

Dina

Cyclone Tropical Intense du 16 au 28 janvier 2002

Intense Tropical Cyclone « Dina » (16 January-28 January 2002)



FORMATION

Les prémices de la future perturbation DINA apparaissent dès le 15 janvier sur le Centre de l'Océan Indien, dans le secteur est de l'archipel des CHAGOS, sous la forme d'un début d'ondulation au sein de la Zone de Convergence Intertropicale. Le lendemain, cette impression initiale de configuration de pré-genèse se confirme, avec des éléments nuageux qui prennent une courbure affirmée au sein du flux de mousson associé à une forte activité nuageuse et convective, tandis qu'un minimum dépressionnaire, estimé à 1004 hPa l'après-midi, devient dans le même temps identifiable, à quelque 750 km à l'est de l'île de DIEGO-GARCIA et à près de 3000 km au nord-est de LA RÉUNION. Ce minimum évolue dans un environnement associé à un flux d'est à nord-est présent à tous niveaux, sur la façade nord d'une puissante cellule de hautes pressions, axée au sud du 20^e parallèle sud et s'étendant verticalement à l'ensemble de la troposphère. En haute troposphère, ce flux est très diffluent, rendant la divergence d'altitude plutôt favorable. Il apparaît par contre associé à un cisaillement vertical de vent de secteur est modéré et a priori peu favorable à un développement rapide, du moins si l'on en croit les données diffusées par le Cimss de l'université de Madison, qui estime ce cisaillement de vent à une vingtaine de nœuds. On peut émettre quelques interrogations quant à la validité de ce diagnostic, tant cette contrainte cisailée n'apparaît pas flagrante au vu de l'imagerie satellitaire,

le minimum dépressionnaire demeurant en particulier en phase avec l'activité convective, même si celle-ci, encore très fluctuante, se développe effectivement majoritairement dans son secteur ouest. Le décalage très rapide de la perturbation vers l'ouest, puis le sud-ouest (à environ 40 km/h de vitesse moyenne durant la majeure partie de la journée du 17 janvier), plaide par ailleurs dans le sens de la présence d'un flux de secteur est à nord-est relativement homogène suivant la verticale et donc pour un cisaillement de vent moindre que celui annoncé. Même si les configurations de cisaillement associées à un flux troposphérique d'est généralisé sont nettement moins pénalisantes en terme de cyclogenèse, on ne peut, en outre, s'empêcher de mettre en avant l'élément de doute le plus patent quant à la puissance réelle de ce cisaillement vertical de vent, à savoir le comportement même de la perturbation. Celle-ci va, en effet, connaître une cyclogenèse à l'évidence absolument pas contrariée, et même carrément explosive, tant elle va être rapide et efficace, surclassant le dernier exemple mémorable de cyclogenèse de ce type, à savoir celle du cyclone CONNIE en janvier 2000. Cette fois, 36h seulement vont s'écouler entre le moment où le système dépressionnaire sera analysé en perturbation tropicale et celui où il sera classé au stade de cyclone tropical (contre 48h pour CONNIE).

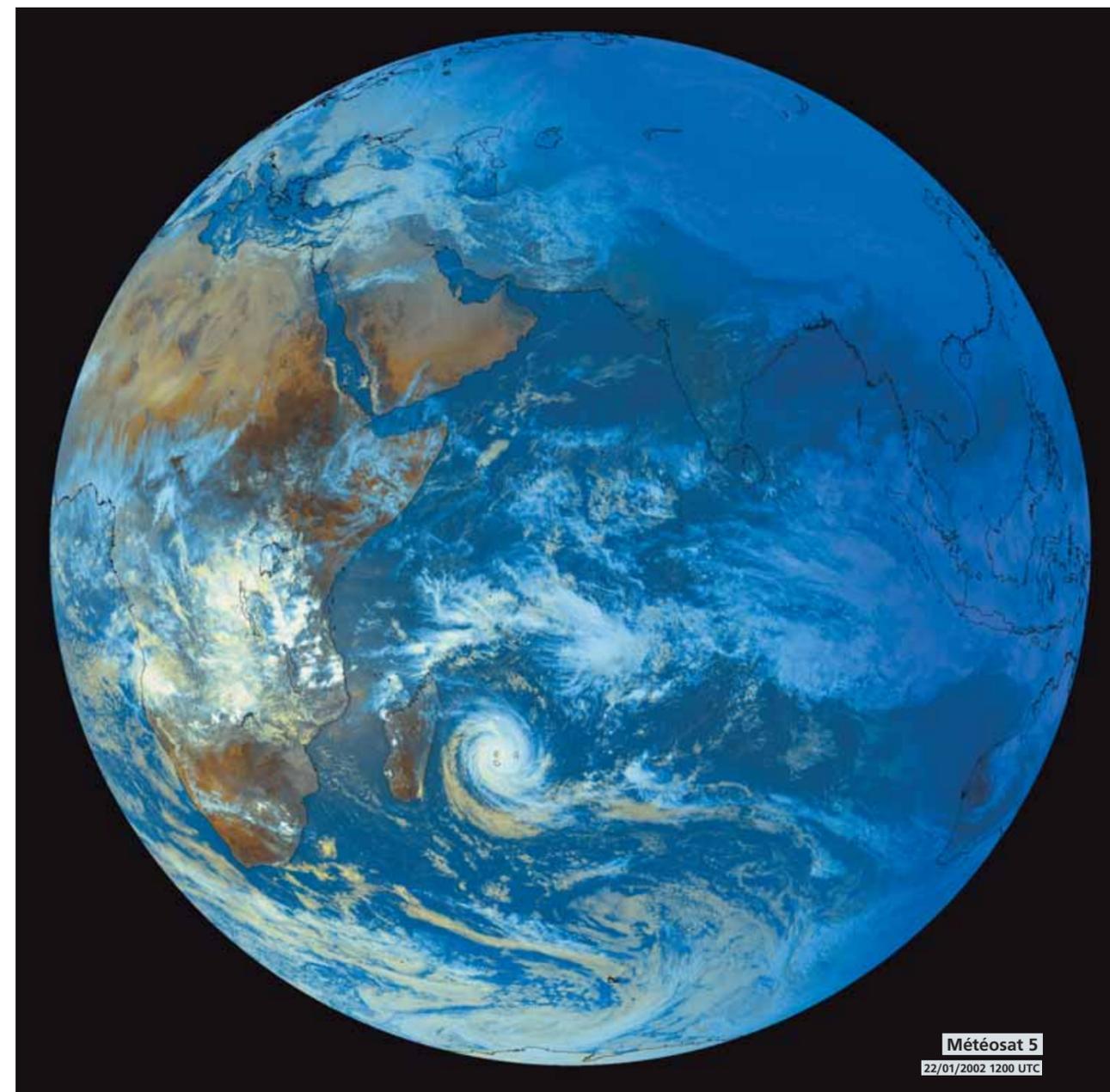
ÉVOLUTION

Perturbation tropicale dans la nuit du 16 au 17, dépression tropicale en matinée

du 17, puis tempête tropicale modérée 6h plus tard, DINA est baptisée dès la fin d'après-midi de cette même journée du 17 janvier. Ce taux d'intensification au rythme effréné d'un demi-point toutes les 6h sur l'échelle de Dvorak (limite supérieure autorisée en début de vie par Dvorak), se maintient près de 36h durant, faisant ainsi brûler toutes les étapes à la perturbation, qui, dès le milieu de journée du 18 janvier, devient cyclone tropical, après seulement deux jours d'existence (alors qu'un développement normal requiert en moyenne 5 jours pour arriver à ce stade)!

Le petit œil, clairement défini sur l'imagerie visible du début d'après-midi, disparaît ensuite jusqu'au lendemain sur l'imagerie classique, occulté qu'il est par la voile de cirrus recouvrant le petit CDO central. Mais il demeure bien apparent sur l'imagerie micro-onde, mesurant à peine 20 km de diamètre dans la nuit du 18 au 19. Cette petitesse est à l'image du météore, DINA présentant alors une structure nuageuse extrêmement réduite (le cœur du cyclone faisant moins de 200 km de diamètre, avec un CDO central concentré sur à peine 70 km d'extension horizontale).

