximaux tend à se propager vers l'extérieur de sa position initiale et donc à s'éloigner du centre (la pression en surface pouvant baisser légèrement dans la zone externe au cœur).

Immediately following landfall, the maximum wind belt tends to expand outwards (and the surface pressure outside the core region may drop slightly).

Quelques exemples de la complexité extrême des phénomènes entrant en jeu lors de l'interaction avec les terres survenant à l'occasion de l' « atterrissage » d'une perturbation tropicale :

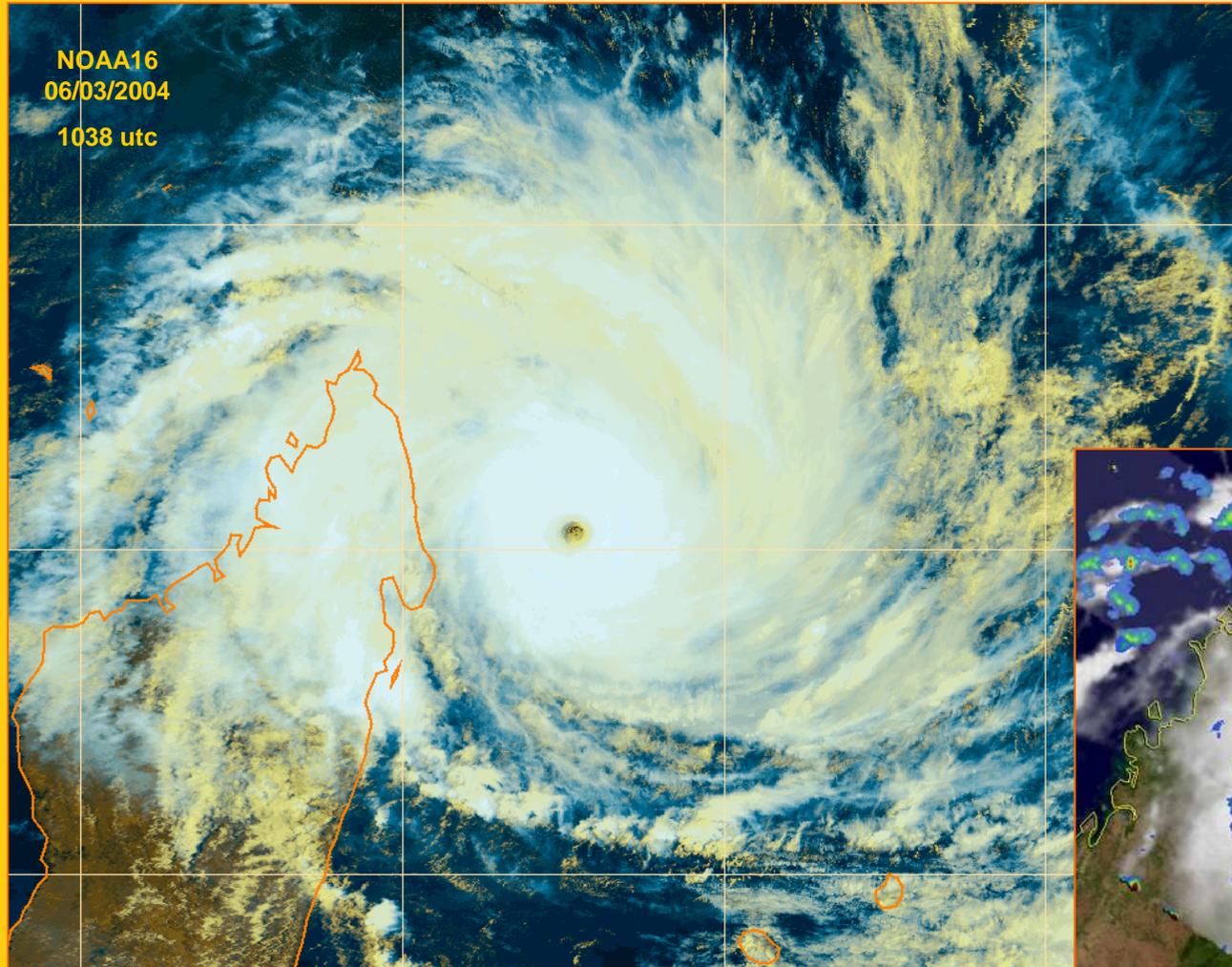
- en phase d'approche, les vents maximaux tendent à être générés en mer, à faible distance au large de la côte, tandis que les vents soufflant sur la zone côtière présentent des valeurs inférieures (de l'ordre de 20%).

When approaching land, the maximum winds tend to be located over the water just off the coast, with winds just inshore being around 20% less.

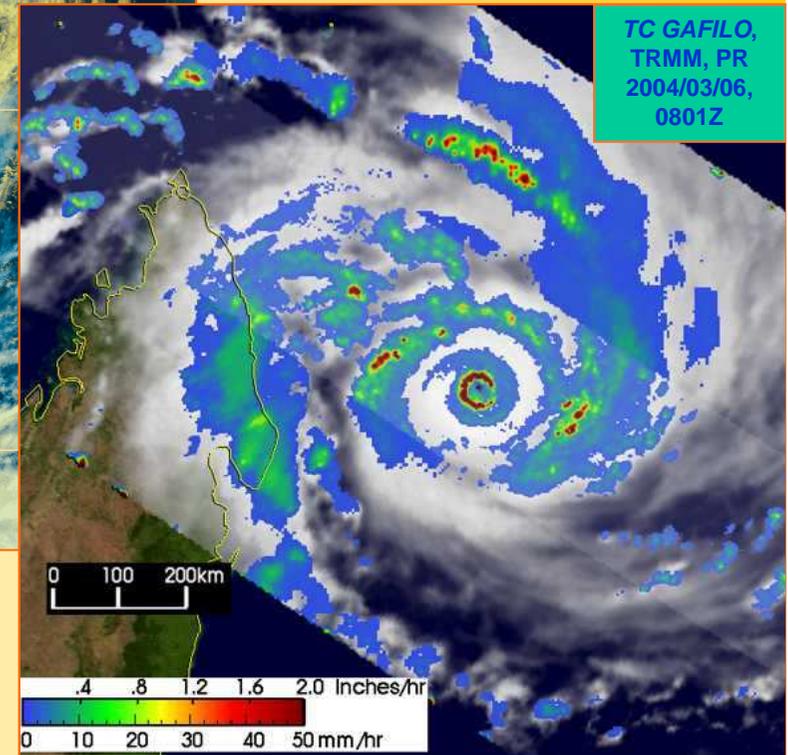
- La présence d'un relief peut modifier sensiblement la structure du champ de vents par des processus multiples à des échelles spatio-temporelles variées (confluence côtière, effet Venturi, rotors, jets de micro-échelle, possibilité d'influences annexes liées au forçage de la convection).

When a significant mountain range is present, the wind field may be noticeably modified (coastal confluence, Venturi effect, local jets or rotors, convection being uplifted with likely additional compound influences).

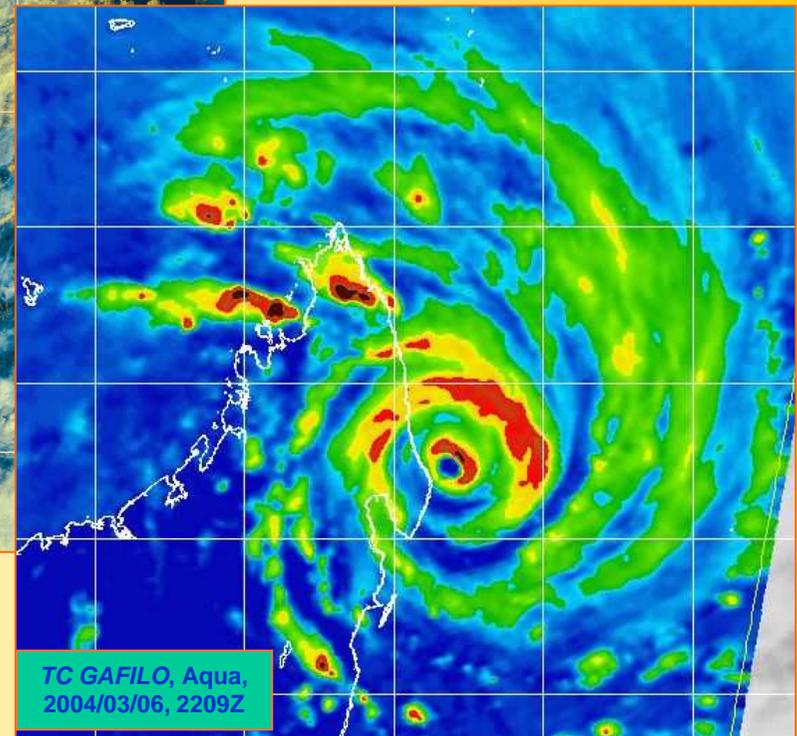
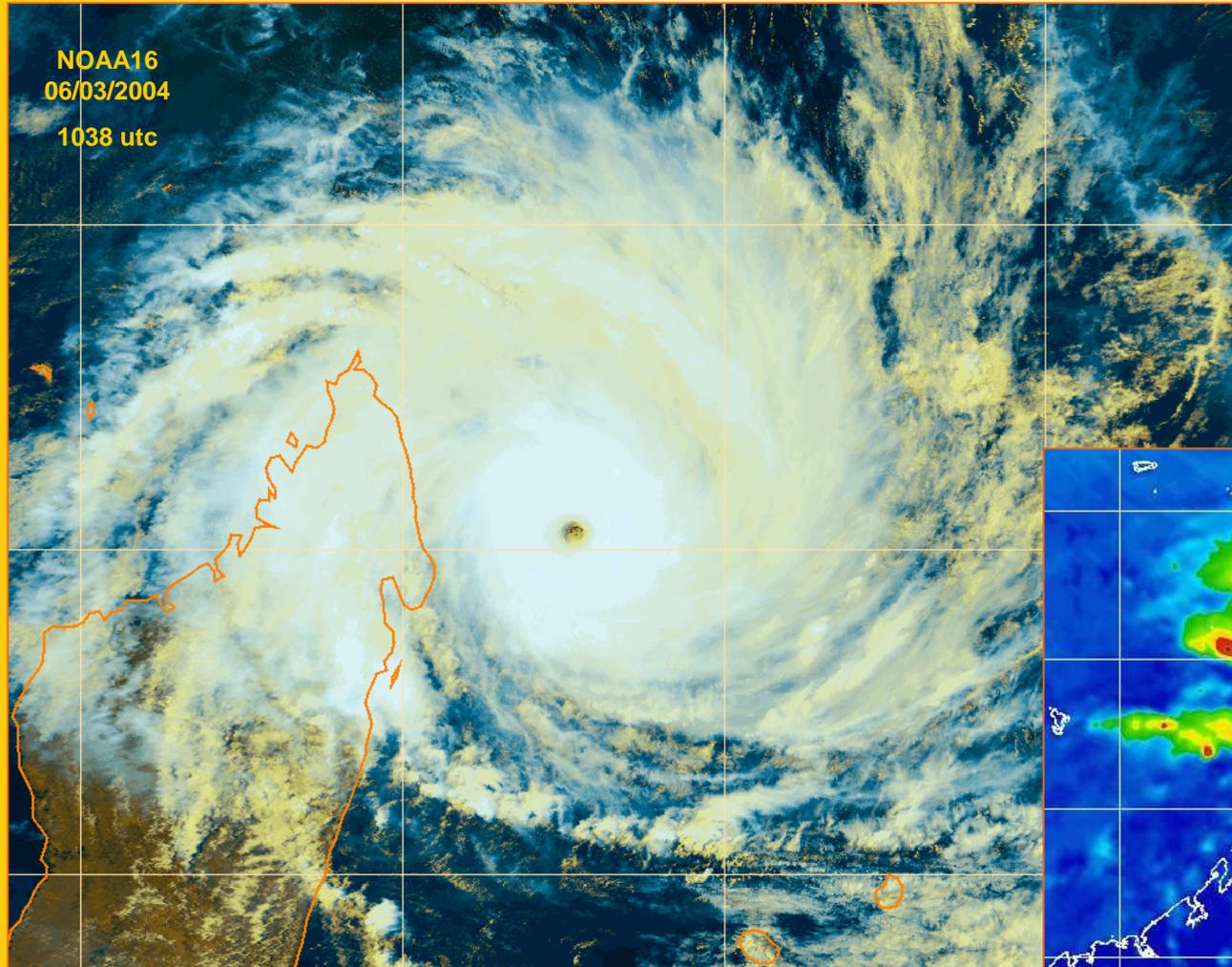
Predicting TC structure at landfall (intensity and size) : a tricky and crucial challenge...



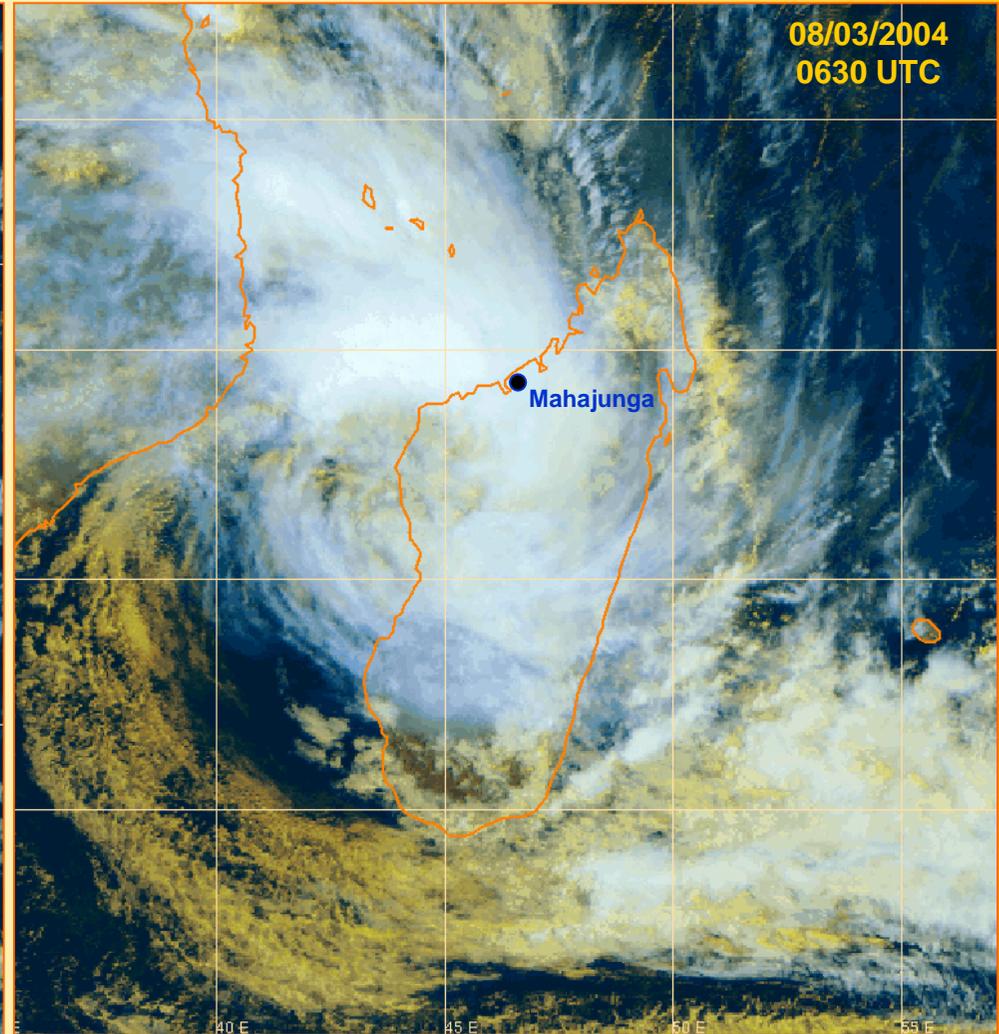
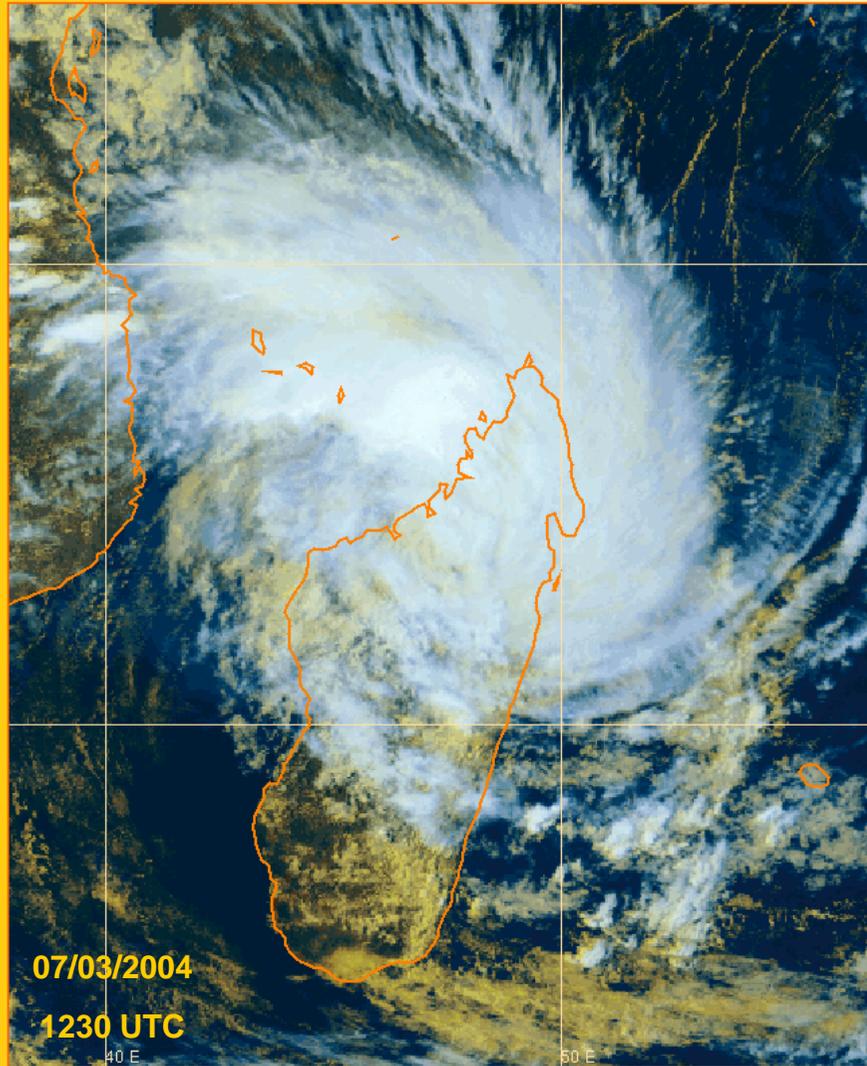
- Will the ERC go to completion before landfall?