Après s'être déplacé très rapidement durant cette phase initiale de creusement (temporairement à plus de 40 km/h le 17), DINA ralentit ensuite sensiblement, tout en gardant un cap au sud-ouest, en bordure nord-ouest d'une cellule anticyclonique de moyenne et haute troposphère. La perturbation est attirée en direction d'une faiblesse dans le champ de



DINA, un cyclone mémorable pour les MASCAREIGNES. Sur cette vue du globe prise depuis le satellite géostationnaire Météosat 5, la nuit tombée sur l'Est de l'Océan Indien, ainsi que la nuit polaire de l'hiver sibérien, mettent en lumière le cyclone tropical DINA, qui, après avoir sévi à MAURICE, affecte alors LA REUNION, celle-ci subissant à cette occasion son épisode cyclonique le plus virulent depuis le cyclone FIRINGA, 13 ans auparavant (janvier 1989).

DINA, a memorable cyclone for the MASCARENES. On this earth vision of geostationary satellite Meteosat 5 the fallen night over the eastern Indian Ocean (and the polar night-time of the Siberian winter) highlighted tropical cyclone DINA which, after having raged in MAURITIUS, was at that time afflicting LA REUNION, which was in this occasion suffering its worse cyclonic event since cyclone FIRINGA 13 years earlier (January 1989).

pression liée à la présence d'un talweg des moyennes latitudes, remontant jusqu'au 20^e parallèle sud en altitude et axé initialement vers les MASCAREIGNES, mais se décalant désormais lentement vers l'est. Cette trajectoire dirige alors le cyclone droit en direction de l'île RODRIGUES.

Dans le même temps son intensité se stabilise en cours de journée du 19, comme si le météore avait besoin de reprendre son souffle après ce début de vie totalement débridé, marqué par cette cyclogenèse explosive et cette course anorma-

FORMATION

The beginnings of future storm DINA appeared as early as 15th January over the central Indian Ocean in the eastern sector of the CHAGOS Archipelago as an incipient undulation within the intertropical convergence zone. The next day, this initial pre-genesis configuration was confirmed with cloud features displaying increasing curvature within the important cloud and convective activity linked to the monsoon flow, while a minimum of low pressure, estimated at 1004 hPa in the afternoon, became visible some 750 km east of Diego-Garcia Island

and 3000 km northeast of LA REUNION. The low centre evolved in an environment where easterlies to northeasterlies were present at all levels, flowing on the northern side of a powerful high pressure cell centred south of latitude 20°South and interesting the whole tropospheric layer. In the upper troposphere, this flow was very diffluent making the upper divergence rather favorable. However, it seemed associated to a moderate easterly vertical wind shear which should a priori hamper any rapid development, at least according to the data emanating from the CIMSS of the University of Madison which estimated the wind shear to be around 20 knots.

Dina

One might question the accuracy of this diagnosis since no obvious sign of a sheared constraint showed on the satellite imagery, and namely as the minimum low remained in phase with the still fluctuating convective activity although the latter was indeed developing mainly in its western sector. The rapid shift of the disturbance to the west then southwest (at about 40 km/h average speed for most of the day on the 17th), also supported the feeling that the existing easterly to northeasterly flow was rather vertically homogeneous, therefore calling for a weaker wind shear than the asserted one.

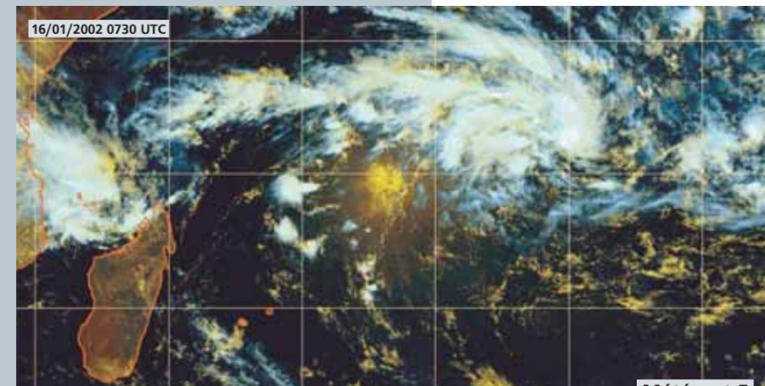
Although the wind shear configurations related to a generalised easterly tropospheric flow are recognized not so unfavorable in terms of cyclogenesis, one cannot refrain from emphasising another element adding credit to a lower magnitude of the actual strength of this vertical wind shear, i.e. the disturbance's behaviour properly so called. Indeed, it would go through an obviously unconstrained explosive cyclogenesis, so fast and efficient that it overshadowed the last memorable cyclogenesis of this type, i.e. that of cyclone CONNIE in January 2000. This time only 36 hours would elapse between the time when the depression was analysed as a tropical disturbance

lement rapide pour un système dépressionnaire du bassin évoluant à ces latitudes (la perturbation ayant parcouru près de 1 500 km en l'espace de 48h, entre le 16 et le 18 janvier). Mais la nuit suivante voyait le système repartir brutalement en intensification et se creuser alors fortement, jusqu'à atteindre son maximum d'intensité au matin du 20 janvier. Les bandes nuageuses périphériques ont quasiment disparu, pour laisser place à une structure presque symétrique, avec un petit œil central d'une vingtaine de km de diamètre, au sein d'une masse nuageuse large d'environ 300 km, et qui s'est donc quelque peu étouffée. DINA est alors un cyclone tropical intense de niveau supérieur, au sein duquel les vents maximaux sont estimés approcher les 210 km/h en vents moyens sur 10 minutes, avec des rafales maximales de l'ordre de 300 km/h.

Depuis quelques heures, la trajectoire du météore s'est infléchie, redressant progressivement en direction de l'ouest-sud-ouest. Parallèlement, la vitesse de déplacement, qui était descendue jusqu'à

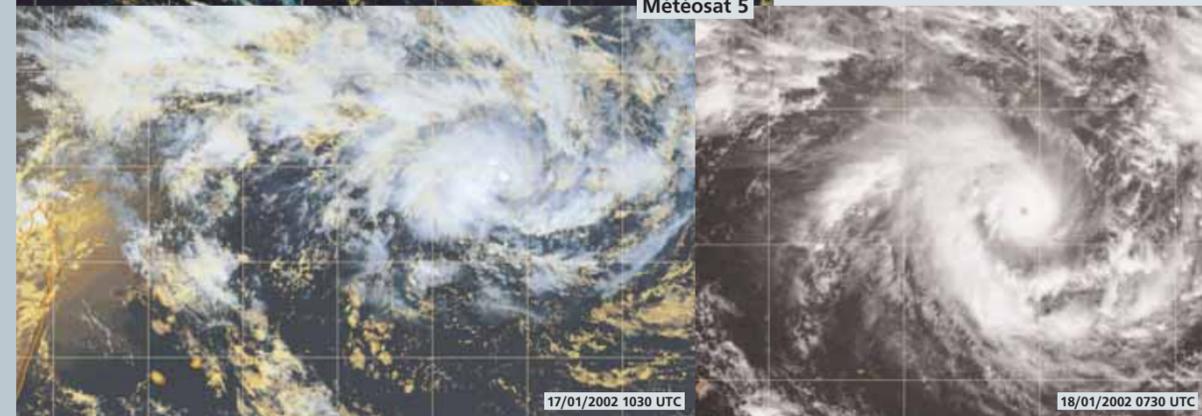
10 km/h, remonte au-dessus des 15 km/h. Cette modification du déplacement fait suite à l'atténuation et à l'évacuation vers le sud-est du talweg des moyennes latitudes précité et à la reconsolidation consécutive du champ de pression au sud des MASCAREIGNES.

À la faveur de ce changement de cap, l'île RODRIGUES va échapper à l'impact direct du cyclone, et à une catastrophe majeure compte tenu de l'intensité du phénomène. Simplement effleurée finalement par la masse active du météore, le centre de DINA passant à 150 km au nord en fin d'après-midi du 20 janvier, la possession mauricienne subit une influence modérée, plus particulièrement au niveau de la pluviométrie, qui restera d'ampleur très limitée (21 mm seulement à Plaine Corail sur l'épisode entier - du 19 au 21 janvier, pour un maximum de 94 mm recueilli au lieu-dit Roche Bon Dieu - source Service Météorologique de Maurice). Concernée par la zone des vents de la force du coup de vent, les conditions de vent y demeurent également raisonnables (la station de Plaine Corail (aéroport) enregistre une rafale maximale de 122 km/h). Bien



DINA, une cyclogenèse explosive dans le Sud-Ouest de l'océan Indien. Le début de vie de DINA fut à l'image de ce qui allait suivre, remarquable. Si l'on assiste régulièrement sur le bassin à des genèses qualifiées "d'explosives" (ce fut par exemple le cas pour le cyclone tropical intense CONNIE en janvier 2000), il est très rare d'observer un développement aussi brutal que celui qu'a connu DINA. Entre le stade initial de pré-genèse (ci-contre) et le stade de tempête tropicale (en bas à gauche), à peine plus de 24h se sont écoulées. Moins de 24h suffirent ensuite pour atteindre le stade de cyclone tropical (ci-dessous).

DINA, an explosive cyclogenesis in the SouthWest Indian Ocean. The early life-cycle of DINA was the consonant harbinger of its remarkable existence. Although "explosive" genèses are regularly observed in the basin (last example was that of intense tropical cyclone CONNIE in January 2000), it is really unwonted to witness such a drastic development like that of DINA. From the initial pre-genesis stage (top image) to the tropical storm threshold (bottom left) barely more than 24h passed. And less than 24h span was then necessary to reach tropical cyclone status (bottom visible image).



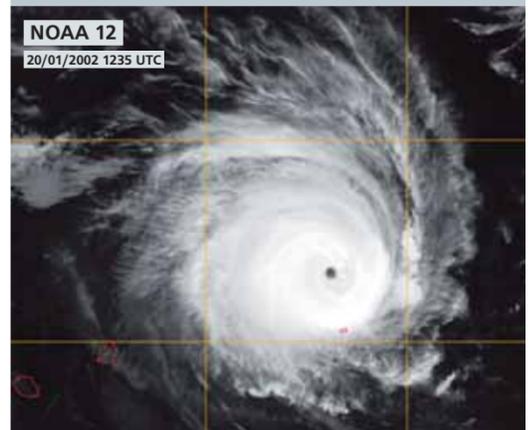
Dina

and the time it would be graded as a tropical cyclone (against 48 hours for CONNIE).

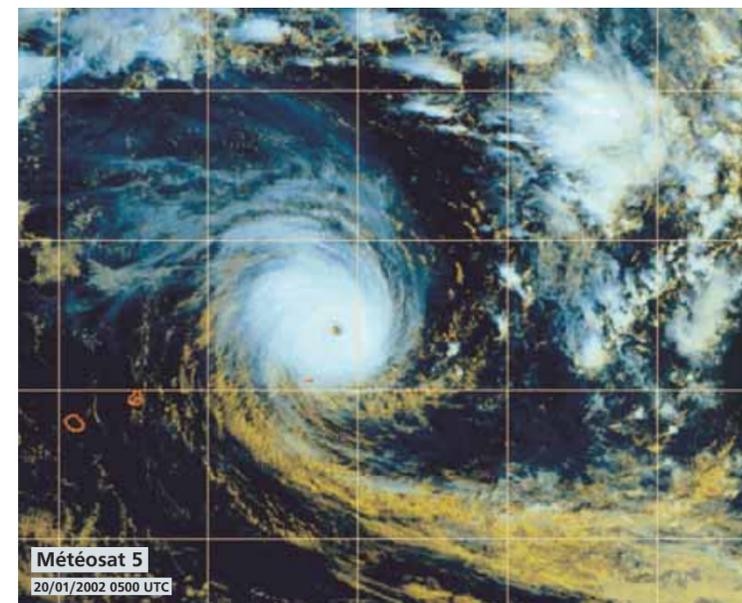
EVOLUTION

A tropical disturbance in the night of the 16th, turning into a tropical depression in the morning of the 17th and then into a moderate tropical storm 6 hours later, DINA was named so in the late afternoon of the 17th. The intensification of the disturbance at a frantic rate of half a point every 6 hours on the Dvorak scale (the highest rate allowed by Dvorak in the early life cycle of a system) kept sustained for nearly 36 hours, the storm thus shooting ahead and becoming a tropical cyclone in the middle of the day of 18 January after only two days of existence (whereas a normal system requires about 5 days to reach that stage).

The small eye clearly depicted on the visible imagery of the early afternoon disappeared afterwards on the classic imagery till the following day, hidden as it was by the cirrus veil covering the small Central Dense Overcast. However it remained clearly discernible on the microwave imagery being only 20 km in diameter on the night of the 18th. The small-sized eye matched that of meteor DINA which displayed a rather tiny cloud structure (the core of the cyclone measuring less than 200 km in diameter with the inner CDO barely extending horizontally on 70 km large). After sweeping past during this initial deepening phase (temporarily at more than 40 km/h on the 17th), DINA then slowed down noticeably while keeping a southwestward course on the



DINA effleure l'île RODRIGUES. À la faveur d'une inflexion de trajectoire salvatrice, l'île a échappé à l'impact du cyclone et évite même la masse nuageuse active associée au météore (dont le centre passe à 150 km au large). **RODRIGUES Island brushed by DINA.** For goodness' sake the meteor had shifted heading thus sparing the island the impact of the cyclone whose centre eventually passed 150 km offshore. The island even avoided the system's active cloud mass as shown on this picture.



Météosat 5
20/01/2002 0500 UTC

DINA au summum de sa puissance. À son apogée, le système présente une structure quasi parfaite, presque symétrique : au sein de la masse nuageuse centrale dense, d'environ 300 km de diamètre, trône un petit œil central (d'environ 25 km de diamètre) au contour très pur, parfaitement circulaire et autour duquel les vents sont alors estimés atteindre les 210 km/h en vents moyens sur 10 min, avec des rafales maximales sur mer de l'ordre de 300 km/h...

Au moment de cette image, DINA fait encore route droit en direction de l'île RODRIGUES. Si DINA devait maintenir sa course inchangée durant encore 24h, le cyclone frapperait directement la petite possession mauricienne, avec les conséquences catastrophiques que l'on imagine. Heureusement, il n'en sera rien.

Mighty DINA at intensity peak, displayed a nearly symmetric structure with a small central and perfectly round clear-cut eye of about 25 km in diameter embedded within a cloud mass about 300 km wide. DINA was then at the upper level of the intense tropical cyclone stage. The maximum winds were estimated to reach 210 km/h in 10-min average with maximum gusts of about 300 km/h over sea...

At this time the meteor was still bearing right towards RODRIGUES Island. Had this motion kept unchanged for another 24h, the small island (belonging to MAURITIUS) would have borne the brunt of a direct hit. Hopefully this did not happen and the island was saved from a major havoc.