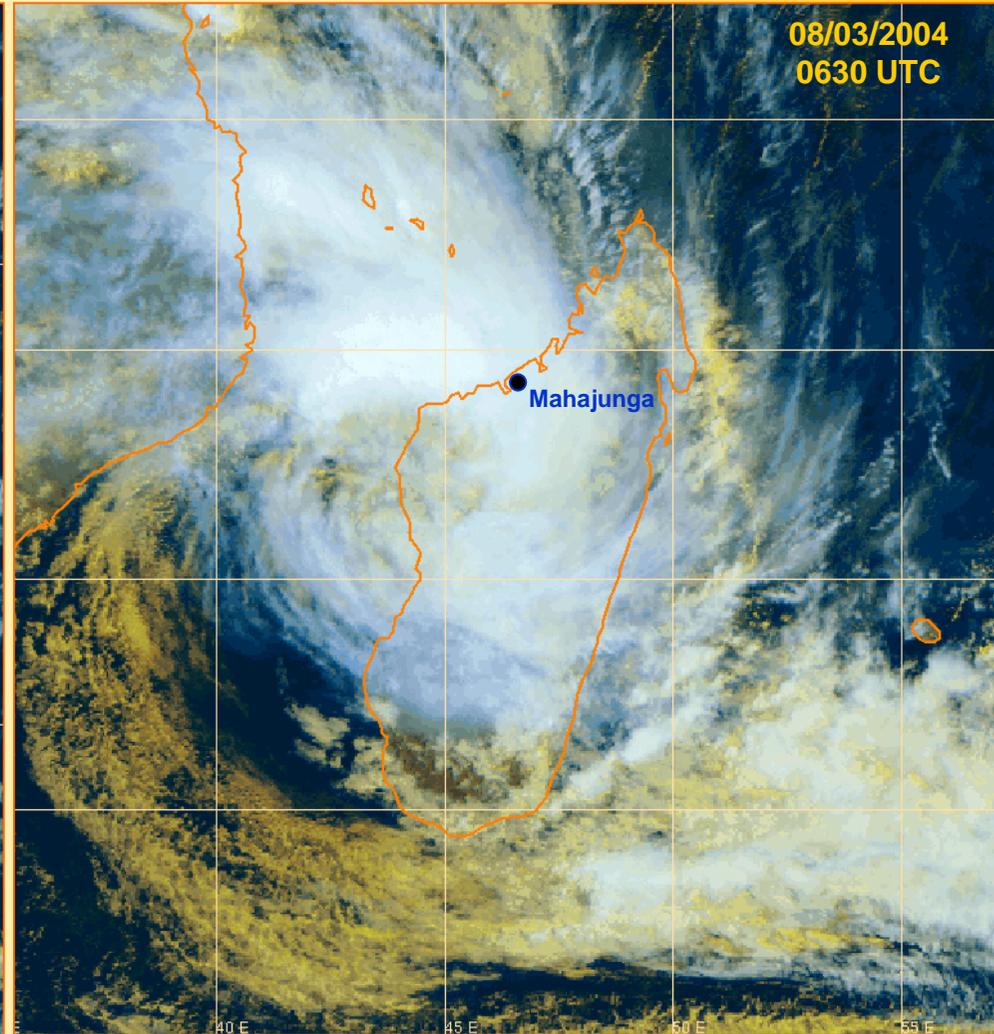
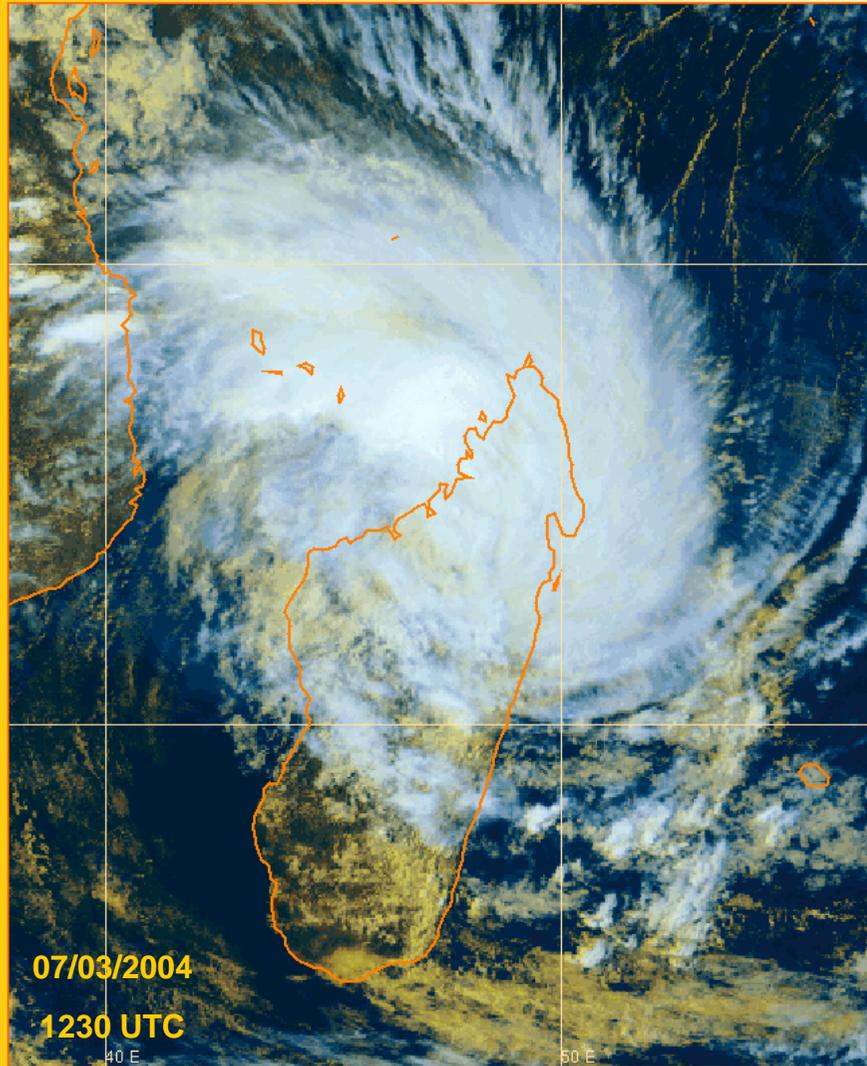
Predicting TC structure at landfall (intensity and size) : a tricky and crucial challenge...



Predicting TC structure (and regeneration potential) after Madagascar's crossing : an even more tricky challenge !

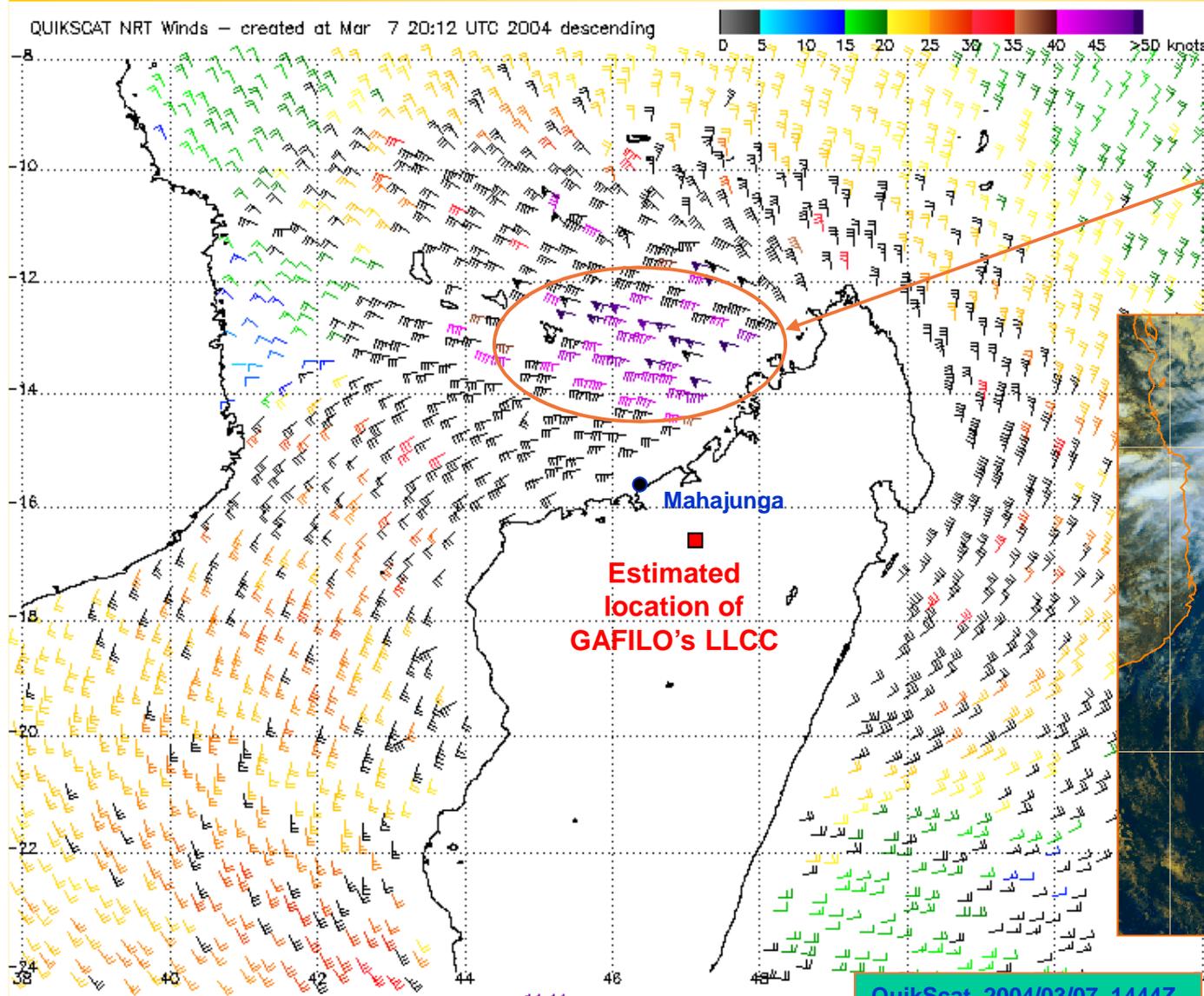


Predicting TC structure (and regeneration potential) after Madagascar's crossing : an even more tricky challenge !

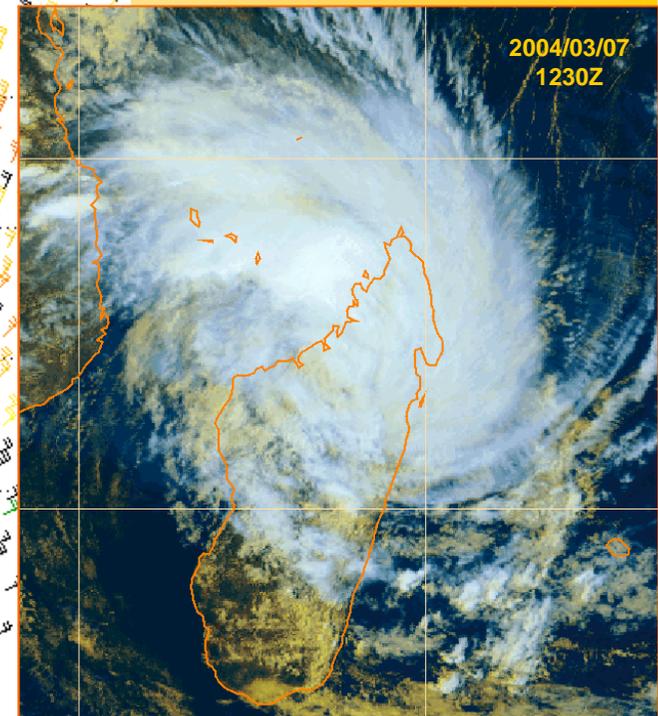


- Who is able to tell me what kind of winds are blowing northwest of Madagascar?

Scatterometer data : may help, ... but not so easy to analyze

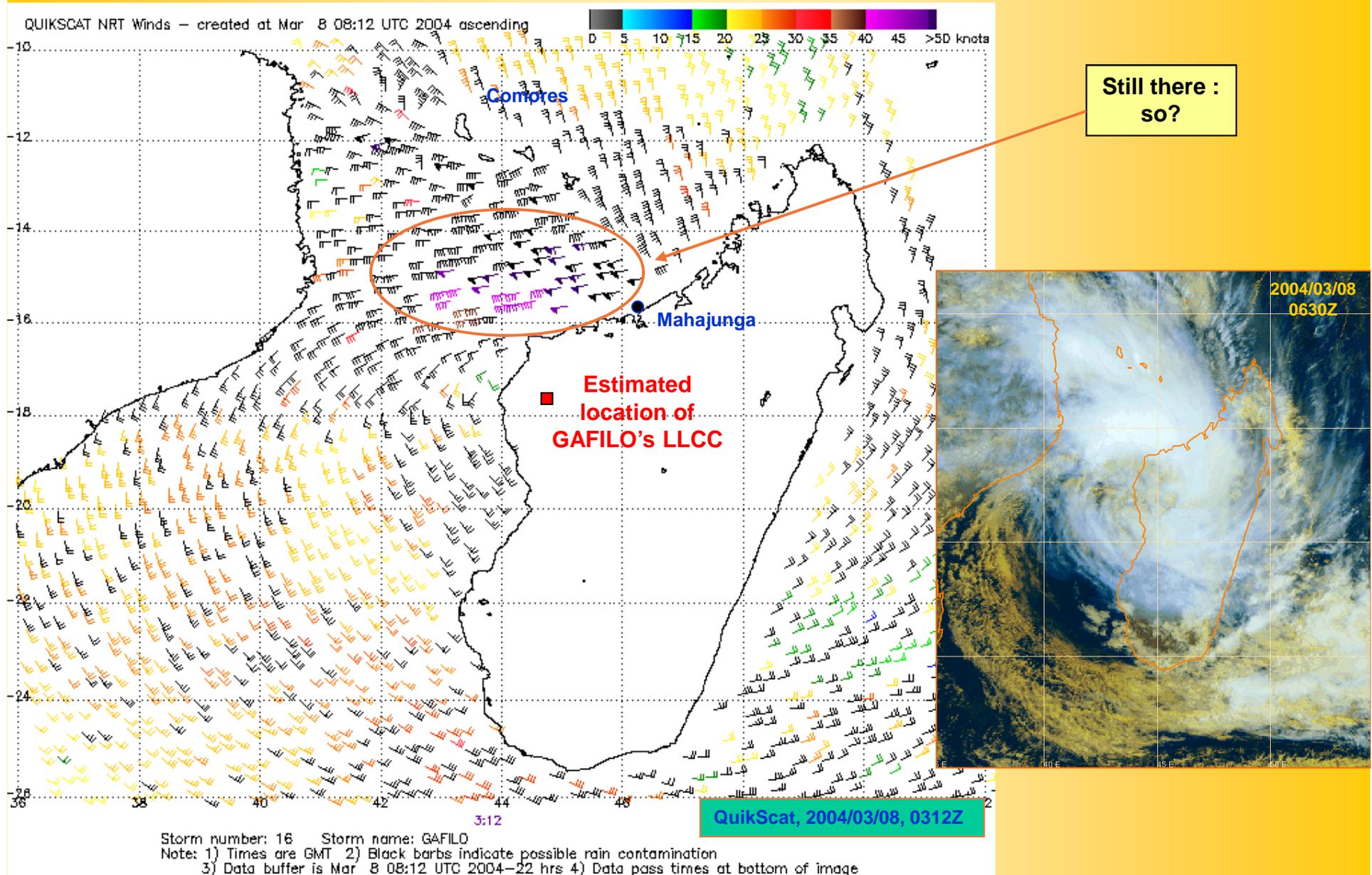


Which credit can we grant to these storm force winds?



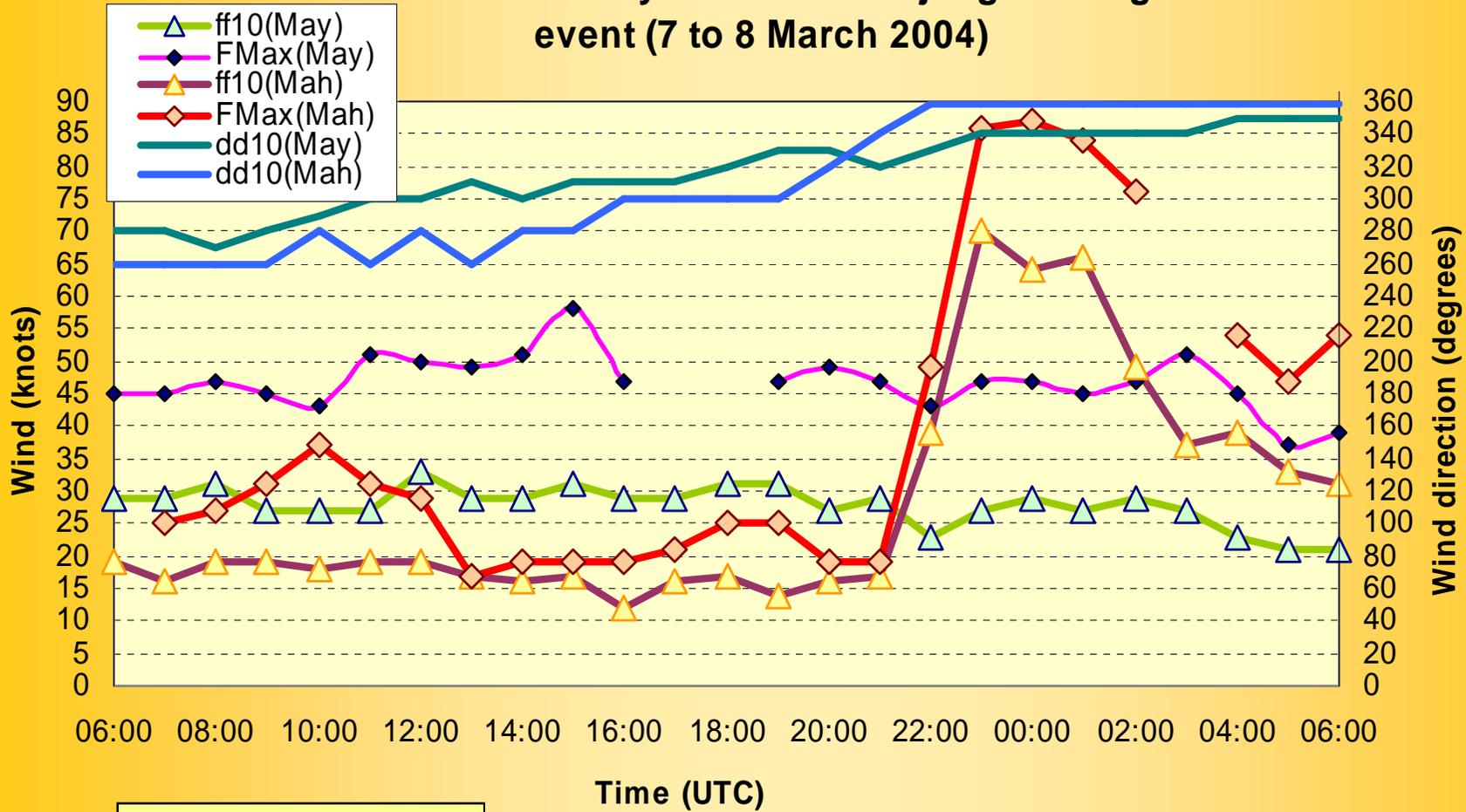
Storm number: 16 Storm name: GAFILO
Note: 1) Times are GMT 2) Black barbs indicate possible rain contamination
3) Data buffer is Mar 7 20:12 UTC 2004-22 hrs 4) Data pass times at bottom of image

Scatterometer data : not so easy to analyze



Nothing can replace ground truth in situ observations...

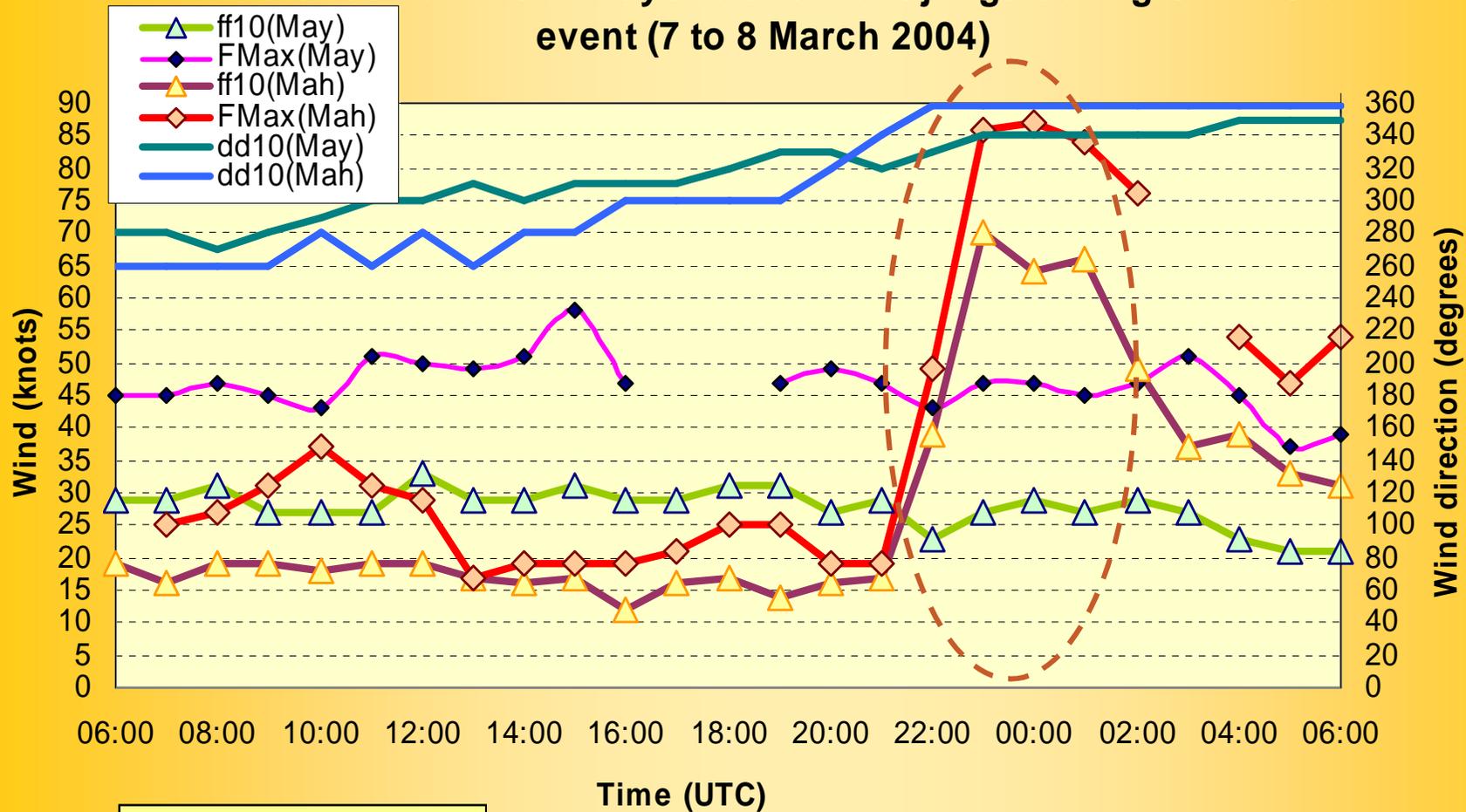
Wind observations at Mayotte and Mahajunga during GAFILO's event (7 to 8 March 2004)



Max wind observed at Mahajunga: 70 knots (peak gust 87 kt)!

Nothing can replace ground truth in situ observations...