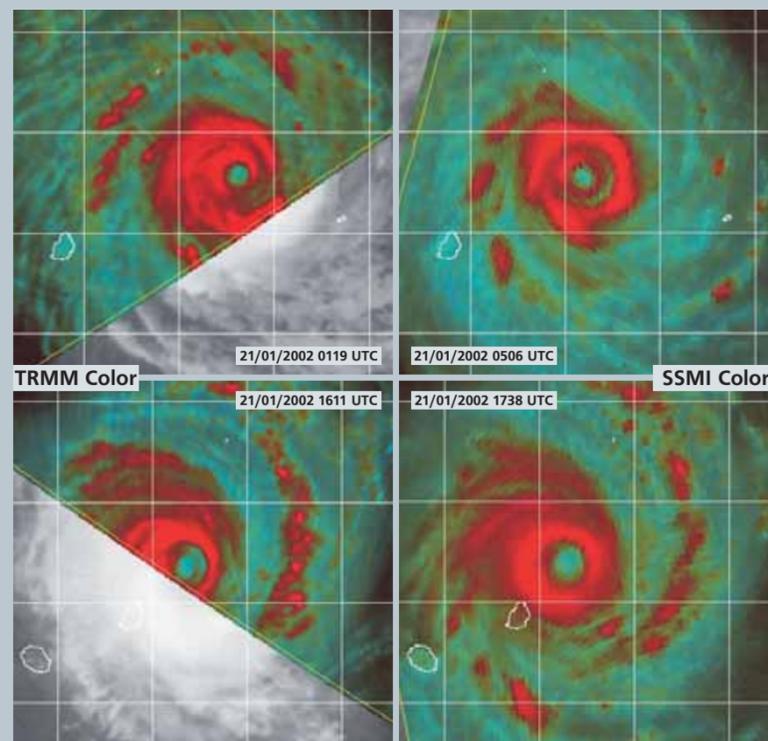
qu'ayant échappé à une influence directe de DINA (la pression minimale relevée a été de 993,6 hPa), l'île RODRIGUES n'a toutefois pas été totalement épargnée par le passage du cyclone, puisque endeuillée par la disparition de 5 pêcheurs partis en mer au large et s'étant retrouvés confrontés aux conditions de mer démontées générées par DINA.

Si les rodriguais avaient pu pousser un ouf de soulagement en apprenant que DINA obliquait vers l'ouest, pour les habitants des autres îles de l'archipel des MASCAREIGNES, cette modification de trajectoire était une nettement moins bonne nouvelle. Pour MAURICE et LA RÉUNION, la menace DINA devient en effet tangible et les prévisions de trajectoire sont inquiétantes.

La seule petite bonne nouvelle provient de l'intensité du météore, qui est à la baisse. Cet affaiblissement est la conséquence d'un cycle de l'œil amorcé à compter de la fin de nuit du 20 au 21. Parfaitement suivi grâce à l'imagerie micro-onde, ce cycle de remplacement

de l'œil prend fin en première partie de nuit suivante, aboutissant in fine à la constitution d'un œil aux dimensions sensiblement élargies comparativement à la situation antérieure (œil elliptique d'environ 75 km de largeur moyenne). Cet œil demeurera ensuite stable jusqu'après le passage au plus près de LA RÉUNION. L'affaiblissement résultant de DINA n'est donc que modeste et sa nouvelle intensité, qui va rester peu ou prou stationnaire jusqu'au matin du 23 janvier, le maintient classé au stade de cyclone tropical intense. La menace potentielle représentée par ce cyclone demeure donc très importante.

Cela va se vérifier assez vite, car la trajectoire du météore reste établie en direction de l'ouest-sud-ouest. On ne peut plus régulière, à la fois en direction et en vitesse, elle amène le centre de DINA à passer au plus près au nord de l'île MAURICE en fin de nuit du 21 au 22 janvier, à un peu moins de 65 km au large du Cap Malheureux. Fortes pluies (en moyenne 350 mm sur l'épisode pluvieux complet,



Cycle de l'œil de DINA. A l'image de ce que l'on observe souvent pour les cyclones de forte intensité, DINA va connaître, après son passage au plus près de RODRIGUES, un cycle de l'œil. Bien appréhendées par l'imagerie micro-onde, les étapes successives de ce cycle et les évolutions correspondantes de la structure interne de DINA, apparaissent sur la séquence ci-dessus (d'une durée d'environ 16h).

Un anneau externe se constitue et se referme autour du mur de l'œil interne, constituant un nouveau mur de l'œil externe (en haut). Puis il se contracte, tandis que l'anneau du mur de l'œil interne disparaît progressivement pour laisser place à un nouveau mur de l'œil unique (en bas). In fine, ce cycle de l'œil aboutit ici à un affaiblissement relatif de DINA, via la formation d'un nouvel œil plus large que l'œil initial.

DINA's eye cycle. As frequently observed for intense tropical cyclones, DINA went through an eye cycle after its nearest passage to RODRIGUES Island. Well captured by the microwave imagery, the successive stages of this cycle and corresponding changes of the inner structure of DINA were nicely portrayed on the above 16h duration sequence.

An outer ring of convection built up and closed up round the inner eyewall, thus forming a new outer eyewall (top images) which later on shrunk, while the inner eyewall gradually vanished to make room for a new single eyewall (bottom images). This replacement cycle resulted here in some weakening of DINA through the final set up of an eye of pretty larger dimensions compared to the previous one.

northwestern boundary of a middle and upper tropospheric high. The storm was attracted towards a weakness in the pressure field related to the presence of a mid-latitude trough extending up to latitude 20° South and initially orientated towards the MASCARENES but from then on shifting slowly eastward. This track was bearing the cyclone straight towards Rodrigues Island.

At the same time, its intensity stabilised in the course of the day of 19 January as if the meteor needed to have a rest after its frantic beginnings marked by an explosive cyclogenesis and an abnormally speedy race for a storm trekking at these still low latitudes (the disturbance had actually travelled nearly 1500 km in just 48h between 16 and 18 January).

However, on the following night, the system intensified again all of a sudden and deepened drastically until it reached its peak of intensity in

the morning of 20 January. The outer cloud bands had nearly totally disappeared to leave room to a nearly symmetric structure with a small central eye of about 25 km in diameter embedded within a cloud mass about 300 km wide (hence having expanded somewhat). DINA was then at the upper stage of an intense tropical cyclone with maximum winds estimated to reach 210 km/h in 10-min average winds and maximum gusts of about 300 km/h.

In the last few hours, the course of the meteor had shifted gradually toward the west-southwest. Simultaneously, the travelling speed which had dropped to 10 km/h climbed again above 15 km/h. These motion changes resulted from the strengthening of the pressure field south of the MASCARENES that followed the evacuation to the southeast of the aforementioned weakening mid-latitudes trough. Thanks to the change of heading, Rodrigues

soit davantage que la pluviométrie moyenne mensuelle, pour un maximum relevé de 745 mm en 48h à Pierrefonds, dans l'ouest de l'île – dont 655 mm en 24h) et vents violents (rafales maximales excédant ponctuellement les 200 km/h, avec 206 km/h mesurés à Fort William, non loin au nord de la capitale Port Louis, pour un maximum de 228 km/h au Morne Brabant, à la pointe sud-ouest de l'île) accompagnent le passage du cyclone. La pression mer minimale mesurée (à Fort William) sera de 967,3 hPa (à une distance du centre de DINA estimée à 83 km).

L'influence du météore a été fortement ressentie par la population. Le décès de 4 personnes a été relié au passage de DINA (trois accidentées de la route et une personne tombée d'un toit en démontant une parabole), tandis que coupures d'électricité (jusqu'à 90 % de la population dans le noir), de téléphone (40 000 lignes hors service), d'eau et dégâts matériels ont sérieusement perturbé la vie socio-économique des mauriciens. Le pire a cependant été évité, les conditions les plus extrêmes associées au mur de l'œil du cyclone, passant à une vingtaine de km au large.

Après avoir redressé durant quelques heures vers l'ouest, la trajectoire de DINA change ensuite d'orientation au matin du 22. Un début d'incurvation s'opère alors, avec une trajectoire devenant potentiellement extrêmement dangereuse pour La RÉUNION. Il aurait en effet pu signifier, s'il s'était avéré se réaliser complètement dès ce moment-là, un impact direct sur l'île Bourbon. Fort heureusement, le cap se stabilise au 240° lors de cette phase d'approche finale du département, où l'alerte rouge avait été décrétée en début de matinée de ce 22 janvier, alors que les conditions commençaient effectivement de se dégrader sensiblement, le Sud-Est de l'île étant le premier concerné.

Les choses allaient bien sûr empirer au fil des heures. Le plus dur, encore à venir, était annoncé pour la soirée et le début de nuit, au moment du passage au plus près de DINA. Celui-ci allait finalement intervenir un peu plus tôt, non pas en raison d'une accélération du déplacement, mais en raison d'un écart de trajectoire lors de l'approche terminale des côtes réunion-

naises. Tout comme lors du passage au plus près de MAURICE, la trajectoire redressait durant quelques heures vers l'ouest, cette déviation salutaire (probablement provoquée par l'influence sur le système de la présence de l'île), faisant qu'en l'occurrence le centre allait à l'arrivée passer au plus près quelques heures plus tôt (vers 18h locales) et, plus important, à une quinzaine de km plus au large qu'il n'aurait fait sinon, soit finalement, à quelques km près, quasiment à la même distance de passage de MAURICE (i.e. à quelque 65 km au large de la côte nord).

De ce fait, la façade nord-ouest de l'île allait échapper aux conditions paroxysmiques associées au mur de l'œil, qui transitait finalement à un peu plus de 25 km au large de la route littorale, soit à une distance légèrement supérieure à la distance de passage au plus près de la pointe nord de MAURICE (l'œil s'étant légèrement contracté entre-temps). Les conditions extrêmes observées à LA RÉUNION allaient cependant être encore plus dégradées que celles ressenties dans l'île sœur, du fait de la différence notable d'orographie entre les deux îles, le relief réunionnais, nettement plus accentué, impliquant un renforcement des rafales de vent et surtout des précipitations.

Les rafales maximales ont atteint ou dépassé les 180 km/h sur les zones littorales nord à nord-ouest ainsi que sud-ouest, et localement les 200 km/h dans les Hauts de l'île, avec des pointes à plus de 250 km/h dans les Hauts les plus exposés de la région Nord-Ouest, en particulier dans le secteur de La Montagne/St-Denis, où les plus gros dommages liés au vent ont été observés. Outre les valeurs mesurées, c'est la durée sur laquelle les vents violents ont sévi qui a été remarquable : à La Plaine des Cafres (1 450 m d'altitude), les rafales ont ainsi excédé les 150 km/h durant 15h.

Ces conditions cycloniques durables trouvent leur origine dans la trajectoire suivie par DINA. Après la déflexion temporaire vers l'ouest observée à l'occasion du passage au plus près, le cyclone a en effet retrouvé son cap initial au sud-ouest en cours de nuit du 22 au 23. Contournant ainsi LA RÉUNION par le nord-ouest, puis par l'ouest, et ne s'éloignant de ce fait que très lentement, le centre du météore

Island was saved from a direct impact of the cyclone and from a major havoc considering the intensity of the phenomenon. While DINA's centre passed 150 km north of the island in the late afternoon of 20 January, the small island (belonging to MAURITIUS) was only brushed by the active mass of the meteor and eventually underwent moderate influence, especially so for rainfall which remained relatively light (21 mm only at Plaine Corail during the whole episode from 19 to 21 January with a maximum of 94 mm recorded at Roche Bon Dieu – source : Mauritius Meteorological Services). Within the gale force winds area, wind conditions remained bearable (Plaine Corail station at airport recorded a maximum gust of 122 km/h). Although Rodrigues Island avoided DINA's direct influence (recorded minimal pressure was 993.6 hPa), it was not totally spared by the passage of the cyclone which took the lives of five fishermen who had gone to the open sea and probably faced the fierce sea conditions caused by DINA.

While Rodrigues Island's inhabitants were able to sigh from relief when they learned that DINA was turning to the west, the inhabitants of the other island of the MASCARENES Archipelago did not receive this piece of news heartily. Indeed, for MAURITIUS and LA REUNION, DINA was becoming a real threat and the track predictions were alarming.

The only good piece of news was that the

cyclone was losing intensity. This weakening stemmed from an eye cycle which started in the late night of 20 January. Monitored closely thanks to microwave imagery, this eyewall replacement cycle ended in the first part of the following night leading to the final formation of an eye with pretty larger dimensions compared with the former one. The new elliptical eye of about 75 km average width remained stable afterwards, until after the closest passage of the cyclone to LA REUNION in fact. The resulting weakening of DINA was thus limited and the new slightly reduced intensity would remain more or less stationary until the morning of 23 January, keeping DINA classified as an intense tropical cyclone. The potential threat of the cyclone thus remained quite a major one. This was soon to be verified as the meteor's trajectory kept west-southwestward. Very steady both in terms of direction and speed, it led DINA's centre closest to the north of MAURITIUS in the late night of 21 January, less than 65 km off Cap Malheureux. Heavy rains (350 mm in average over the whole rainy episode, i.e. more than the monthly average rainfall, with the highest amount recorded at Pierrefonds in the island's west – with 655mm in 24h and 745 mm in 48h) and violent winds (maximum gusts exceeding 200 km/h in some places, with 206 km/h measured at Fort William, not far north from the capital city of Saint-Louis, and a maximum of 228 km/h recorded at Morne



DINA en approche finale de l'île MAURICE. Les masses nuageuses actives commencent à affecter l'île. Dans le même temps, les premières bandes de nuages bas circulant en périphérie du météore abordent la façade sud de l'île sœur de LA RÉUNION. Beaucoup plus à l'ouest, le ciel de MADAGASCAR est lui remarquablement dégagé pour cette période de l'année, la Grande Ile bénéficiant, comme c'est souvent le cas à l'avant d'un cyclone, d'un environnement subsident fortement asséché. A noter que le cycle de l'œil en cours n'est pas décelable sur l'imagerie classique.

DINA on final approach of MAURITIUS, already affected by the active cloud mass. At the same time the first low-level outer cloud bands linked to the meteor had started to grapple the southern side of LA REUNION. Much farther west, MADAGASCAR's sky was on the contrary remarkably clear for this time of the year, benefiting from a very dry environment (a typical feature of strong subsidence ahead of a cyclone). Worth of notice is the fact that the ongoing eye cycle was not discernible on this classical imagery.

Dina

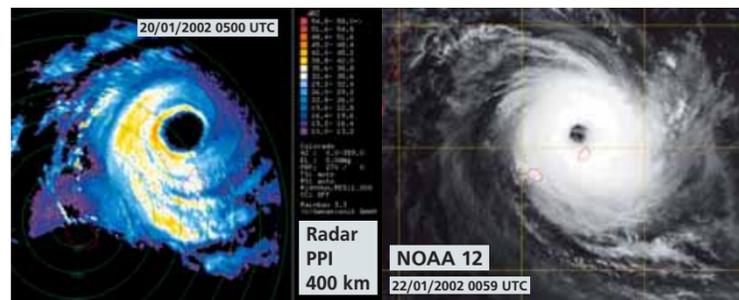
Brabant at the southeast headland of the island occurred during the passage of the cyclone. The minimum sea level pressure recorded at Fort William was 967.3 hpa (at an estimated distance of 83 km from DINA's centre).

The meteor's influence was strongly felt by the population. DINA was blamed for 4 fatalities: three were road casualties and one man fell off his roof while taking down his satellite dish. 40 000 phone lines were out of order and there were power outages (up to 90% of the population was in the dark), water cuts and material damage which seriously disturbed the socio-economic life in MAURITIUS. Nonetheless, the worst was avoided since the most extreme conditions associated to the eyewall of the cyclone stayed 20 km offshore.

After swerving westward for a few hours, DINA changed course in the morning of the 22nd. As an incipient recurvature started off, DINA's trajectory became a serious potential threat to LA REUNION. Were it to materialise altogether, it would have meant a direct impact on Bourbon Island. Fortunately DINA's heading stabilised at 240° during its final approach to the French department where the red state of alert had come into force since the early morning of 22 January when weather conditions were starting to get really bad, the island's southeastern part being the first concerned.