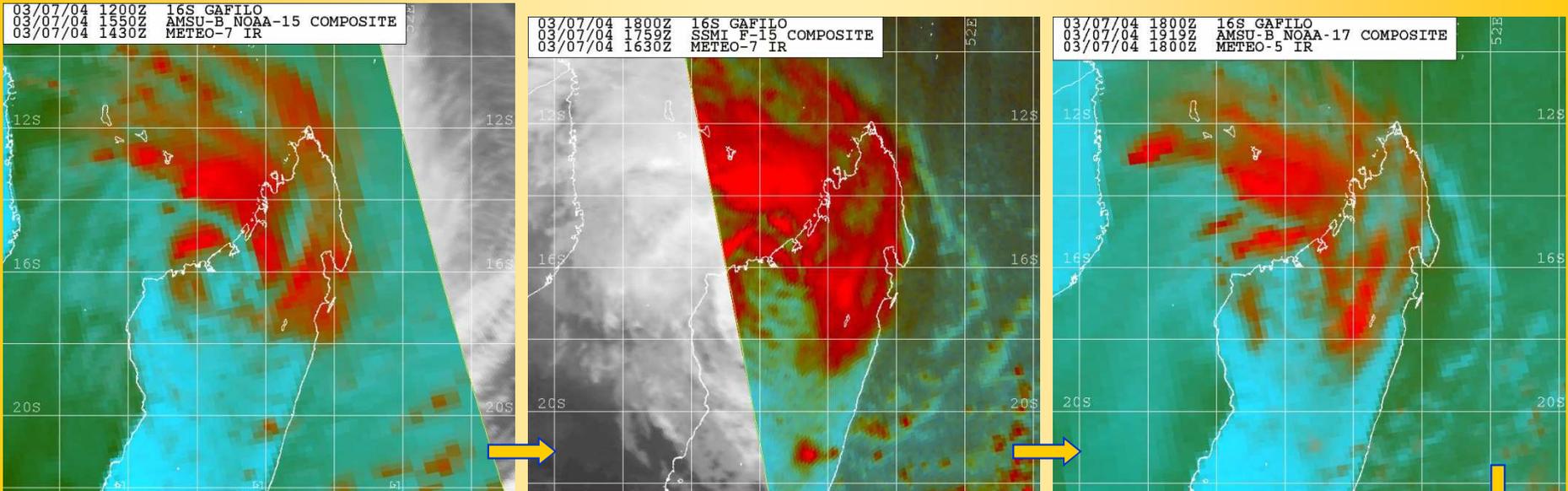
Wind observations at Mayotte and Mahajunga during GAFILO's event (7 to 8 March 2004)



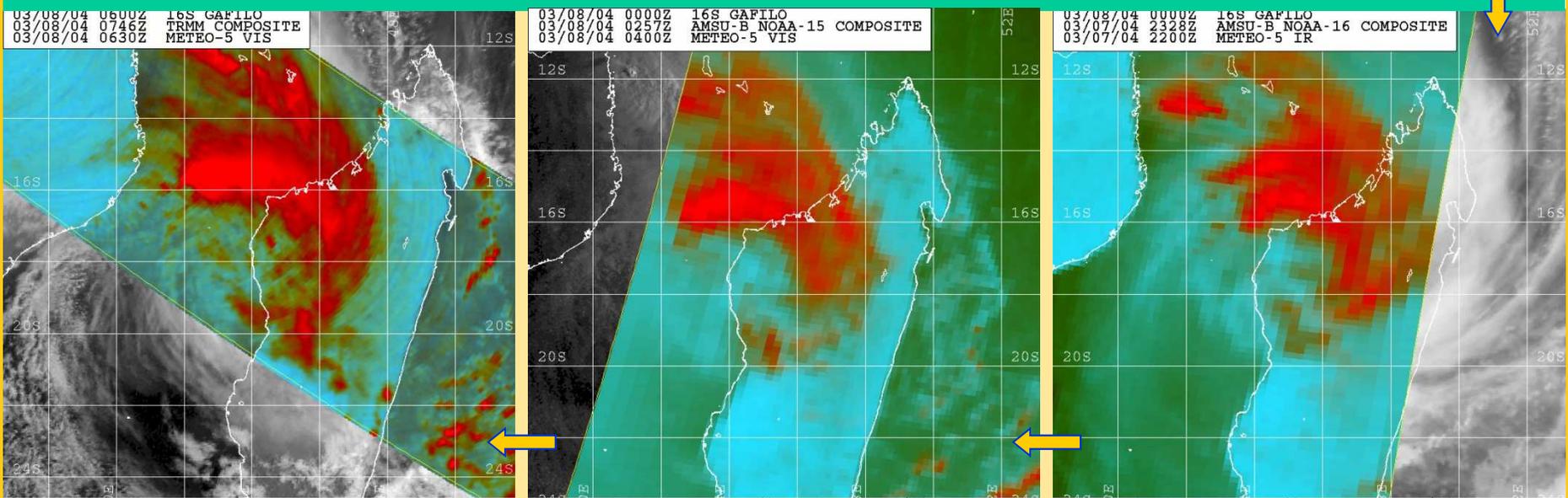
Max wind observed at Mahajunga: 70 knots (peak gust 87 kt)!

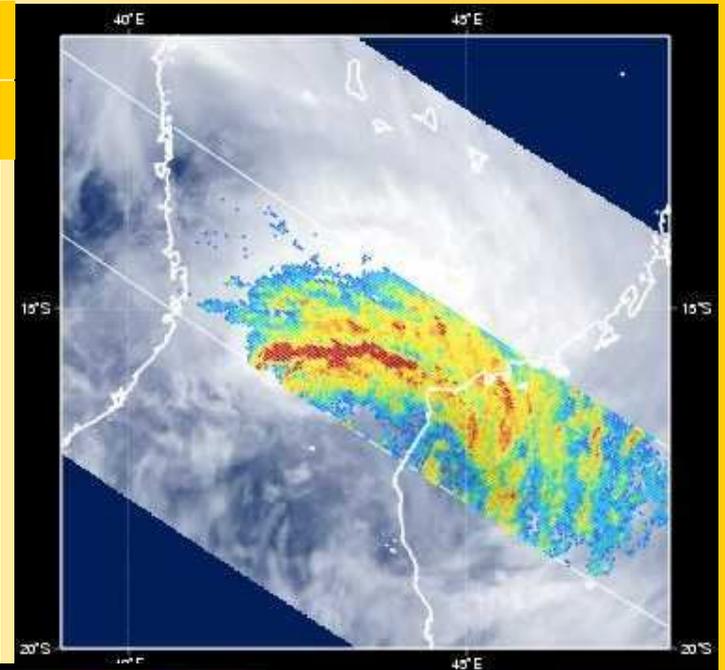
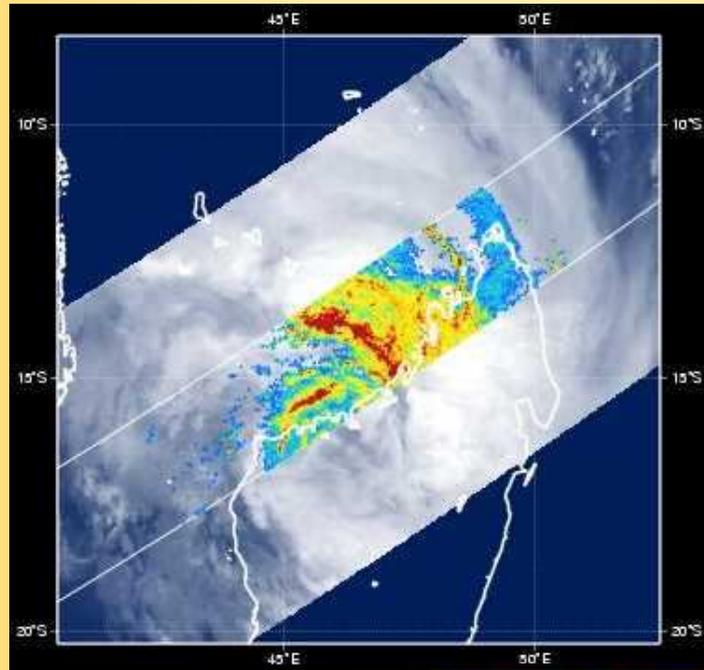
Hurricane force winds recorded on the western side of Madagascar some 24h after landfall on the eastern side!

So what happened?



Microwave evolution from 7 March 2004 at 1550Z to 8 March 2004 at 0746Z.

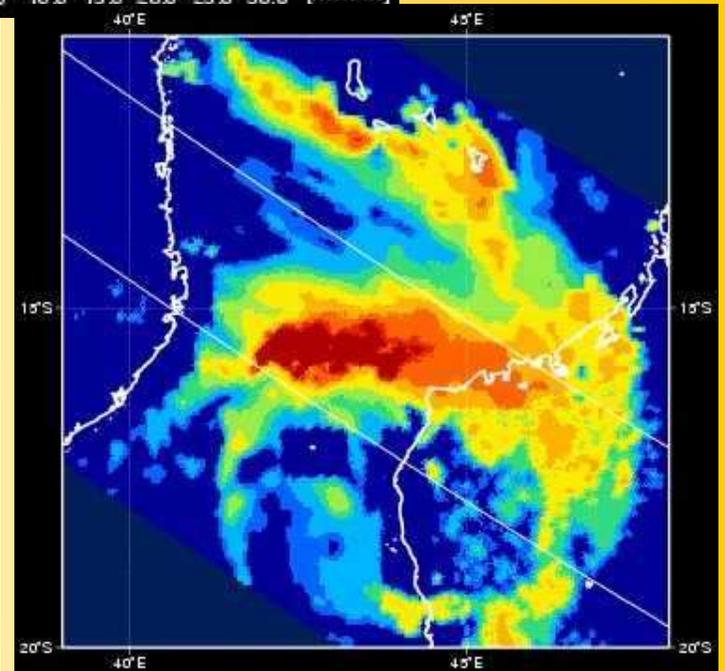
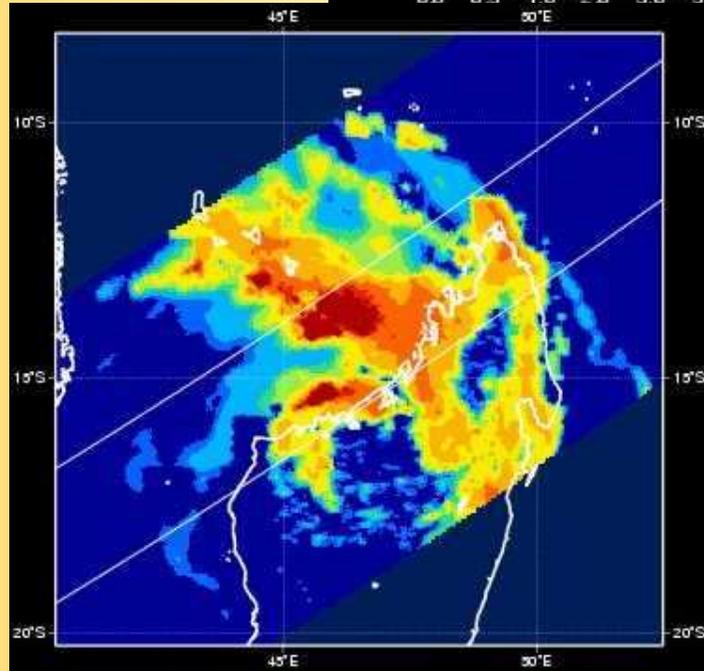




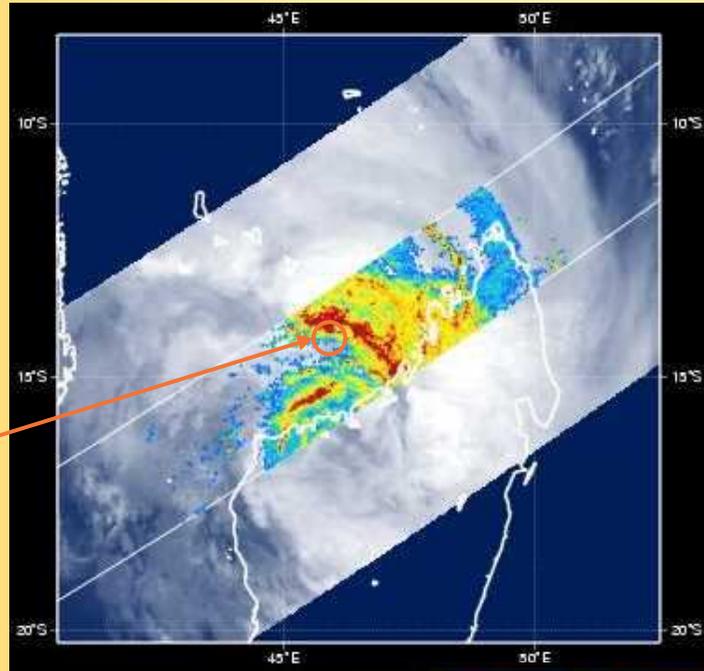
TRMM 07/03/2004 1658Z



TRMM 08/03/2004 0749Z



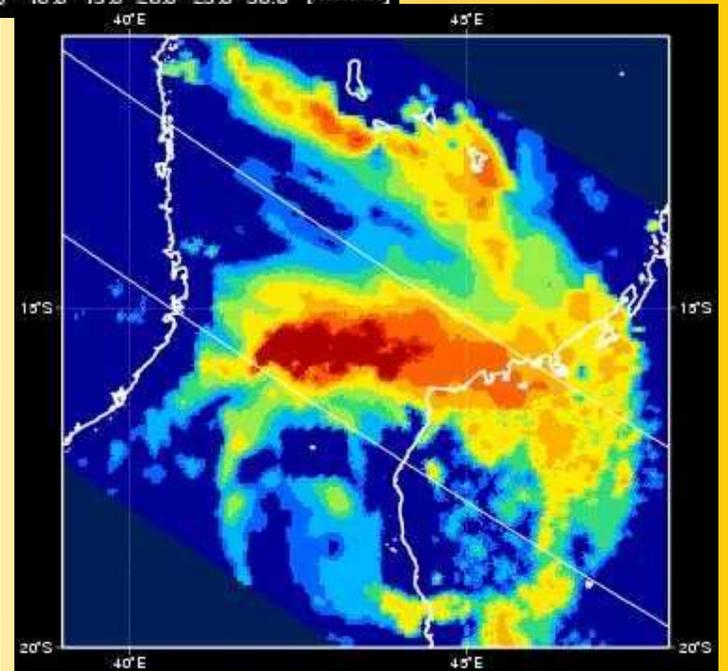
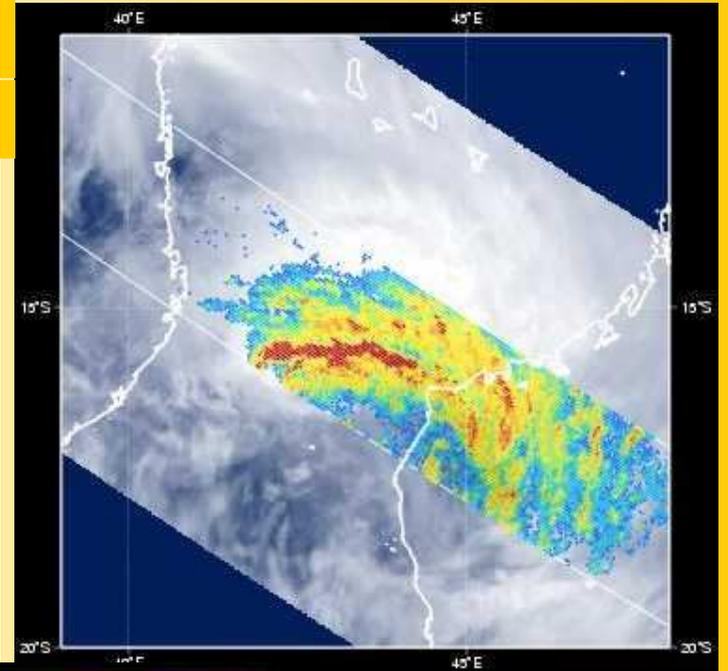
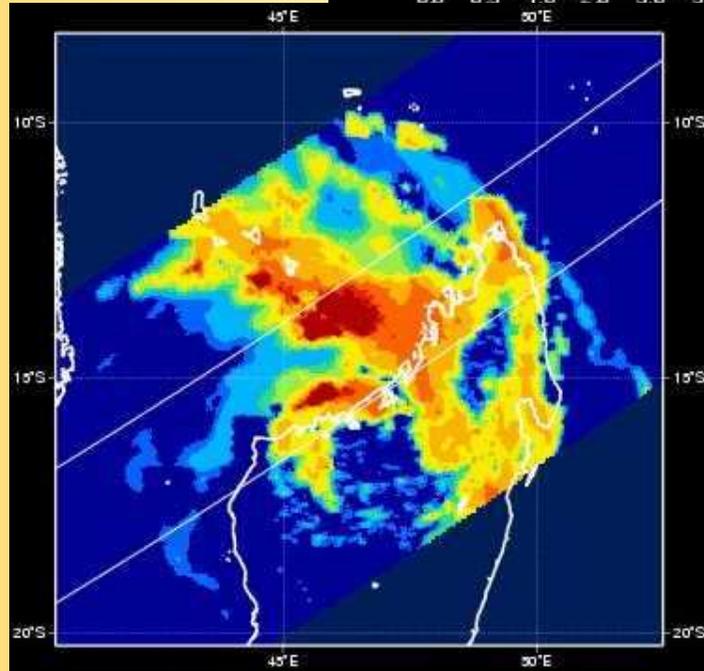
Last known position of the ferry "Samson"



TRMM 07/03/2004 1658Z



TRMM 08/03/2004 0749Z



FIN DE VIE SUR TERRE OVERLAND DECAY (4)

→ Si l'atterrissage s'accompagne d'un affaiblissement des vents moyens, il engendre par contre un renforcement des effets turbulents et donc des rafales, qui seront d'autant plus accentuées que le terrain sera plus rugueux et montagneux (avec des effets locaux entraînant une variabilité spatiale considérable, dont la prédictibilité à une échelle fine est donc limitée).

If the mean winds decrease after landfall, gustiness increases. Higher gusts should thus be expected over land and especially in mountainous terrain (with considerable local variability and limited detailed predictability).

Facteurs de conversion préconisés pour estimer les rafales maximales en fonction de l'exposition (la rafale étant définie comme le vent moyenné sur 2 s) à partir des vents à 10 m moyennés sur 10 min, pour des vents de force cyclonique (entre parenthèses figurent une indication sur les fourchettes potentielles autour de ces valeurs).

Sur mer <i>Ocean</i>	rugosité faible (terrain herbeux plat) <i>Flat grassland</i>	rugosité moyenne (terrain boisé, villes) <i>Woods/City</i>
1.41	1.56 (1.51-1.70)	2.14 (1.89-2.14)

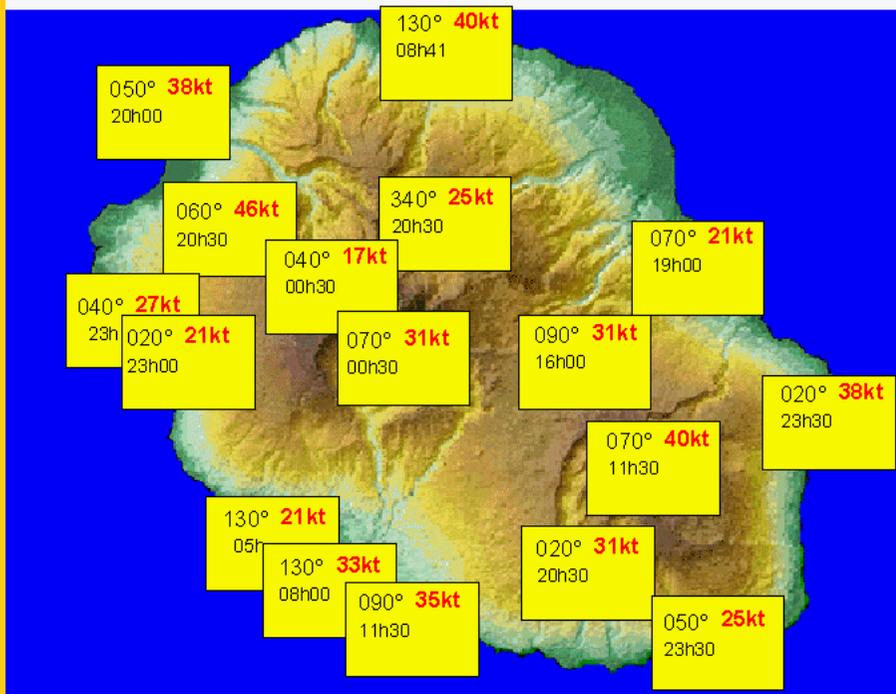
Gust factors (defined by the ratio of peak 2-s wind to the 10-min average wind at 10 m elevation) for various exposures for wind speeds of at least hurricane force (parentheses give an indication of the range in gust factors).

FIN DE VIE SUR TERRE OVERLAND DECAY (5)

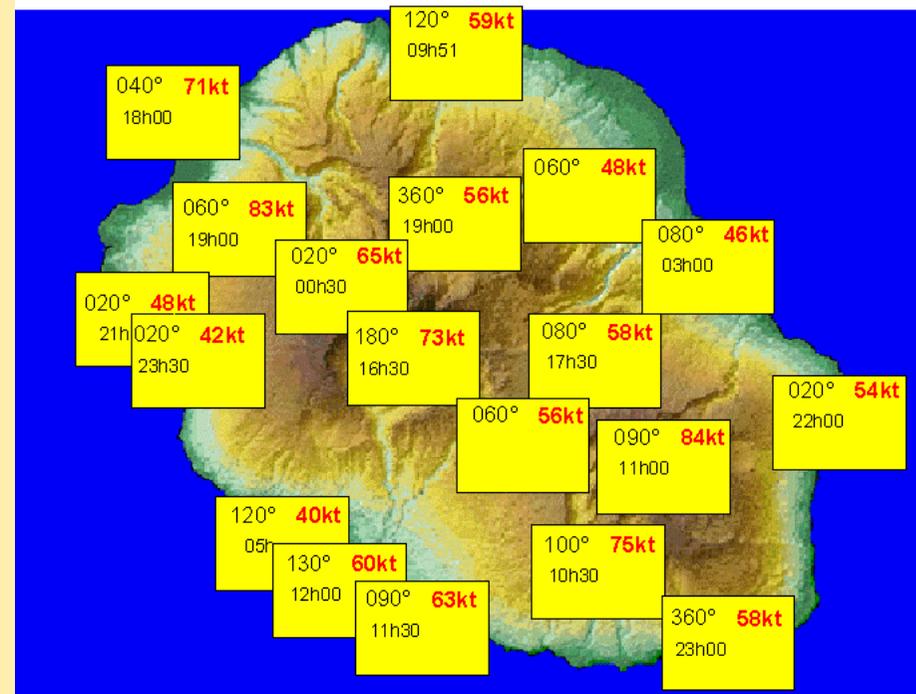
L'influence de l'impact d'une orographie marquée sur les vents associés à une perturbation tropicale : l'exemple édifiant de La Réunion.

La Reunion : a nice laboratory to study the impact of strong orography on wind distribution in tropical cyclones (here gustiness differences between coastal regions and inland mountainous areas).

VENTS MAXI MOY/10 MN LE 29 JANVIER 2000
PASSAGE DU CYCLONE TROPICAL CONNIE



VENTS MAXI INSTANTANES LE 29 JANVIER 2000
PASSAGE DU CYCLONE TROPICAL CONNIE



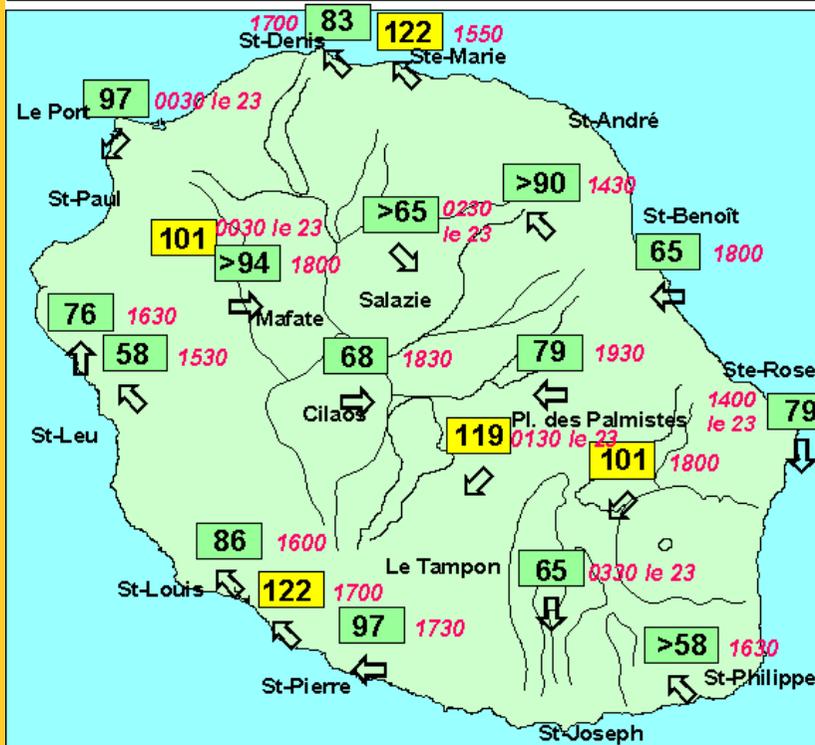
FIN DE VIE SUR TERRE OVERLAND DECAY (5)

L'influence de l'impact d'une orographie marquée sur les vents associés à une perturbation tropicale : ci-dessous le cas de DINA à La Réunion (janvier 2002).

La Reunion : a nice laboratory to study the impact of strong orography on wind distribution in tropical cyclones (here gustiness differences between coastal regions and inland mountainous areas during DINA 's event -January 2002).

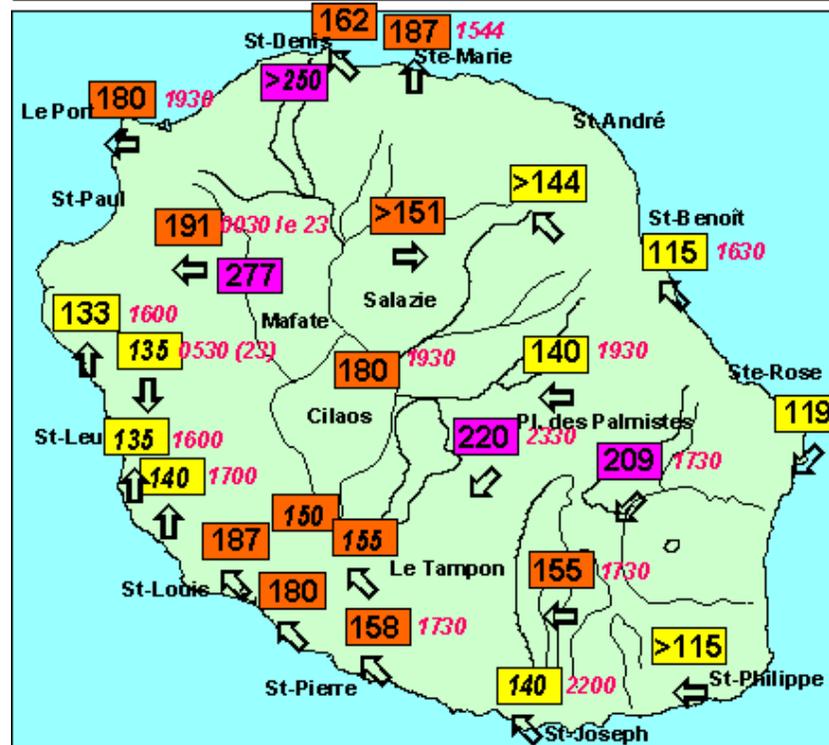
Vents moyens maxi en km/h entre le 22 et le 23 janvier 2002

Heures à droite de la valeur. Les valeurs correspondent au maxi des 48 données semi-horaires mesurées par la station (sauf pour Gillot et Pierrefonds - maxi réels)



Rafales maximales en km/h entre le 22 et le 23 janvier 2002

Heures à droite de la valeur. Les valeurs en italique ont été estimées d'après des mesures de vent à 2 mètres (stations CIRAD) ou d'après les dégâts constatés

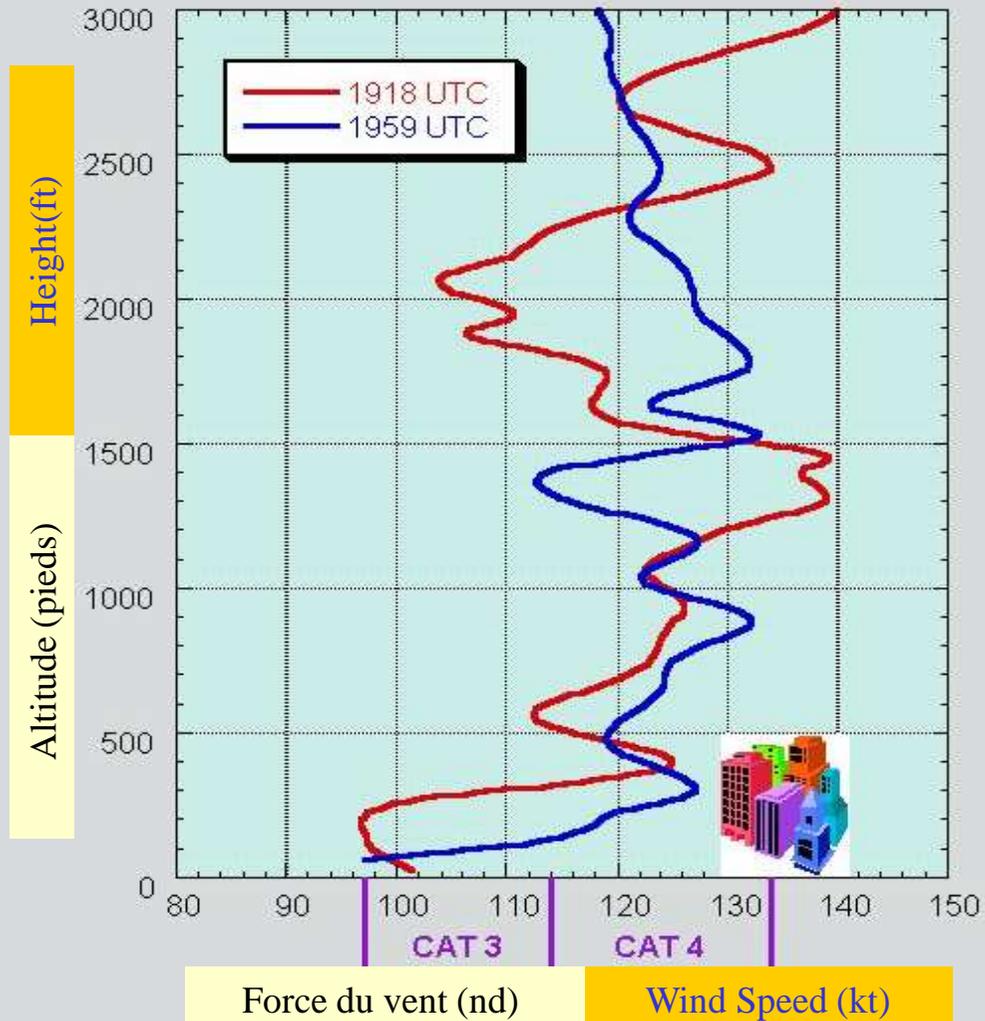


***Le vent au sein
d'un cyclone : une
donnée complexe
et très changeante***

**The wind : a complex
and very fluctuating
parameter within a
tropical cyclone**

Profils verticaux de vent mesurés par Dropsonde dans le mur de l'œil
de l'ouragan George - 19 septembre 1998

Hurricane Georges - Eyewall GPS Dropsonde winds profiles
19 September 1998

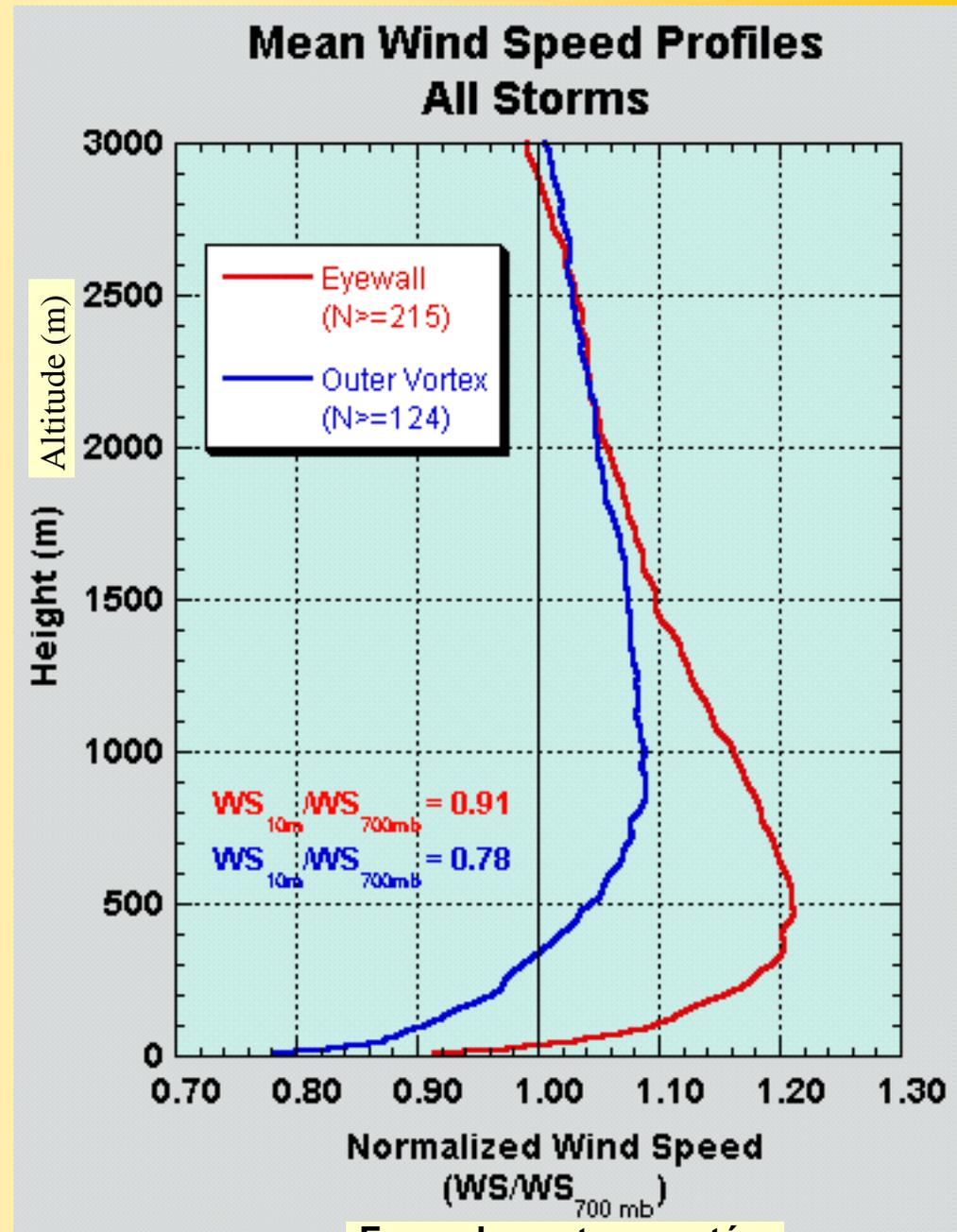


Le vent au sein d'un cyclone : une donnée complexe et très changeante

The wind : a complex and very fluctuating parameter within a tropical cyclone

Profils verticaux de vents moyens tels que mesurés par dropsondes dans le mur de l'œil (en rouge) ou dans l'enveloppe externe du vortex (en bleu)
-dans un rayon de 200 mn autour du centre- (données établies à partir de reconnaissances aériennes au sein de 17 ouragans des bassins ATL et NEP entre 1997 et 1999.

Sample of quality-controlled eyewall and non-eyewall wind profiles (outer part of the vortex within 200 nm of the center) for 17 hurricanes (1997 to 1999)



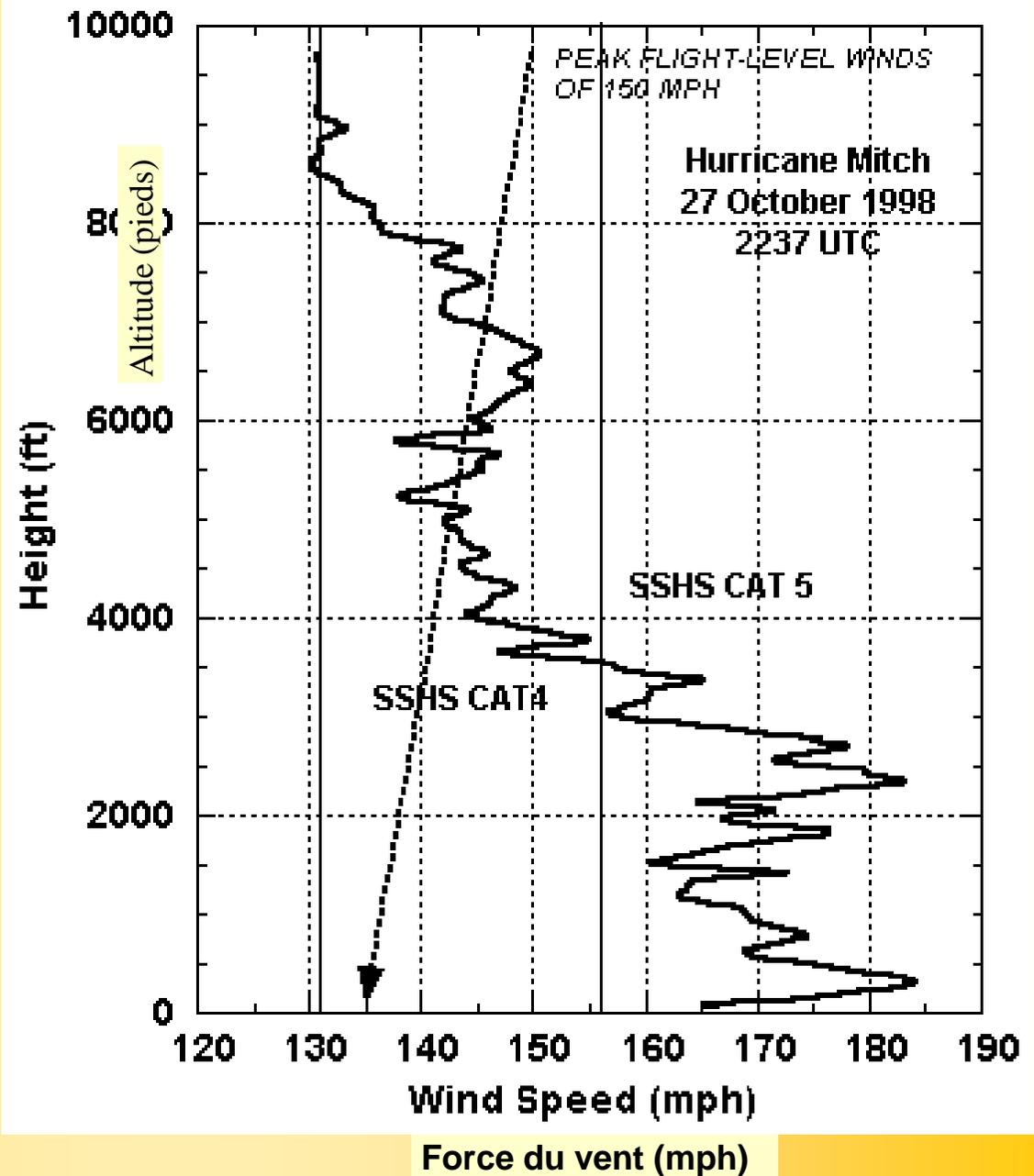
Le vent au sein d'un cyclone : une donnée complexe et très changeante

The wind : a complex and very fluctuating parameter within a tropical cyclone

Profil vertical de vent tel que mesuré par dropsonde dans le mur de l'œil de l'ouragan Mitch reconnaissance aérienne du 27 octobre 1998 à 2237 UTC, peu avant l'atterrissage sur la côte du Honduras (début d'affaiblissement par le haut)

Dropsonde eyewall wind profile within hurricane Mitch (27 Oct 1998)

"top-down" weakening in process before landfall on the Honduras shoreline.



FIN DE VIE SUR TERRE OVERLAND DECAY (6)

→ L'atterrissage semble également fréquemment associé au développement de tornades générant des vents extrêmes à des petites échelles spatio-temporelles.

There is some evidence that landfall is also associated to the genesis of very small tornadic-like circulations in the surface flow producing short-lived but extreme winds (Andrew).

→ Le risque de vents violents peut perdurer même lorsque le système dépressionnaire est en voie de dissipation avancée.

Alors que les vents sont déjà sensiblement atténués près de la surface, des vents forts (pouvant excéder nettement la force du coup de vent) perdurent, en effet, nettement plus longtemps à 1 ou 2 km en altitude. Ils peuvent venir affecter tout relief se présentant à leur rencontre, ou engendrer de brutales et inattendues rafales, y compris jusqu'au sol (de type « downbursts »).

Strong winds hazard is still likely even when dissipating stage has started.

While surface winds have already subsided, strong winds indeed last much longer at 1 or 2 km height. They can affect any mountain range and downburst-type severe wind-storms may also occur when upper flow mixes down to the surface.

AFFAIBLISSEMENT SUR TERRE OVERLAND WEAKENING



**Damage left by
hurricane JUAN on
Nova Scotia (Canada).**

Dégâts laissés par le passage de l'ouragan JUAN sur la Nouvelle-Ecosse (Canada).

CYCLOLYSE SUR MER PAR MANQUE D'ENERGIE ***DECAY ON THE OPEN SEA THROUGH LACK OF ENERGY (1)***

- **Se produit quand le système dépressionnaire tropical n'est plus soutenu par une alimentation énergétique suffisante (i.e. typiquement quand l'océan sous-jacent devient trop froid - température de surface de la mer inférieure à 26°C).**

Decay occurring when a tropical disturbance is no more thermodynamically sustained, i.e. when evolving over cooler ocean (SST typically less than 26°C).

CYCLOLYSE SUR MER PAR MANQUE D'ENERGIE *DECAY ON THE OPEN SEA THROUGH LACK OF ENERGY (1)*

- Se produit quand le système dépressionnaire tropical n'est plus soutenu par une alimentation énergétique suffisante (i.e. typiquement quand l'océan sous-jacent devient trop froid - température de surface de la mer inférieure à 26°C).

Decay occurring when a tropical disturbance is no more thermodynamically sustained, i.e. when evolving over cooler ocean (SST typically less than 26°C).

⇒ Quand une perturbation tropicale se retrouve confrontée à des eaux trop froides, la convection ne dispose plus de l'apport énergétique nécessaire à son entretien et "s'affaïsse", ce qui se matérialise classiquement par un réchauffement apparent des sommets nuageux les plus froids sur l'imagerie satellitaire IR.

When a storm moves over cold water, the convection rapidly runs out of energy. The resulting subsiding of the convection is generally associated to a clear cloud signature on IR satellite imagery, as the top clouds warm.

⇒ Le processus physique de transformation par lequel les vents s'affaiblissent en quelques heures, est une combinaison de brassage turbulent et de ralentissement progressif du mouvement tourbillonnaire.

The radial wind profile becomes flat in a matter of a few hours and this transformation is physically driven by a combination of vorticity mixing and simple spin-down of the low-level wind.

CYCLOLYSE SUR MER PAR MANQUE D'ENERGIE ***DECAY ON THE OPEN SEA THROUGH LACK OF ENERGY (2)***

Ce type de cyclolyse peut intervenir dans deux situations :

This kind of decay may occur in two situations :

◆ le système dépressionnaire est amené, du fait de sa trajectoire, à évoluer sur des eaux devenant trop froides (température de surface de la mer inférieure au seuil des 26°C),

the storm is driven along its trajectory to move over waters becoming too cold (SST under the threshold of 26°C),

◆ le météore évolue sur des eaux initialement suffisamment chaudes, mais est amené à stationner sur place et provoque lui-même un refroidissement de l'océan sous-jacent tel qu'il va induire son propre affaiblissement.

the storm evolves over initially enough warm waters but is driven to stall more or less on the same location, thus causing the sufficient cooling of the underlying ocean leading to its own weakening.