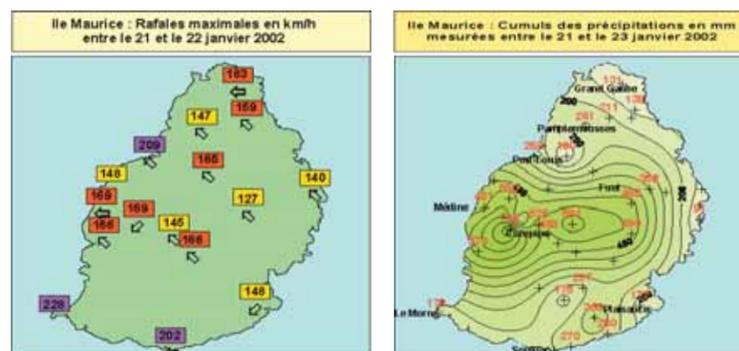
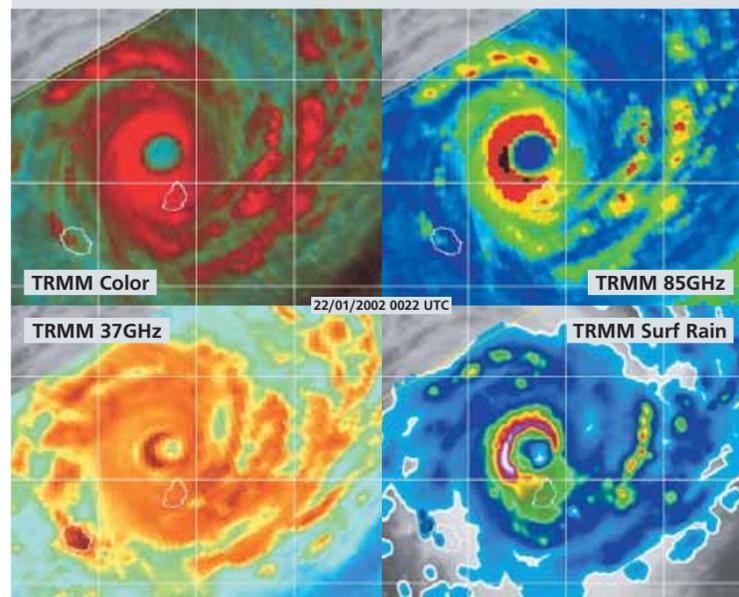
But things would worsen in the following hours (the worst to come had been announced for the evening and early night at the time of DINA's forecast closest passage to LA REUNION). However, DINA struck slightly earlier. This was not due to a faster motion but rather to another swerving occurring during the final approach to the Reunionese coast. Just as it had happened during the cyclone's closest passage to MAURITIUS, the track shifted up west for several hours. Apart from putting the time of closest approach several hours forward (around 6pm local time), this temporary deflection – probably caused by the influence of the presence of the island – was most welcome since it led the centre of the system to pass about 15 km further offshore that it would have done otherwise (thus nearly at the same distance offshore as for MAURITIUS – i.e. about 65 km off the north shore).

As a result, the northwest front of the island was spared the drastic conditions connected to the eyewall which finally transited more than 25 km off the coastal road, i.e. at a slightly greater distance than that of the cyclone's closest passage to MAURITIUS northern tip (the eye having slightly



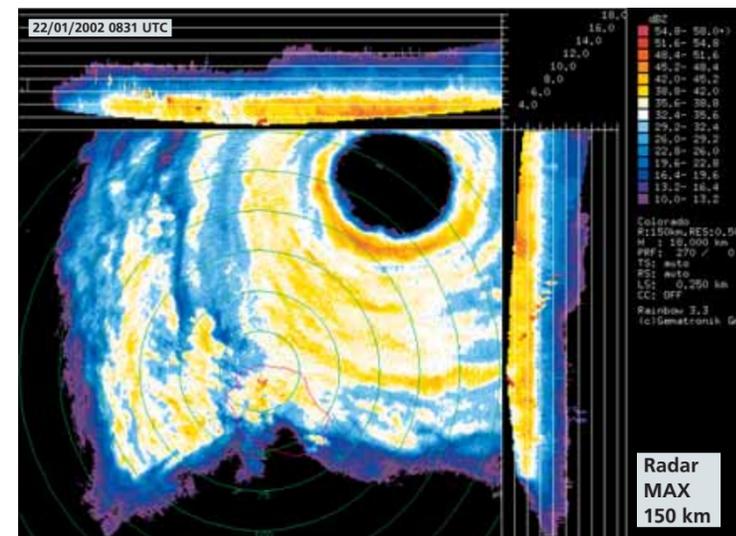
DINA passe au plus près de l'île MAURICE. L'œil d'environ 85 km de diamètre transite à une vingtaine de km au large du Cap Malheureux. MAURICE échappe ainsi aux vents les plus violents associés au mur de l'œil. Bien matérialisé par l'anneau orangé d'intenses précipitations, celui-ci n'est pas homogène et présente une faiblesse dans son secteur sud-est (celui qui effleure l'île MAURICE). Alors que sur l'imagerie radar, cette faiblesse n'aurait pu être qu'un artefact causé par l'atténuation du signal par les précipitations situées à une distance inférieure, l'imagerie TRMM acquise à la même heure confirme son existence bien réelle.

DINA when passing to the nearest of MAURITIUS. The eye of about 85 km width transited some 20 km off the northern tip of the island. MAURITIUS thence avoided the strongest winds of the eyewall area which was not homogeneous as shown by the orange ring of heavy rainfall which displayed a weakness in its southeastern sector (the one that was grazing MAURITIUS). While on the radar imagery this weakness might have been a normal feature caused by backscatter signal attenuation from rain at lower distance, the TRMM imagery indeed confirmed its real presence.



Rafales maximales de vent (à gauche) et cumuls de précipitations sur 72h (à droite) observés à MAURICE lors de l'épisode DINA (vents en km/h et carte d'isohyètes en mm) : les précipitations ont localement excédé 500 mm sur le plateau central et l'ouest.

Maximum wind gusts (left) and 72h rainfall amounts (right) recorded at MAURITIUS during DINA's event (gusts in km/h and isohyets map in mm for the period 21 to 23 March 2002) : rainfall in excess of 500 mm was locally observed in the central plateau and western area.



LA REUNION sous la menace de plus en plus pressante de DINA. En ce début d'après-midi du 22 janvier 2002, l'œil du cyclone se situe à moins de 100 km au large de la pointe de Champ Borne et se rapproche inexorablement, tel un trou noir prêt à "engloutir" l'île.

Après une montée en puissance des vents et des précipitations régulière, mais lente jusque là sur l'île, l'arrivée de la dégradation réellement importante des conditions est désormais imminente. Cette dégradation va correspondre avec l'entrée dans la zone d'influence de la masse nuageuse centrale dense associée au météore, zone où l'essentiel de l'activité pluvieuse et venteuse se trouve concentré. Sur l'image radar ci-dessus, cette masse pluvieuse la plus active ne se trouve plus qu'à quelques km au large (les projections suivant la verticale des précipitations les plus intenses figurent sur les bandeaux en haut et à droite de l'image – s'élevant jusqu'à 14 km d'altitude).

LA REUNION under the increasing threat of DINA. In this early afternoon of 22 January, the cyclone's eye had just crossed the 100 km threshold of minimal distance from the island's northeastern shoreline. Approaching inexorably, it looked like a black hole on the way to "engulf" the island, where, after a steady but slow rise of wind speeds and rain intensities, the real worse conditions were now impending. This worsening would correspond to the arrival of the central dense overcast of the cyclone related to the meteor's most intense rain and wind activity. On the above radar image, this most active rainy area was well depicted standing only a few km offshore with maximum vertical extension of 14 km height (the vertical projections of the max rain reflectivity are displayed on the banners up and right of the image).

demeurait situé à moins de 100 km des côtes durant près de 10h (et à moins de 150 km durant plus de 19h).

Les fortes pluies vont elles perdurer beaucoup plus longtemps, puisque l'épisode pluvieux ne prendra fin qu'au matin du 24 janvier, après environ trois jours de pluies cycloniques. Sans avoir atteint des pics d'intensité extrême, ces pluies se sont maintenues durant plus de 24h à un niveau d'intensité très soutenu, d'où par accumulation des lames d'eau très conséquentes.

Conformes sur une bonne partie de l'île à ce que l'on observe habituellement lors d'un épisode cyclonique à LA REUNION, elles ont été supérieures aux normes habituelles sur un bon tiers ouest du département, où des valeurs records pour cette région ont été enregistrées, notamment sur les zones côtières. Au total, il est tombé en 72h de 300 à 600 mm sur le littoral (495 mm à St-Denis, dont 395 mm en 24h), tandis que dans les Hauts on atteint les 900 à plus de 1500 mm (maximum observé de 2018 mm à La Plaine

des Chicots, dans les Hauts de St-Denis, dont 1367 mm en 24h).