CYCLOLYSE SUR MER PAR MANQUE D'ENERGIE *DECAY ON THE OPEN SEA THROUGH LACK OF ENERGY (2)*

Ce type de cyclolyse peut intervenir dans deux situations :

This kind of decay may occur in two situations :

◆ le système dépressionnaire est amené, du fait de sa trajectoire, à évoluer sur des eaux devenant trop froides (température de surface de la mer inférieure au seuil des 26°C),

the storm is driven along its trajectory to move over waters becoming too cold (SST under the threshold of 26°C),

⇒ La transition extratropicale est un exemple classique de la première situation. Mais celle-ci peut également s'observer dans le domaine tropical, notamment pour des systèmes de début de saison, se développant à une période de l'année où l'extension méridienne des eaux chaudes est encore restreinte.

Extratropical transition is a typical example of the first kind situation. But this situation is also observed within the tropical domain, especially for early season disturbances which develop at a time when the meridian extension of warm waters is limited.

CYCLOLYSE SUR MER PAR MANQUE D'ENERGIE DECAY ON THE OPEN SEA THROUGH LACK OF ENERGY (3)

Les interactions entre les perturbations tropicales et l'océan sous-jacent peuvent se résumer à deux effets principaux :

The tropical cyclone-ocean system interacts through two main different ways :

- En phase de genèse ou d'intensification le renforcement des vents en surface s'accompagne d'un accroissement du taux d'évaporation et donc d'un renforcement de l'alimentation énergétique humide (interaction positive).

During genesis and development stages, the evaporation rate grows due to the increase in surface wind speed, thus enhancing the moisture supply from the ocean (positive feedback).

- Mais quand les vents deviennent trop forts, ils induisent dans l'océan un brassage turbulent tel qu'ils provoquent un refroidissement de la couche de mélange océanique. La baisse de température de la mer se traduit alors par une réduction des flux de chaleur (latente et sensible) vers l'atmosphère, d'où un affaiblissement du système dépressionnaire tropical (interaction négative).

But when the wind stress increases it generates strong turbulent mixing that cools the underlying ocean, leading to a reduction of the total heat flux (latent plus sensible) into the atmosphere and to the decrease in storm intensity (negative feedback).

CYCLOLYSE SUR MER PAR MANQUE D'ENERGIE **DECAY ON THE OPEN SEA THROUGH LACK OF ENERGY (4)**

⇒ Le mécanisme du refroidissement océanique est le suivant :

- dans un premier temps, le brassage turbulent provoque un épaississement de la couche de mélange océanique et l'entraînement des eaux plus froides de la thermocline;
- dans un deuxième temps, l'upwelling des eaux froides peut s'accompagner d'une réduction de l'épaisseur de la couche de mélange océanique, pouvant dans les cas extrêmes aboutir à sa quasi destruction (et donc à un refroidissement marqué).

The primary mechanism for the ocean cooling is the following :

- in an initial stage, the turbulent mixing in the upper oceanic layer is associated to the deepening of the mixed layer and to entrainment of cooler thermocline water;
- in a second stage, the mixed-layer depth may usually decrease due to the upwelling of cooler water and in some extreme events may even almost completely disappear (thus contributing to extreme cooling of the upper ocean).

⇒ Les flux de chaleur latente et sensible (via le flux d'évaporation) n'interviennent que de manière très secondaire, représentant moins de 20% de la baisse globale de température de surface de la mer induite au passage du cyclone.

The fluxes of latent and sensible heat to the atmosphere through surface evaporation account for less than 20% of the total sea surface temperature decrease.

CYCLOLYSE SUR MER PAR MANQUE D'ENERGIE *DECAY ON THE OPEN SEA THROUGH LACK OF ENERGY (5)*

La réponse de l'océan au forçage des vents de la circulation cyclonique est essentiellement fonction de la vitesse de déplacement du système dépressionnaire :
The ocean response to tropical storm forcing depends mostly on the storm translation speed :

- Les systèmes se déplaçant lentement (moins de 6-7 kt) génèrent un refroidissement nettement plus important (pouvant aller jusqu'à 6-7°C) que les systèmes se déplaçant plus rapidement.

Slow moving storms (storm translation speed less than 6-7 kt) produce much greater cooling (SST decrease up to 6 to 7°C) than faster moving systems.

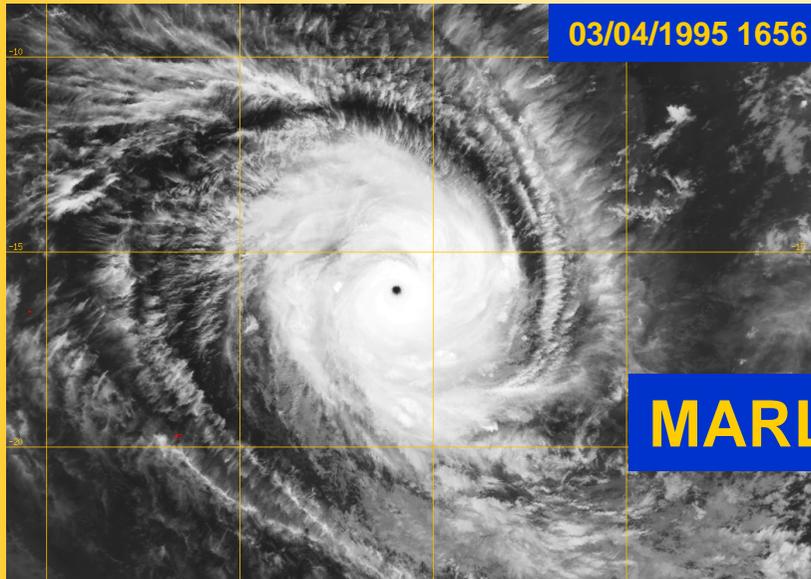
- L'intensité de la perturbation a un impact très limité sur la baisse de température et n'influence que les systèmes se déplaçant lentement et avec des vents maximaux inférieurs à 40 m/s (pour les cyclones plus intenses, la baisse de SST semble indépendante de l'intensité).

Storm intensity has little influence on SST decrease, which seems affected only by slow moving systems with max winds less than 40 m/s (for more intense cyclones SST decrease appears independent of storm intensity).

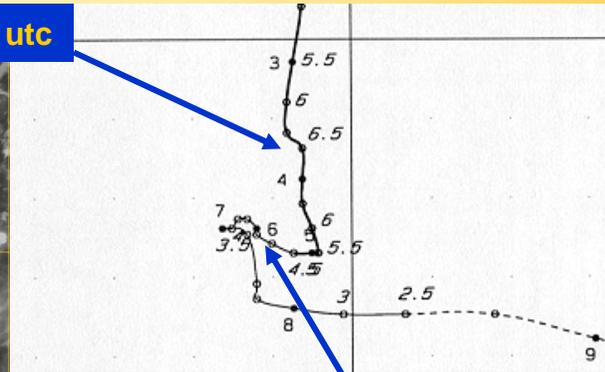
⇒ Le refroidissement océanique atteint son apogée 24 à 36h après le passage du cyclone et est maximal sur la gauche de la trajectoire dans l'hémisphère sud.

The peak ocean cooling is observed 24 to 36h after storm passage and is maximum on the left side of the track (southern hemisphere).

CYCLOLYSE SUR MER PAR MANQUE D'ENERGIE DECAY ON THE OPEN SEA THROUGH LACK OF ENERGY (6)

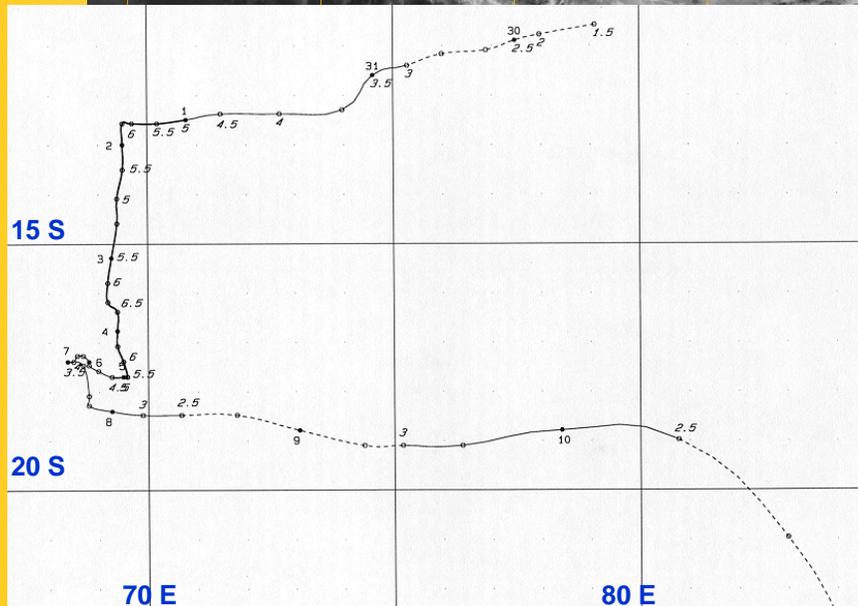
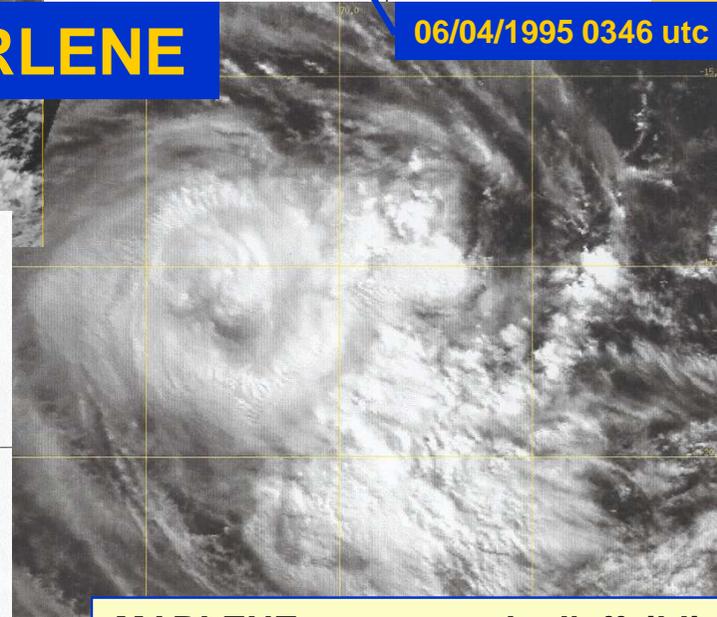


03/04/1995 1656 utc



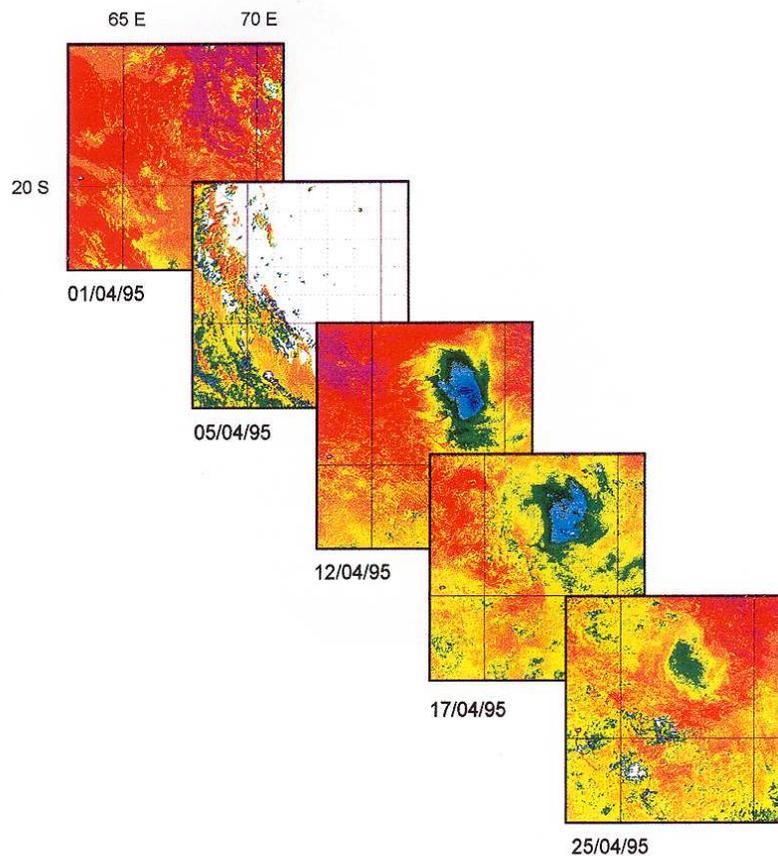
MARLENE

06/04/1995 0346 utc



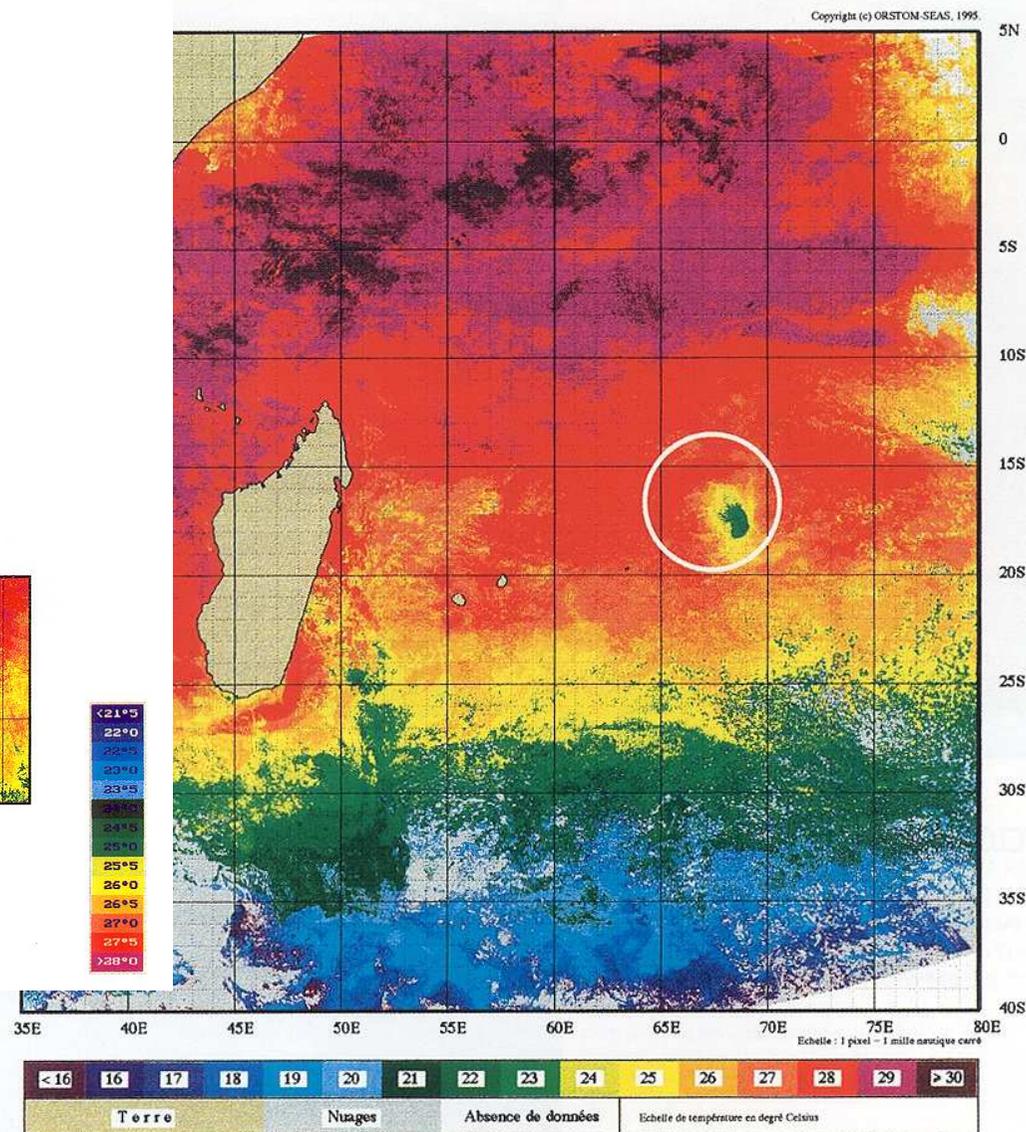
**MARLENE : un exemple d'affaiblissement
par surconsommation énergétique.**
**MARLENE : an example of TC weakening
through lack of energy.**

CYCLOLYSE SUR MER PAR MANQUE D'ENERGIE DECAY ON THE OPEN SEA THROUGH LACK OF ENERGY (7)

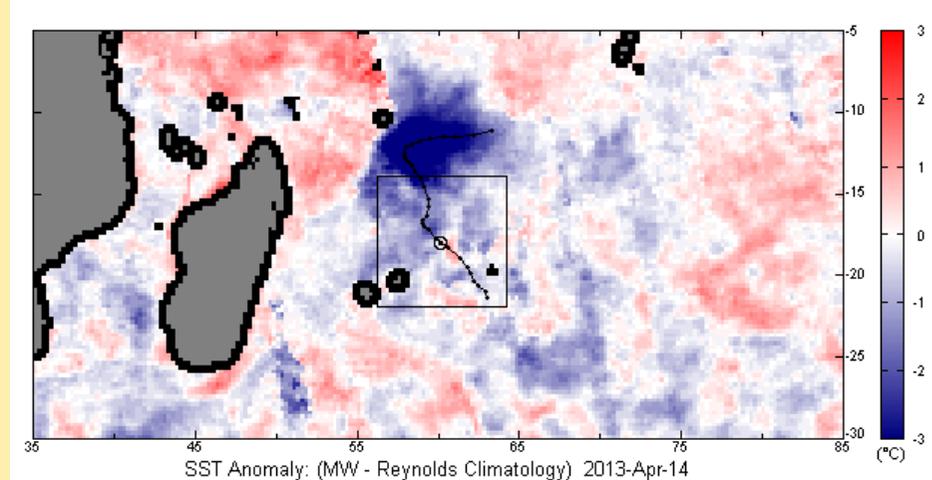
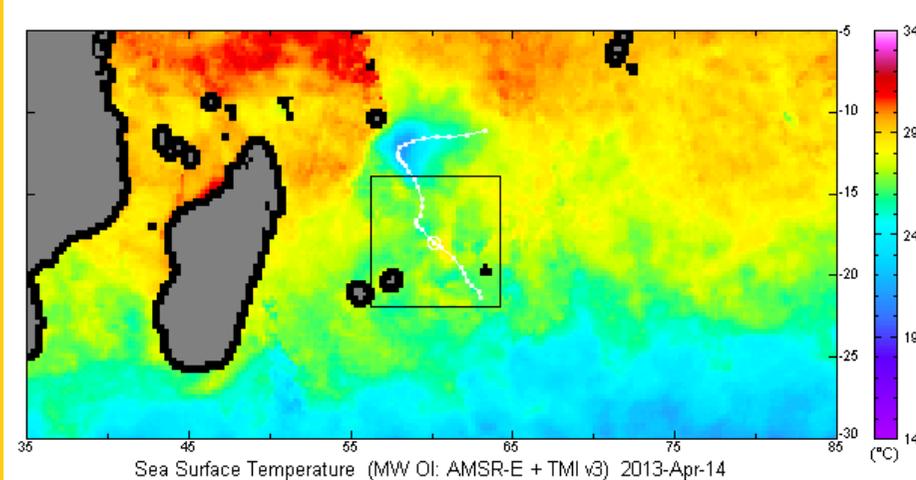
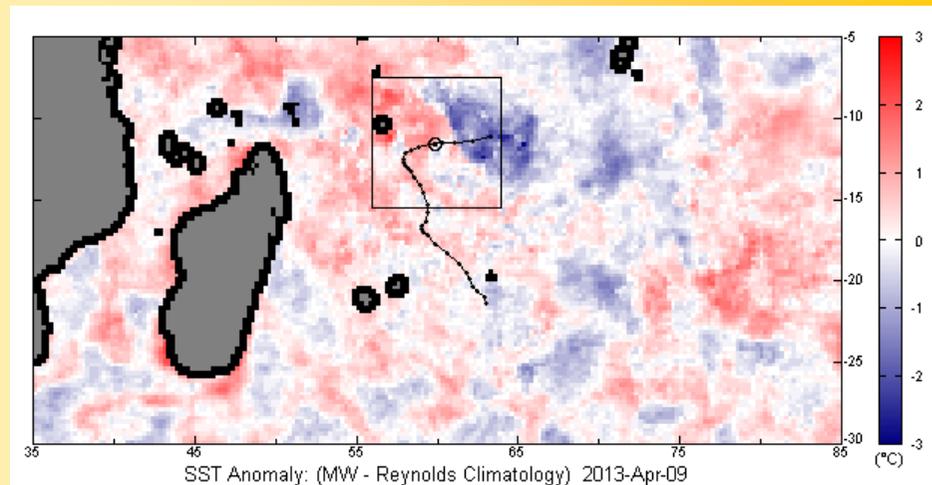
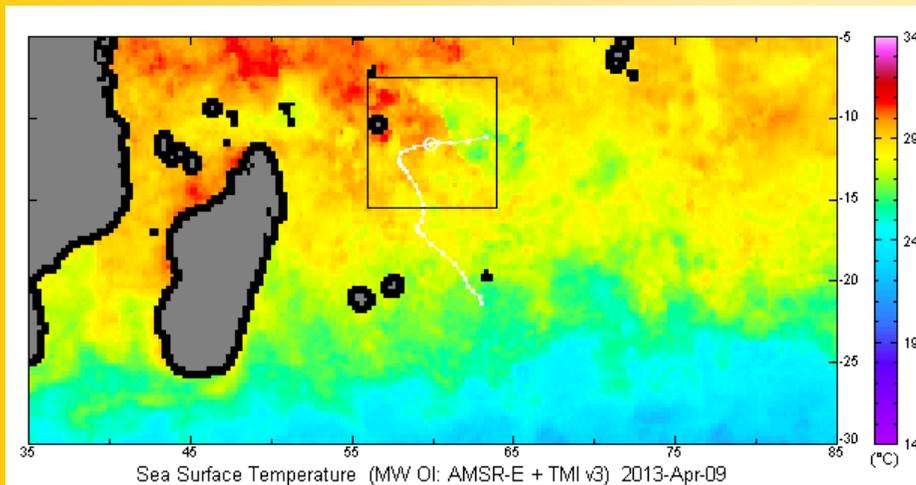


Evolution de la température de surface de la mer avant et après le passage du cyclone tropical intense MARLENE.

Sea Surface Temperature evolution in the SWIO before and after the passage of intense TC MARLENE (April 1995).



CYCLOLYSE SUR MER PAR MANQUE D'ENERGIE DECAY ON THE OPEN SEA THROUGH LACK OF ENERGY (7)



Evolution de la température de surface de la mer avant et après le passage du cyclone tropical IMELDA (9-13 avril 2013).

Sea Surface Temperature evolution before and after the passage of TC IMELDA (9-13 April 2013).

DEGENERESCENCE PAR CISAILLEMENT DE VENT *DECAY THROUGH VERTICAL WIND SHEAR (1)*

Ce type de dégénérescence se produit par suite d'une modification de l'environnement s'accompagnant d'un accroissement trop important du cisaillement de vent au niveau de la perturbation. Elle peut provoquer la cyclolyse du météore, à plus ou moins brève échéance suivant la puissance de la contrainte cisailée.

This kind of decay occurs when a modification in the surrounding environment of the disturbance leads to a significant increase in the vertical wind shear and may induce the cyclolysis of the system at more or less short range.

⇒ Le cisaillement de vent s'accompagne d'un découplage vertical entre l'altitude et la surface. Un cas très fréquent d'affaiblissement par cisaillement de vent correspond au cas de systèmes pénétrant dans une zone de vents forts en altitude et subissant dès lors l'impact de la ventilation excessive générée par ce flux unidirectionnel (pouvant amener à la destruction -parfois très brutale- de la structure nuageuse du météore).

The vertical wind shear induces decoupling along the vertical between the low and upper levels. A frequent situation of weakening through wind shear occurs when a storm impinges on an area of strong unidirectional upper-level winds and thus undergoes the sometimes staggering blow of the enhanced ventilation leading to the deconstruction of the cloud system.

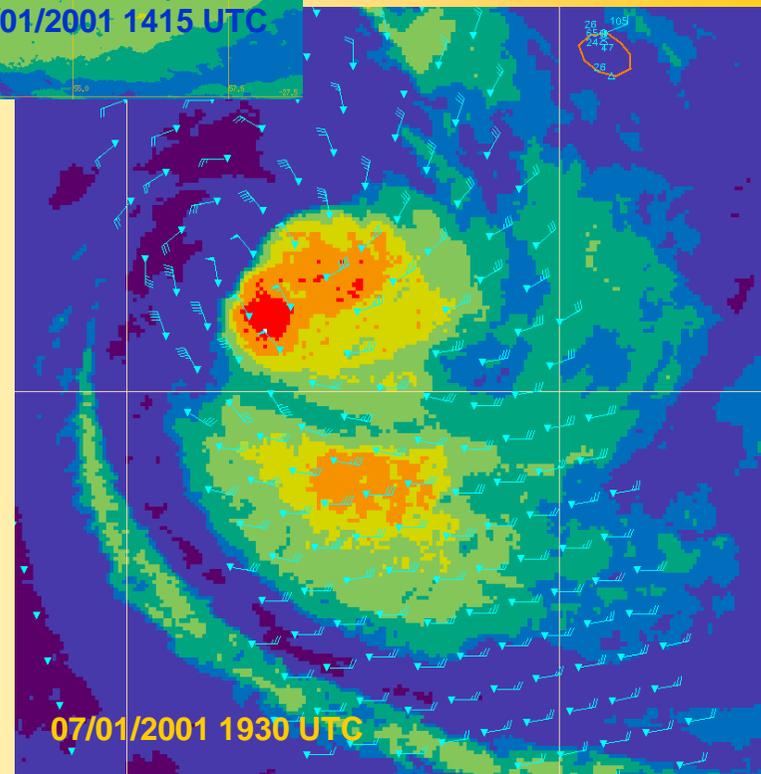
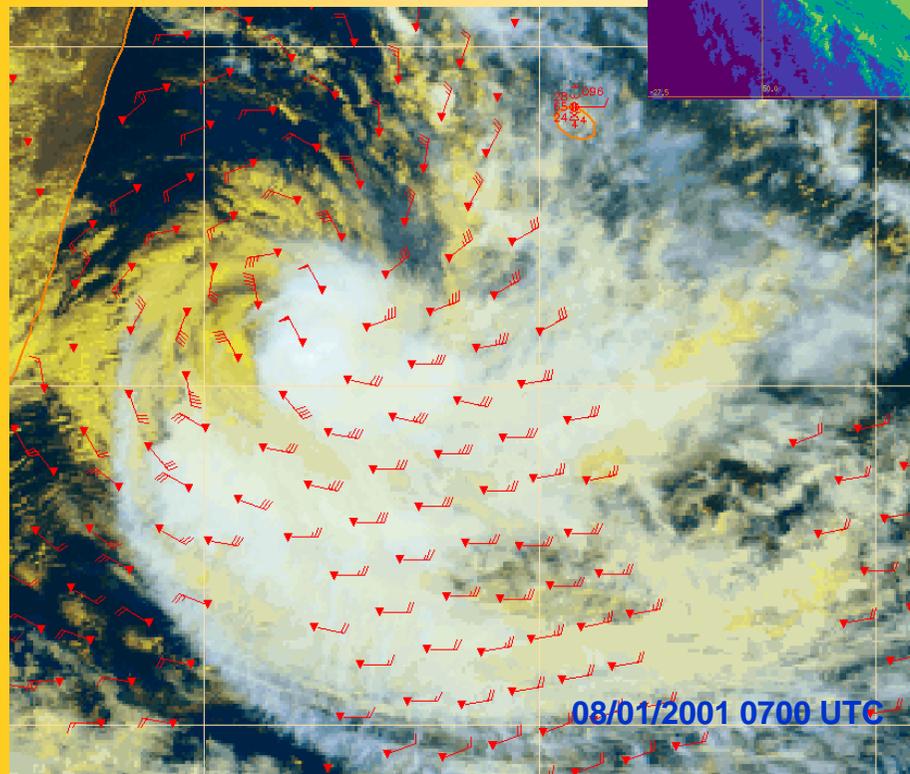
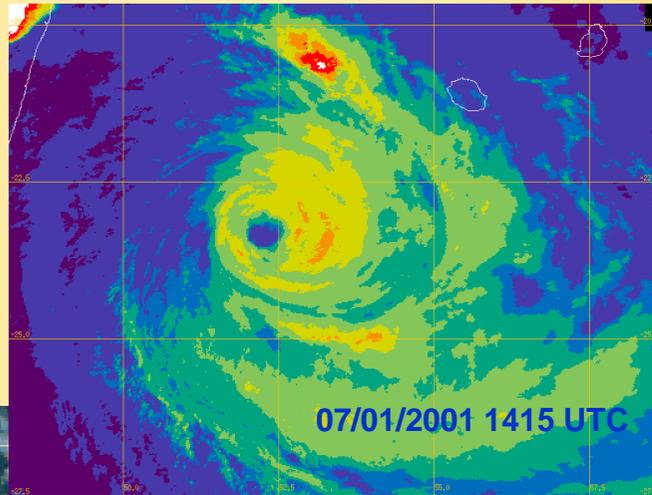
⇒ Pour un système dépressionnaire mature, on considère généralement qu'un cisaillement de vent de l'ordre de 30-40 kt est un seuil critique au-delà duquel la structure du cyclone ne peut résister sans être sévèrement affectée.

For a mature cyclone, a vertical wind shear of 30 to 40 kt is generally considered as the critical threshold of the sustainable shear beyond which the structure of the storm is severely affected.

DEGENERESCENCE PAR CISAILLEMENT DE VENT DECAY THROUGH VERTICAL WIND SHEAR (2)

Cisaillement vertical de vent (d'ouest) sur ANDO (7 janvier 2001).

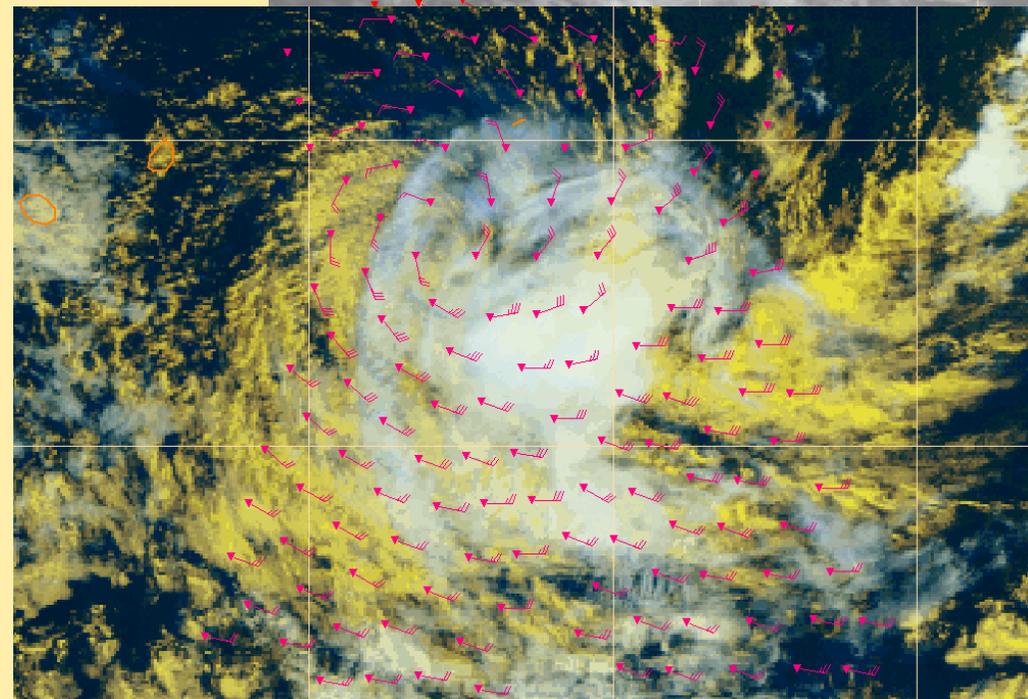
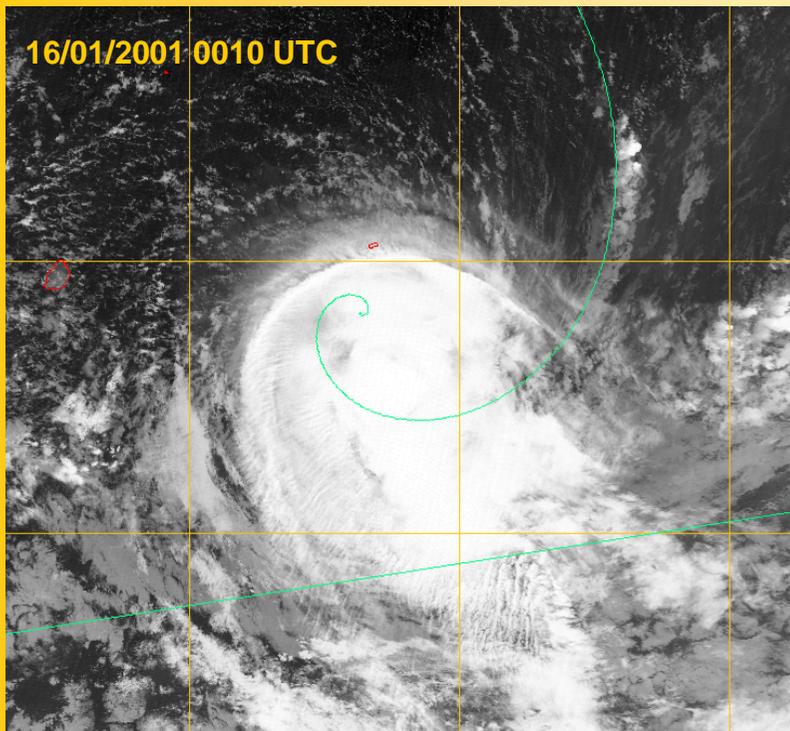
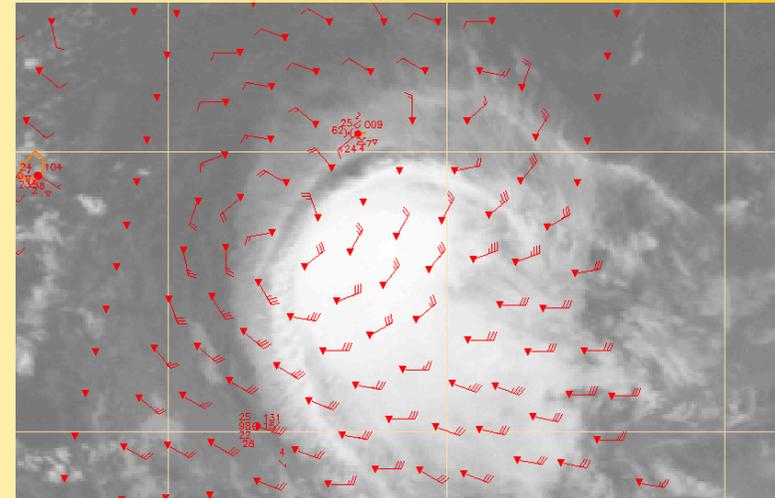
Strong vertical westerly wind shear for ANDO (January 2001).



DEGENERESCENCE PAR CISAILLEMENT DE VENT *DECAY THROUGH VERTICAL WIND SHEAR (3)*

Cisaillement vertical de vent (de nord-ouest)
sur BINDU (janvier 2001).

Vertical northwesterly wind shear for BINDU
(January 2001).



EVACUATION DANS LE DOMAINE EXTRATROPICAL ***EXTRATROPICAL TRANSITION (1)***

Quand, du fait de sa trajectoire, un système s'évacue dans le domaine extratropical, il pénètre dans l'environnement barocline des latitudes moyennes et se retrouve en outre confronté à des eaux devenant plus froides.

Il subit de ce fait une phase d'évolution complexe durant laquelle de l'air plus froid pénètre dans la partie ouest de la circulation dépressionnaire, alors que de la convection demeure par ailleurs présente, au moins temporairement, au cœur du système.

Durant cette phase de transformation, dénommée « transition extratropicale », la perturbation présente une structure très changeante qui mélange des caractéristiques tropicales et extratropicales rendant l'analyse de ce type de système très délicate.

When a tropical cyclone leaves the tropical domain and penetrates into the middle latitudes, it encounters baroclinic environment while moving over colder water. It thus undergoes a complex stage of evolution as cooler air enters the western portions of the circulation while still retaining a concentrated core with active convection.

During transformation, called « extratropical transition », the storm may be a confusing and rapidly changing mixture of tropical and extratropical characteristics.

EVACUATION DANS LE DOMAINE EXTRATROPICAL

EXTRATROPICAL TRANSITION (2)

⇒ L'environnement barocline associé à la rencontre du flux perturbé d'ouest des latitudes moyennes s'accompagne fréquemment d'un renforcement du cisaillement de vent, amenant généralement à l'affaiblissement rapide par cisaillement de vent du météore (se conjuguant éventuellement à l'affaiblissement généré par la rencontre d'eaux plus froides, suivant la latitude à laquelle s'opère la transition extratropicale). Le système entre alors en phase de dissipation extratropicale.

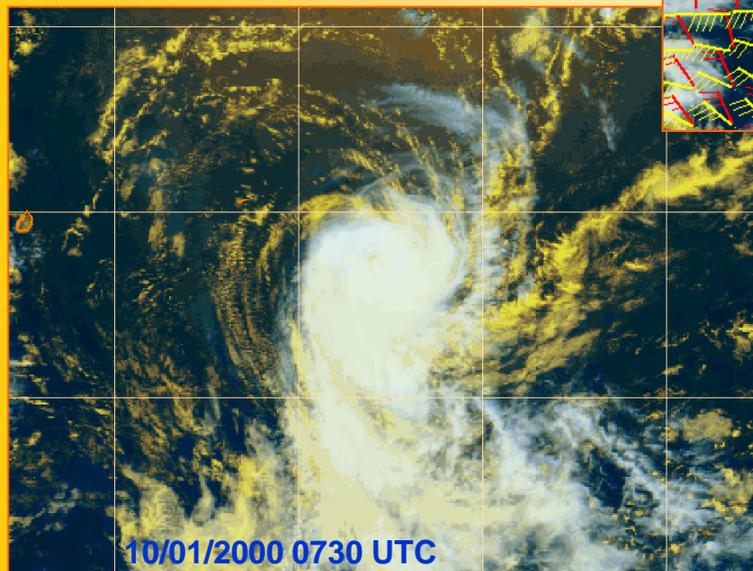
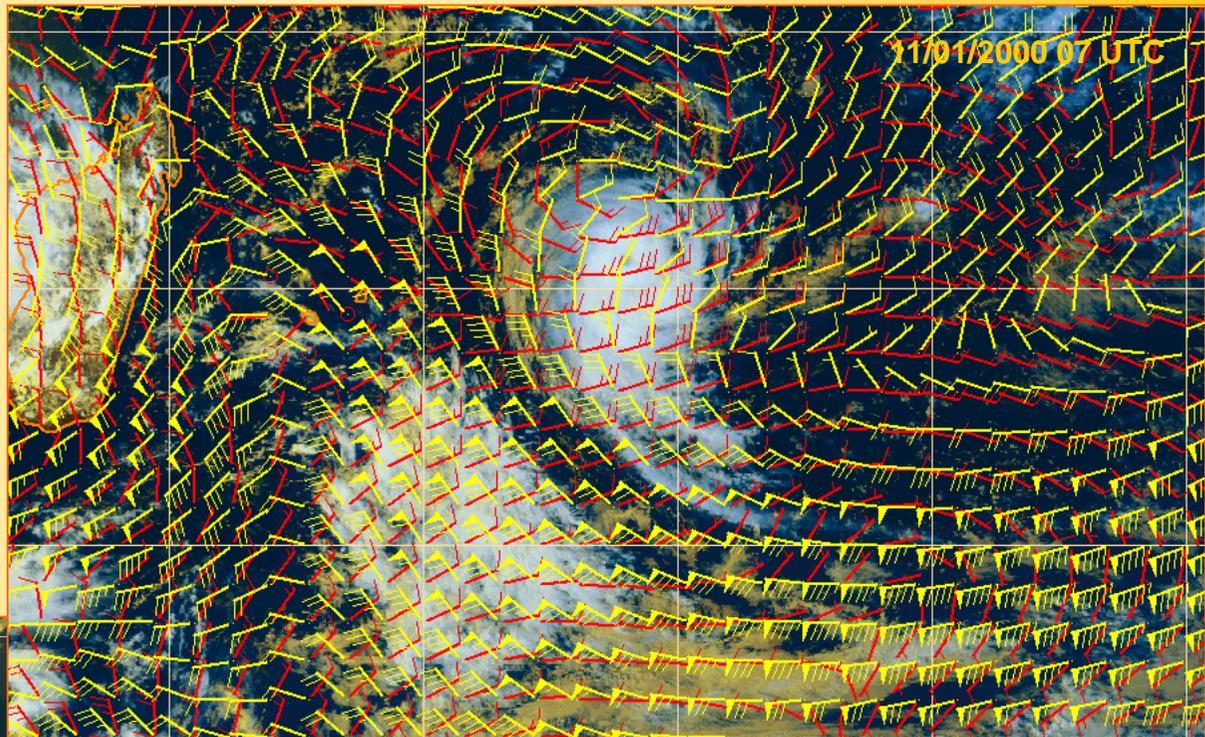
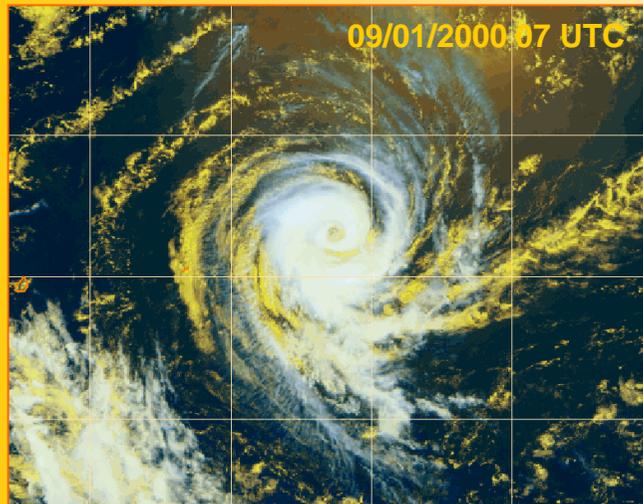
The vertical wind shear induces decoupling along the vertical between the low and upper levels. A frequent situation of weakening through wind shear occurs when a storm impinges on an area of strong unidirectional upper-level winds and thus undergoes the sometimes staggering blow of the enhanced ventilation leading to the deconstruction of the cloud system.

⇒ Il existe cependant des cas où la transition extratropicale ne s'accompagne pas d'un renforcement rédhibitoire du cisaillement de vent. Dans ces situations où le flux demeure relativement homogène suivant la verticale, le système dépressionnaire tropical s'évacue en conservant beaucoup plus durablement ses caractéristiques tropicales : on parle alors de « capture » extratropicale.