Les pluies temporairement diluviennes qui ont affecté la façade ouest, ont provoqué des crues exceptionnelles des ravines de ce secteur habituellement le plus sec de l'île et des inondations dommageables. Qu'ils aient été générés par les pluies, le vent ou la houle cyclonique, les dégâts associés au passage du cyclone ont été très importants, se chiffrant en plusieurs centaines de millions d'euros (plus de 120 millions d'euros rien que pour l'indemnisation des particuliers et des entreprises, 43 millions d'euros pour le coût de remise en état du réseau routier, par exemple). Si le réseau routier a été mis à rude épreuve, le réseau électrique a également beaucoup souffert (plus de 70 % des abonnés privés d'électricité au plus fort du cyclone, certains d'entre eux ne retrouvant la fée électricité qu'au bout de 9 jours d'effort). Les réseaux téléphonique et de distribution d'eau ont été moins affectés, mais sérieusement perturbés tout de même (un quart de la population temporaire-

shrunk meanwhile). The extreme conditions observed at LA REUNION would nevertheless be even worse than in the sister-island due to the great orographic difference between the two islands, with a steeper relief in LA REUNION leading to stronger gusts and heavier rains.

The maximum gusts reached or exceeded 180 km/h over the north to northwest coasts and also on the southwest coast, and locally 200 km/h or above in the more exposed northwest heights, namely in the La Montagne/Saint-Denis area where major wind-related damage occurred. Even more remarkable beside the measured values was how long the violent winds lasted. Indeed, at Plaine des Cafres (at 1450m elevation) the gusts exceeded 150 km/h over 15 hours.

These long-lasting cyclonic conditions stemmed from the track followed by DINA. After its temporary westward deviation observed during its closest passage, the cyclone went back on its initial southwestward track in the course of the night of the 22nd. This way it skirted round LA REUNION by the northwest then by the west and thereby moved away very slowly. The meteor's centre thence remained at less than 100 km offshore for about 10 hours (and at less than 150 km for over 19h).

Heavy rains lasted much longer and only stopped in the morning of 24 January after three days of cyclonic rain. While rains did not reach extreme intensity peaks, they remained quite heavy for more than 24 hours though, and produced very significant rainfall amounts by accumulation as a result. These amounts were consistent with the ones usually observed in most parts of the island during a cyclone event. They were however higher to usual norms in a good third of the western part of the department where record values were registered in that region, namely on the coastal areas. All in all, there was 300 to 600 mm rainfall in 72h on the coast (495 mm in Saint-Denis, of which 395 mm in 24h) while rain in the heights reached 900 to more than 1500 mm (recorded maximum of 2018 mm at Plaine Chicots in Saint-Denis' upper reaches, of which 1367 mm fell in 24h).

The temporary deluge that affected the western side caused exceptional water rise in ravine levels in that area which is usually the driest in the island, and caused severe floods. Whether induced by rain, wind or swell, damage related to the passage of the cyclone was very important and amounted to several hundred million euros (over 120 million euros just to pay compensation for damage caused to private individuals and firms, 43 million euros in road repairs, etc...). Both the

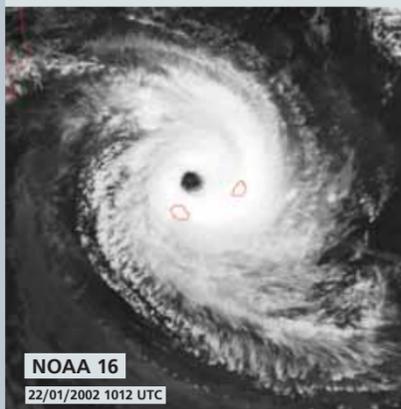
Dina

Les îles sœurs sous l'emprise de DINA. Si pour MAURICE, le plus dur est passé, pour LA REUNION au contraire, le plus dur est à venir.

Noter la bonne correspondance entre la partie active du cyclone telle qu'on la visualise clairement sur l'image visible et la zone de fortes précipitations sur l'image radar (faisant quelque 250 km de diamètre).

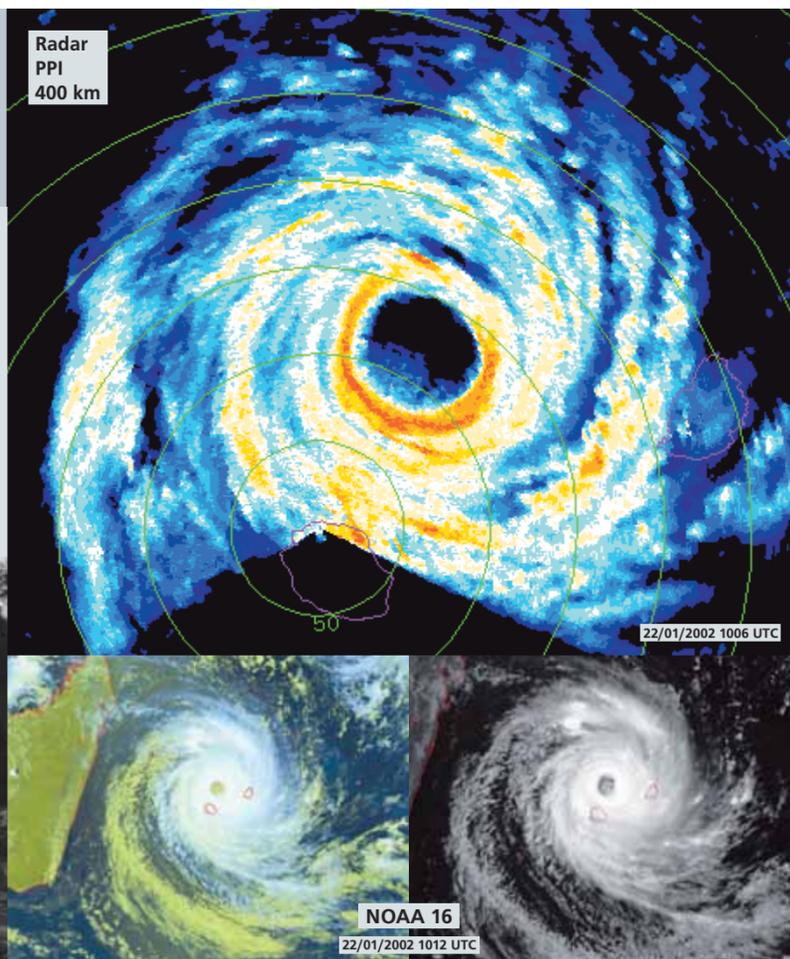
Sister islands under DINA's grip. If for MAURITIUS the worse was now behind, for LA REUNION it was still to come.

Notice the fair correlation between the active part of the cyclone as assessed from the visible picture and the heavy rainfall area displayed on the radar image (about 250 km in diameter).



NOAA 16

22/01/2002 1012 UTC

Radar
PPI
400 km

22/01/2002 1006 UTC



NOAA 16

22/01/2002 1012 UTC

road and electric networks were hardly hit (with over 70% of private subscribers with no electricity during the cyclone peak, some of them only recovering electricity back 9 days later). The phone lines and water distribution networks were less affected but still very much perturbed (quarter of the population was left without drinking water for a while). TV and radio broadcast was nearly totally interrupted for close to 12 hours. While material destruction was heavy, human-wise there was fortunately no death casualties during the whole of DINA's episode, the warning and state of alert system proving once more to be very efficient in saving people.

However, six people died in LA REUNION, in the course of the following weeks and months as a result of the geological impact of heavy rainfall during that cyclone season of 2001-2002 (rain essentially due to DINA and HARY's episodes) causing three rock slides directly or indirectly involved in the death casualties.

In the morning of 23rd January, the incipient recurvature of DINA's track towards the south-southwest observed at the end of the previous night was confirmed. With the southeast shift of the low and mid-levels subtropical high that was governing the steering flow of the disturbance, the pressure field started to weaken in the south.