Ce système pourra alors connaître une seconde vie en tant que perturbation des latitudes moyennes, ou pourra venir fusionner avec une dépression barocline pré-existante (provoquant généralement un creusement de celle-ci, par apport d'humidité et d'énergie diabatique), ou bien venir interagir avec une zone frontale avec création d'une ondulation.

There are situations when extratropical transition is not accompanied with drastic strengthening of the vertical wind shear. In such case the storm may be « captured » within the relatively homogeneous flow and will accelerate towards the middle latitudes while keeping some tropical characteristics longer. It may thus start a second life-cycle as a mid-latitude depression or may merge with a pre-existing extratropical low or interact with a frontal zone inducing a new wave.

EVACUATION DANS LE DOMAINE EXTRATROPICAL *EXTRATROPICAL TRANSITION (3)*



Le cyclone tropical BABIOLA quelques jours avant sa phase de transition extratropicale (janvier 2000).

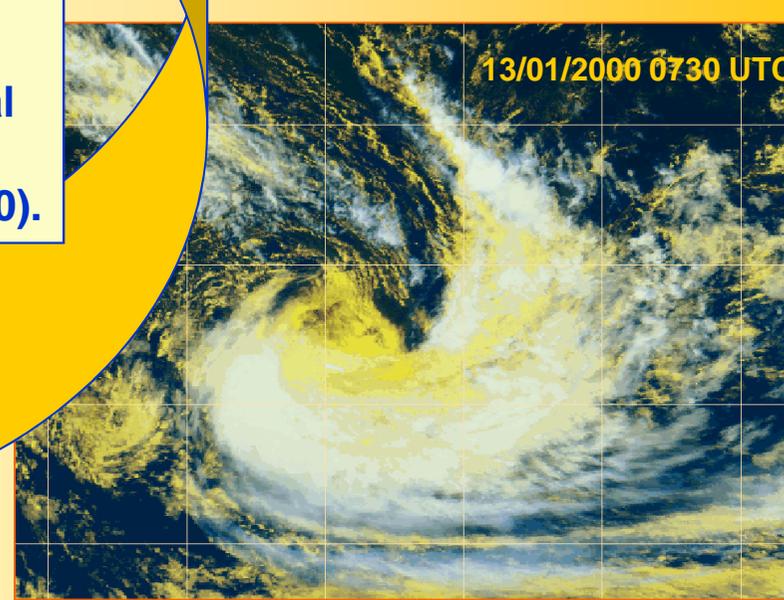
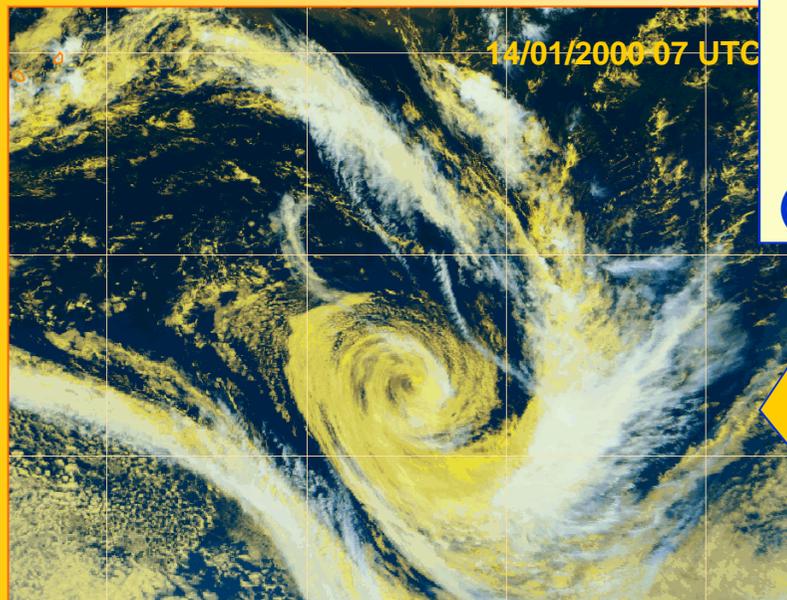
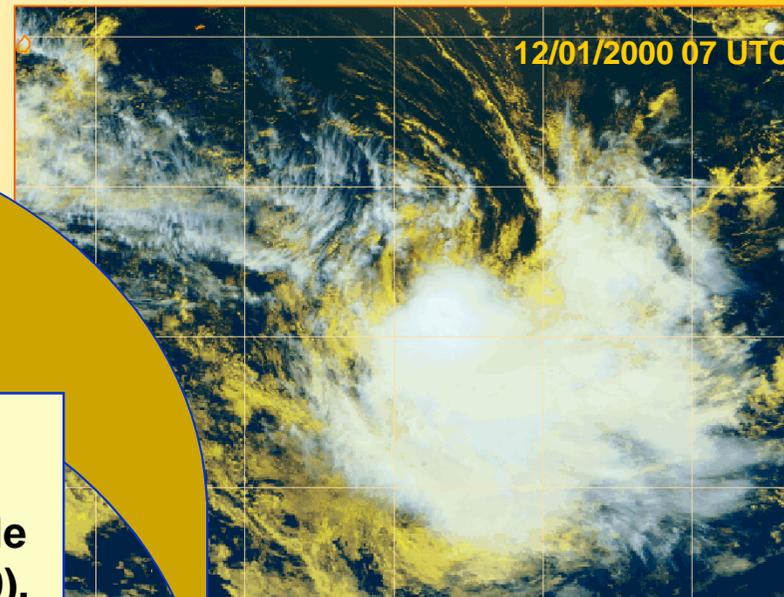
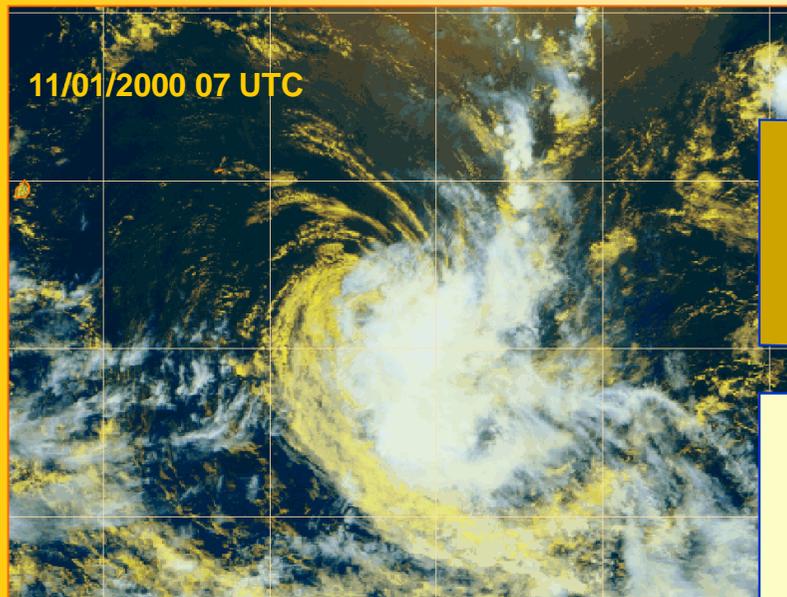
Ci-dessus la situation d'altitude avec les vents à 850 hPa (en rouge) et à 200 hPa (en jaune).

Tropical cyclone BABIOLA a few days before extratropical transition (January 2000).

Above : the upper level winds at 850 hPa (in red) and 200 hPa (in yellow)

EVACUATION DANS LE DOMAINE EXTRATROPICAL

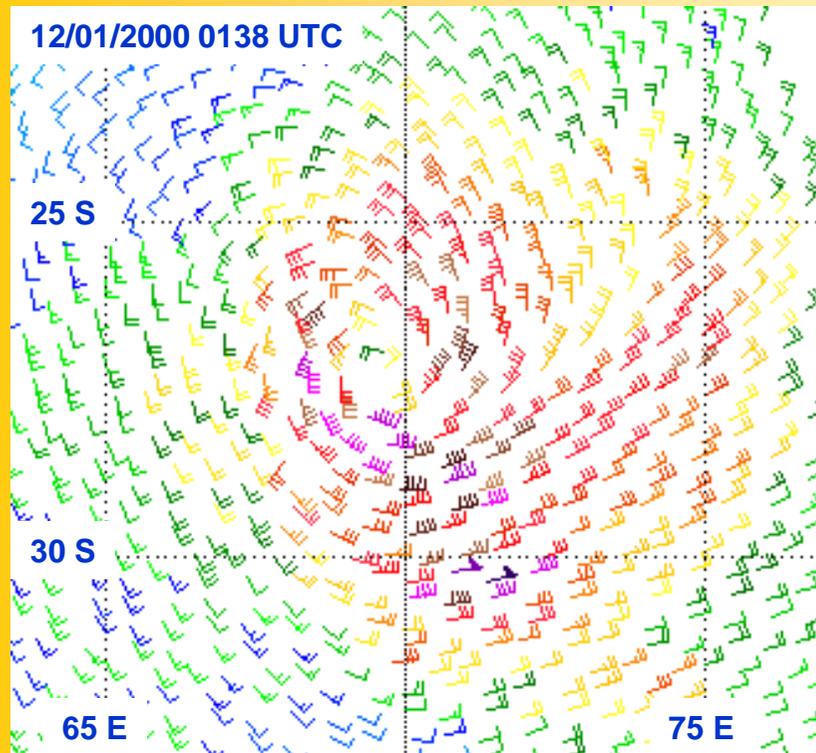
EXTRATROPICAL TRANSITION (4)



BABIOLA :
transition
extratropicale
(janvier 2000).

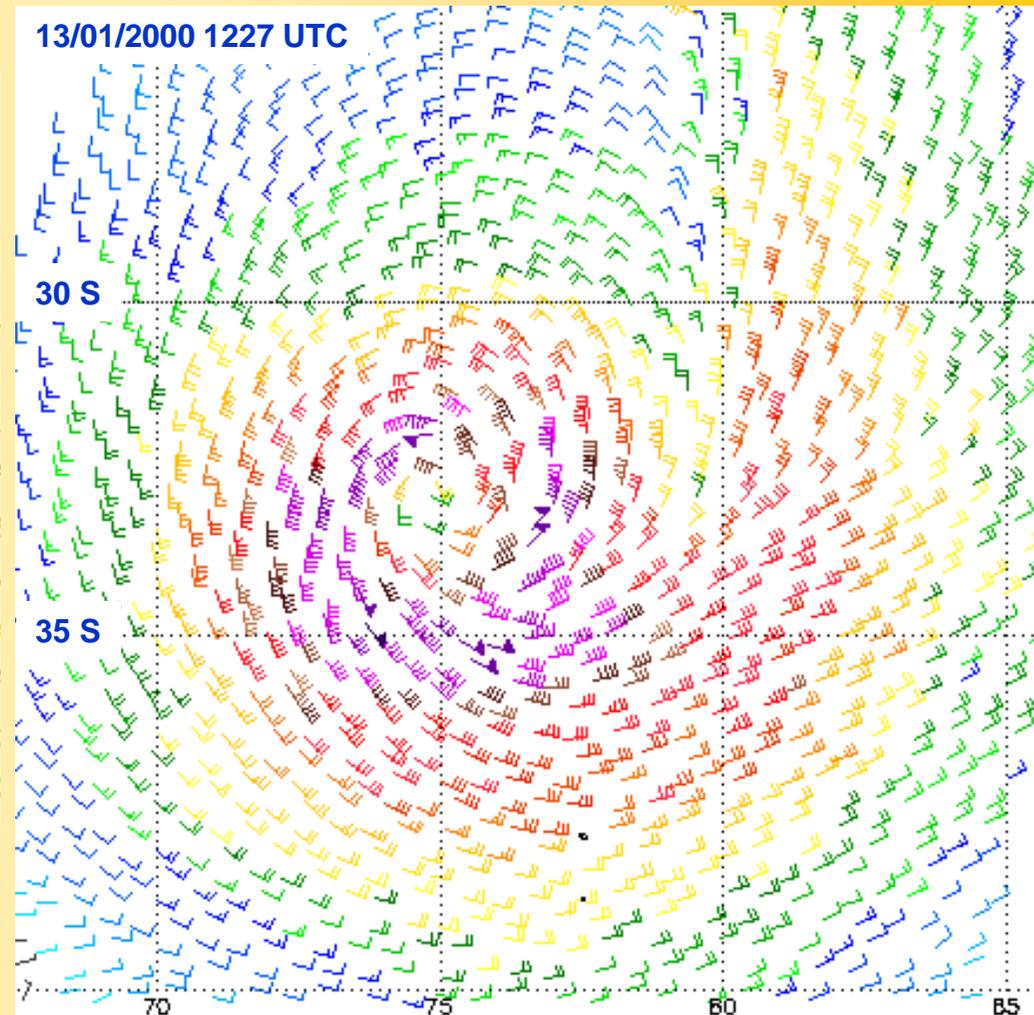
BABIOLA :
extratropical
transition
(January 2000).

EVACUATION DANS LE DOMAINE EXTRATROPICAL *EXTRATROPICAL TRANSITION (5)*



Lors des phases de transition extratropicale, le champ de vents devient très asymétrique et tend à se dilater, avec une zone de vents faibles près du centre.

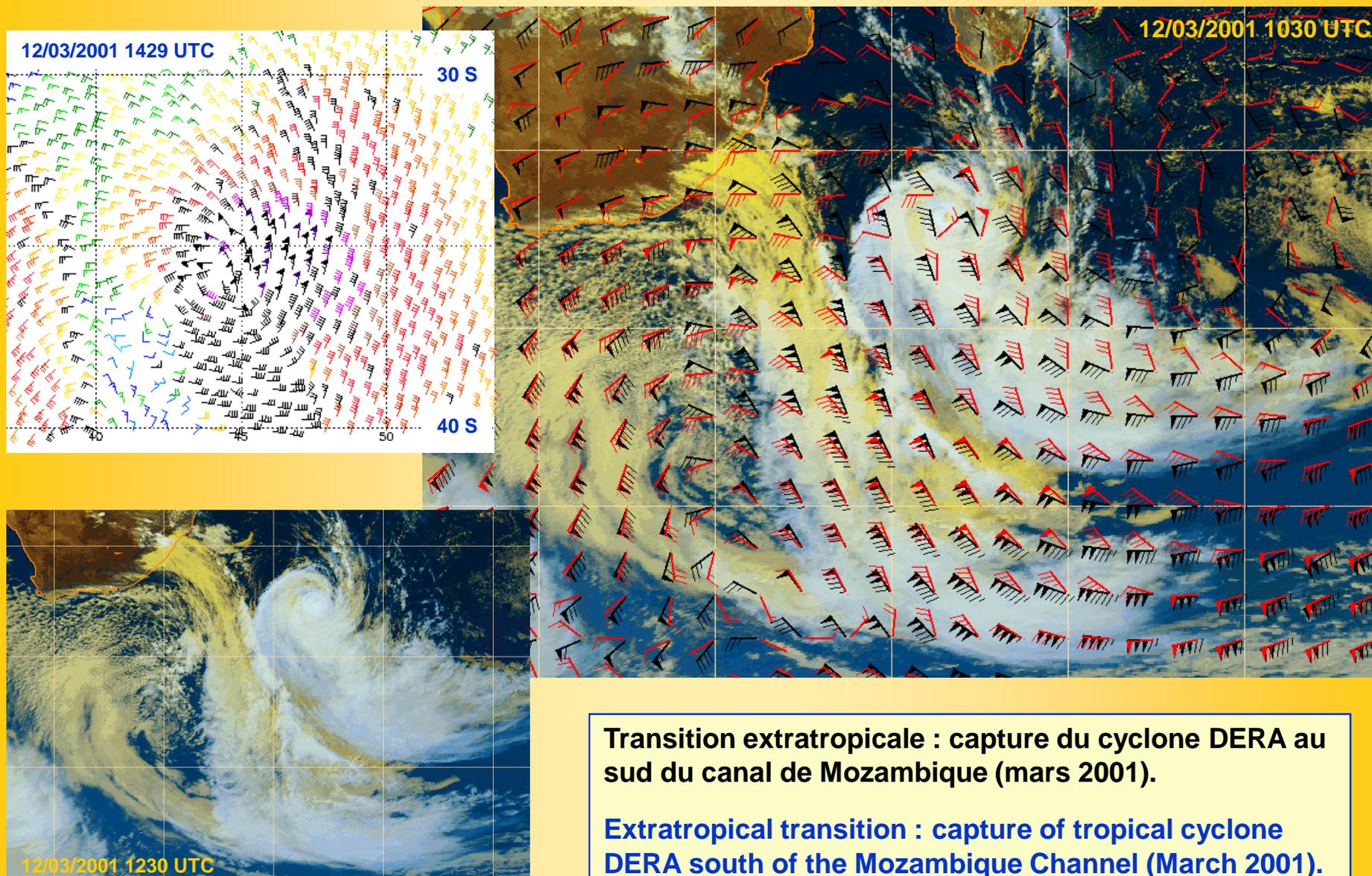
BABIOLA (janvier 2000).



During extratropical transition, the storm generally expands and spreads strong winds and high seas over a much larger area while weak winds are present near the centre.

EVACUATION DANS LE DOMAINE EXTRATROPICAL

EXTRATROPICAL TRANSITION (6)

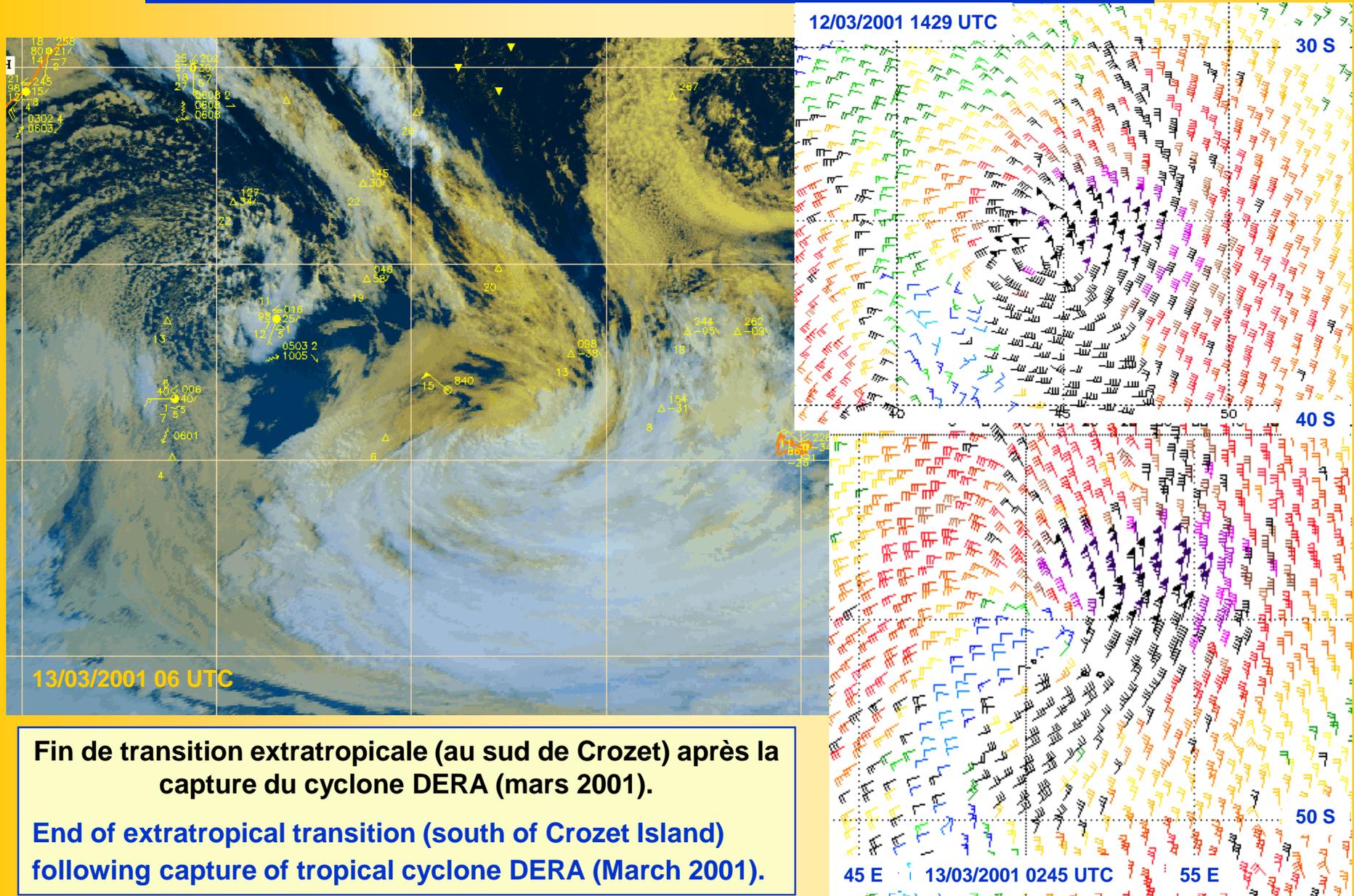


Transition extratropicale : capture du cyclone DERA au sud du canal de Mozambique (mars 2001).

Extratropical transition : capture of tropical cyclone DERA south of the Mozambique Channel (March 2001).

EVACUATION DANS LE DOMAINE EXTRATROPICAL

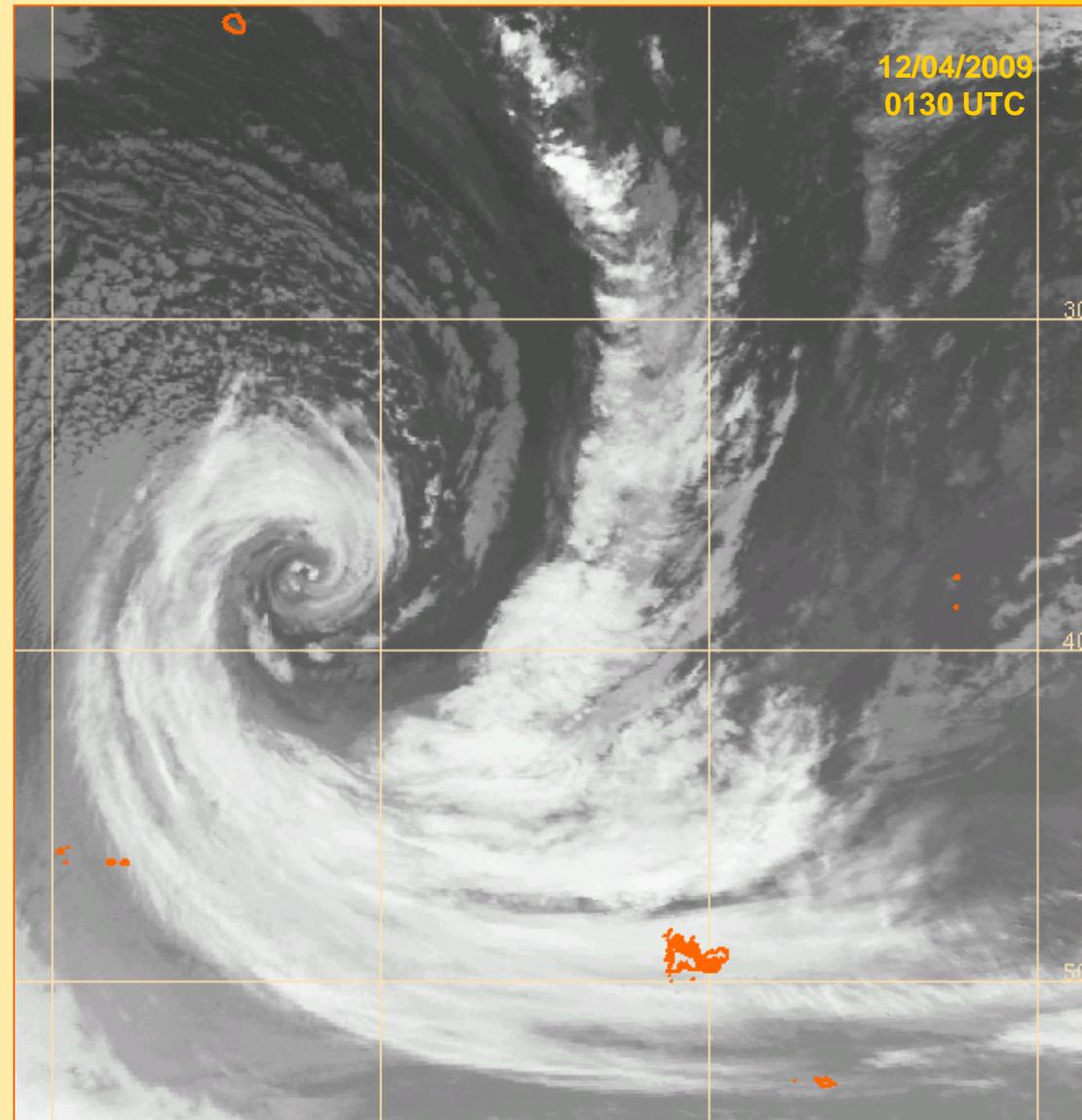
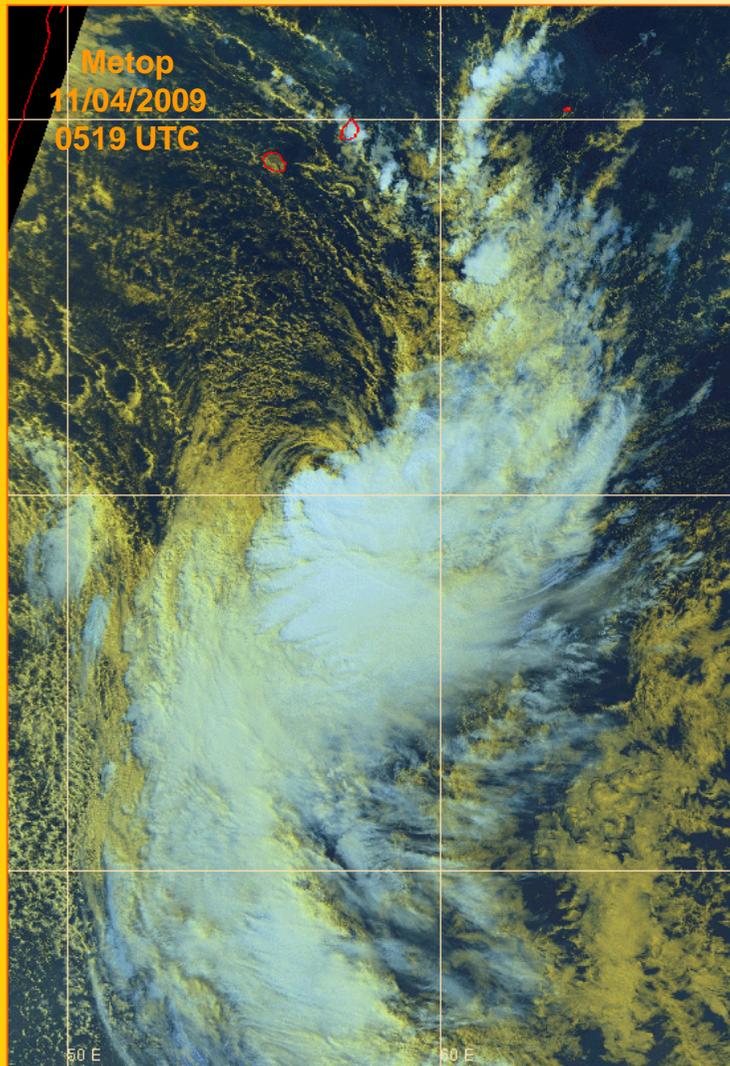
EXTRATROPICAL TRANSITION (7)



Fin de transition extratropicale (au sud de Crozet) après la capture du cyclone DERA (mars 2001).

End of extratropical transition (south of Crozet Island) following capture of tropical cyclone DERA (March 2001).

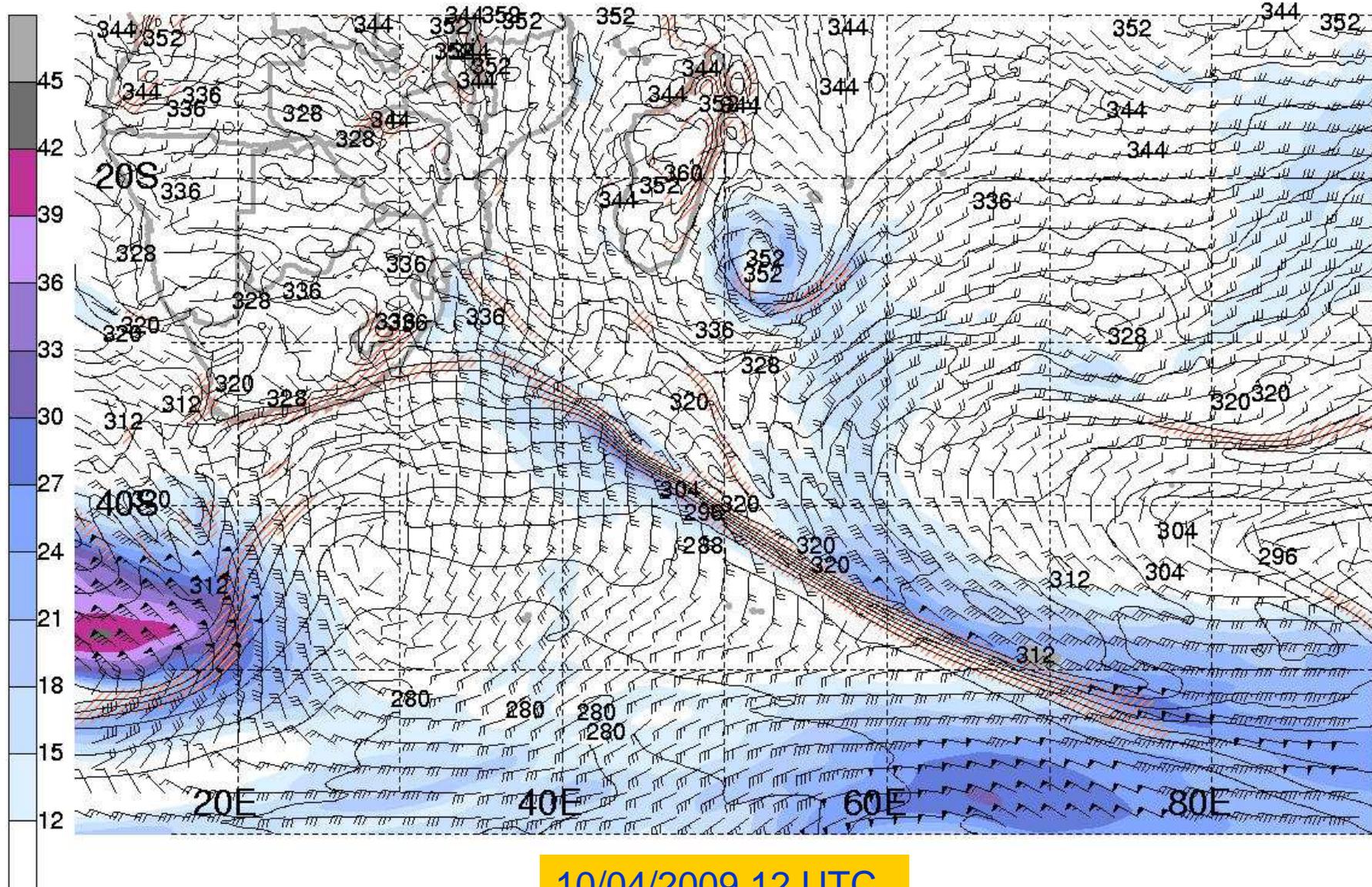
EXTRATROPICAL TRANSITION of JADE (8)



Ex-JADE : une transition extra-tropicale explosive ($P_{\min} = 948$ hPa – validé par obs. de bouée dérivante).

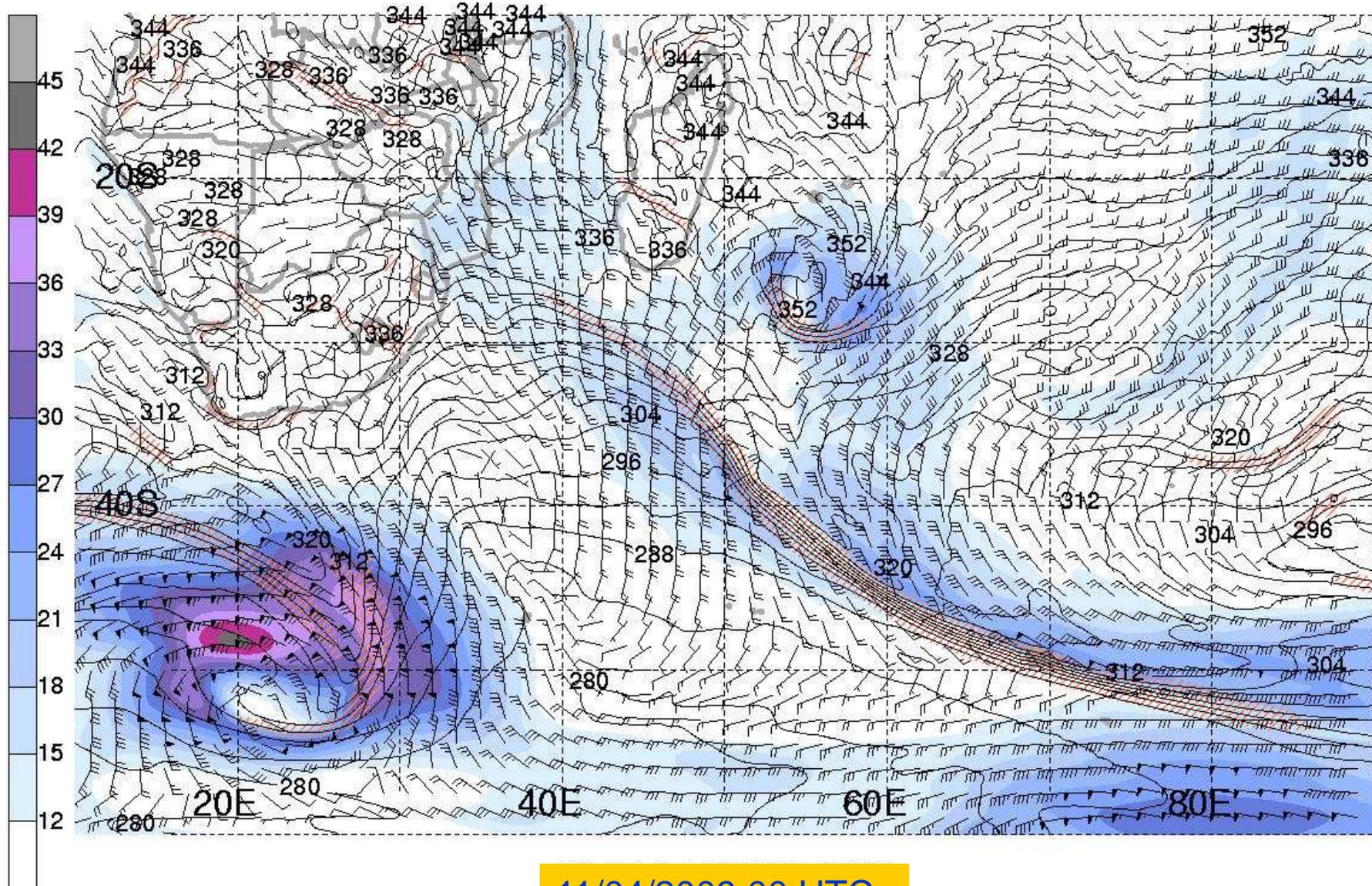
Ex-JADE : an explosive deepening during extratropical transition (MSLP = 948 hPa – drifting buoy obs.)

EXTRATROPICAL TRANSITION of JADE



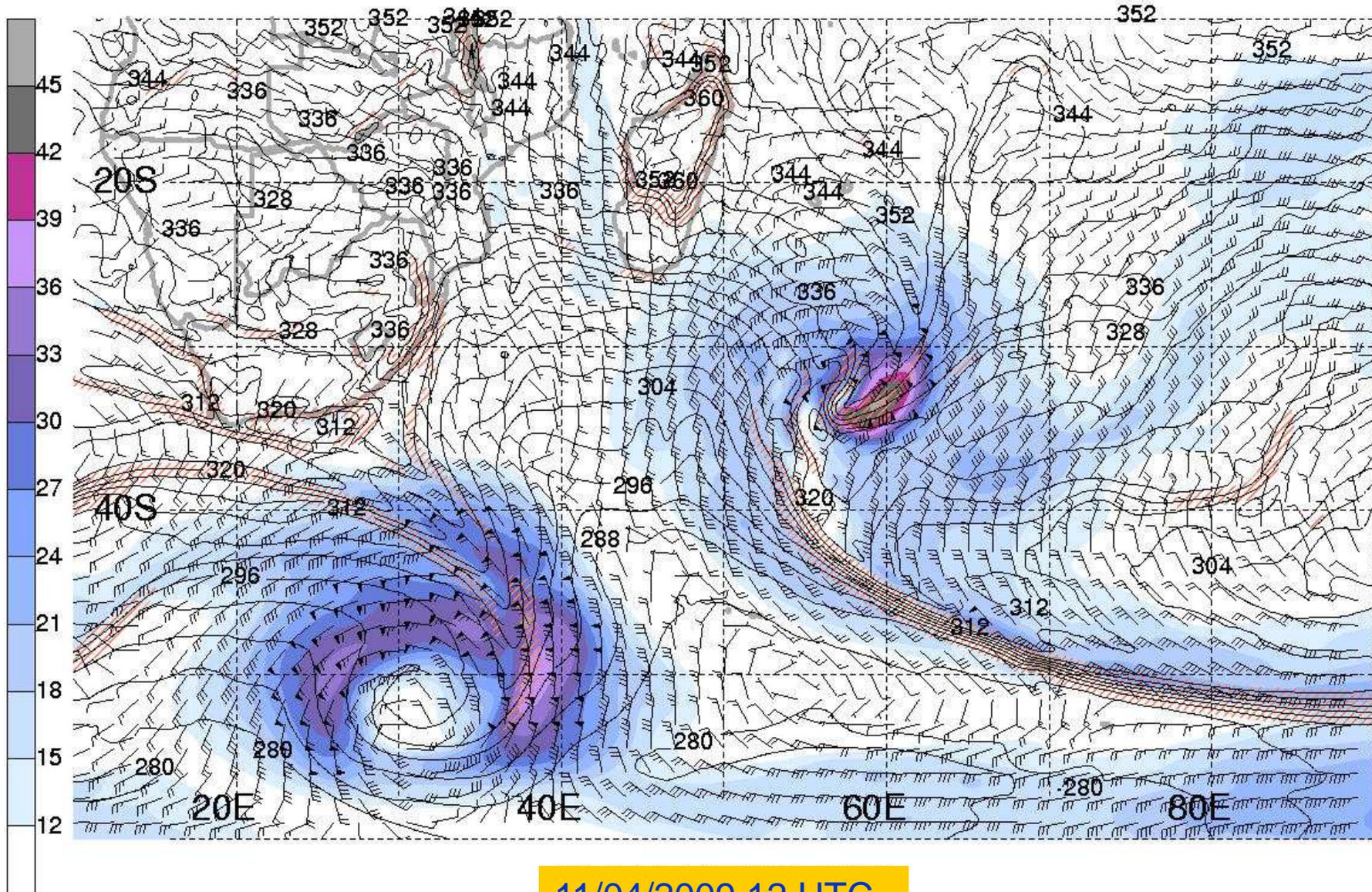
10/04/2009 12 UTC

EXTRATROPICAL TRANSITION of JADE



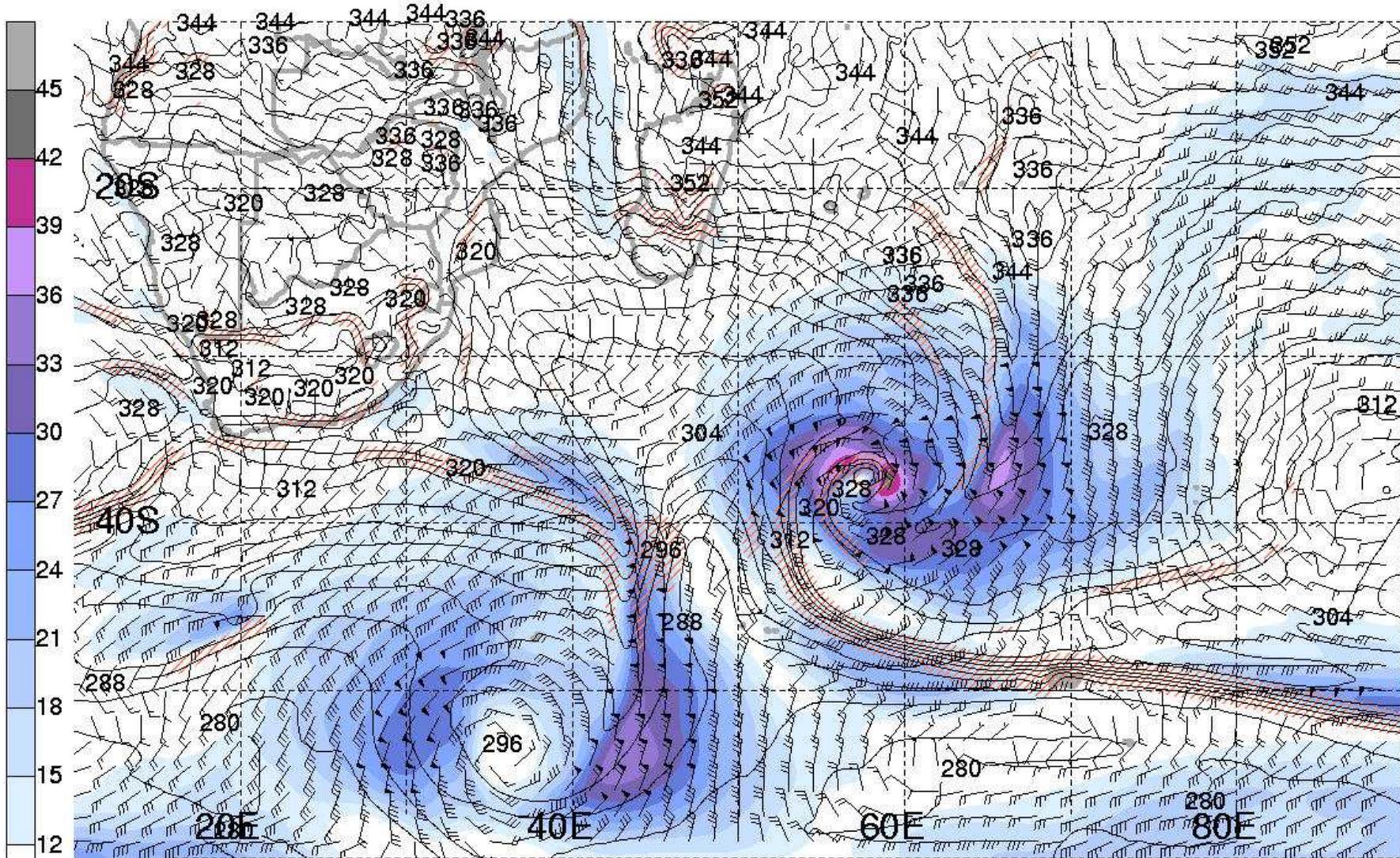
11/04/2009 00 UTC

EXTRATROPICAL TRANSITION of JADE



11/04/2009 12 UTC

EXTRATROPICAL TRANSITION of JADE



12/04/2009 00 UTC