With the approach from the south of the MOZAMBIQUE Channel of a barometric col linked to the transiting further south of a frontal trough of mid latitudes, the weakness in the pressure field deepened causing an increased attraction of the meteor. On the 24th, DINA dipped definitely down toward the south while speeding up to 20 km/h.

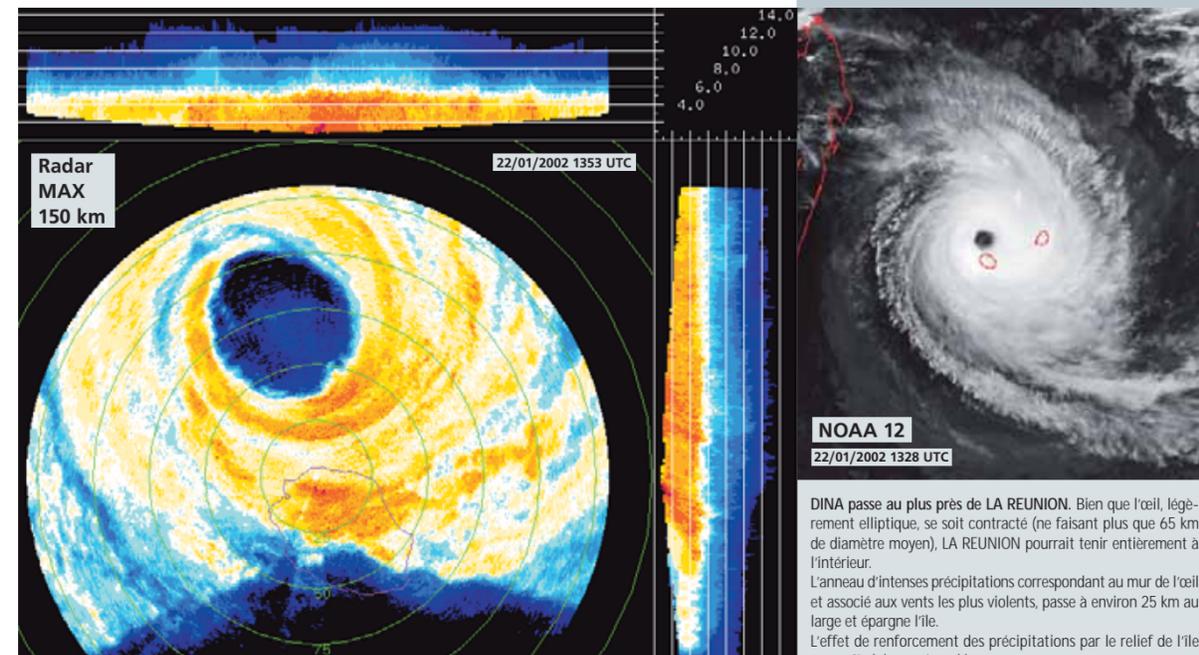
Simultaneously it underwent a strengthening of the vertical wind shear. While the meteor had remained several days long close to the axis of the upper ridge, thereby ensuring both a weak wind shear and excellent upper divergence conditions, it was now shoving off and coming across north-northwesterly winds that increased as it moved forward towards the south latitudes and as the approaching upper trough connected to the above-mentioned mid latitudes frontal system was getting closer from the west.

In the early morning of the 23rd, the cloud structure of the cyclone had started reacting to the unfavorable environmental change. The cloud tops had warmed up significantly, the eye had become irregular and less well-defined on classic imagery, while the SSMI microwave imagery was indicating the beginning of an erosion of the northern portion of the eyewall. The weakening trend was confirmed in course of time. The eye disappeared in the night of the

ment privée d'eau potable). L'information audiovisuelle, qu'elle soit radio ou télédiffusée, a été quasiment entièrement interrompue durant près de 12h Si les désordres ont été multiples et le bilan des dégâts matériels très lourd, le bilan humain a fort heureusement été sans comparaison, puisque aucune victime n'a été à déplorer lors de cet épisode DINA, le système d'alerte ayant une fois de plus démontré son efficacité dans la sauvegarde des personnes. Six personnes trouveront toutefois la mort à LA REUNION lors des semaines et mois suivants, suite aux conséquences géologiques de la pluviométrie abondante de cette saison cyclonique 2001-2002 (pluviométrie essentiellement due aux épisodes DINA et HARY), avec trois éboulements rocheux directement ou indirectement à l'origine d'accidents mortels.

Au matin du 23 janvier, le début d'incurvation de la trajectoire de DINA en direction du sud-sud-ouest observé en fin de nuit précédente se confirme. Avec le décalage au sud-est de la cellule anticyclonique subtropicale de basse et moyenne troposphère qui gouvernait le flux directeur de la perturbation, le champ

Dina

Radar
MAX
150 km

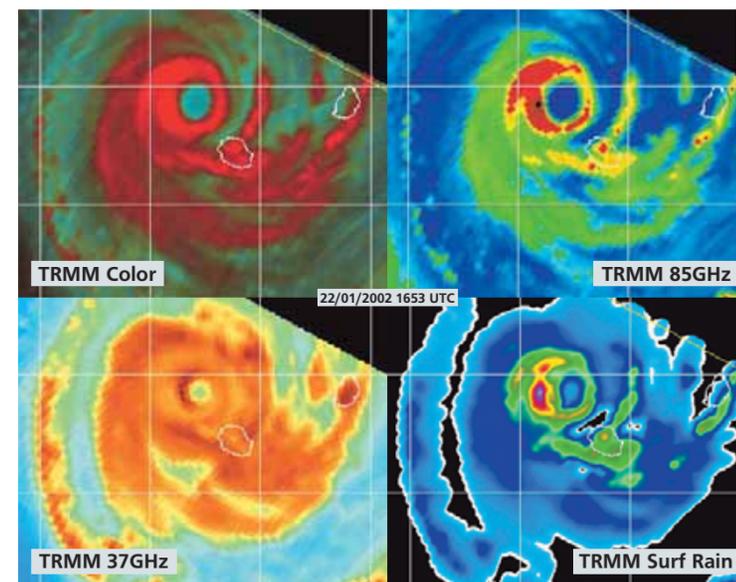
22/01/2002 1353 UTC

DINA when passing to the nearest of LA REUNION. Despite the shrinkage of the slightly elliptical eye (of now 65 km average width) LA REUNION could hold entirely inside of it. The ring of intense rainfall corresponding to the eyewall and to the strongest winds passed some 25 km offshore therefore sparing the island. The rainfall orographic enhancing effect of the island is clearly visible on the image.

NOAA 12

22/01/2002 1328 UTC

DINA passe au plus près de LA REUNION. Bien que l'œil, légèrement elliptique, se soit contracté (ne faisant plus que 65 km de diamètre moyen), LA REUNION pourrait tenir entièrement à l'intérieur. L'anneau d'intenses précipitations correspondant au mur de l'œil et associé aux vents les plus violents, passe à environ 25 km au large et épargne l'île. L'effet de renforcement des précipitations par le relief de l'île apparaît clairement sur l'image.



TRMM Color

TRMM 85GHz

TRMM 37GHz

TRMM Surf Rain

22/01/2002 1653 UTC

LA REUNION à l'arrière de DINA. L'île est encore dans la tourmente à cette heure, mais peut envisager l'avenir plus sereinement. Car il est désormais acquis qu'elle ne pourra plus être frappée par les vents maximaux circulant autour de l'œil. Sur ces images micro-ondes, on saisit mieux le fait que l'île a été ainsi en partie épargnée par le cyclone, le cœur du météore (le mur de l'œil et ses environs immédiats) demeurant en mer. LA REUNION subit à ce moment les très fortes pluies générées par une bande pluvieuse dans le quadrant sud-est du système (noter la séparation franche entre cette bande et le mur de l'œil, avec une zone presque dénuée de précipitations qui effleure le littoral nord-ouest), tandis qu'une autre bande pluvieuse périphérique affecte encore la façade est de l'île MAURICE.

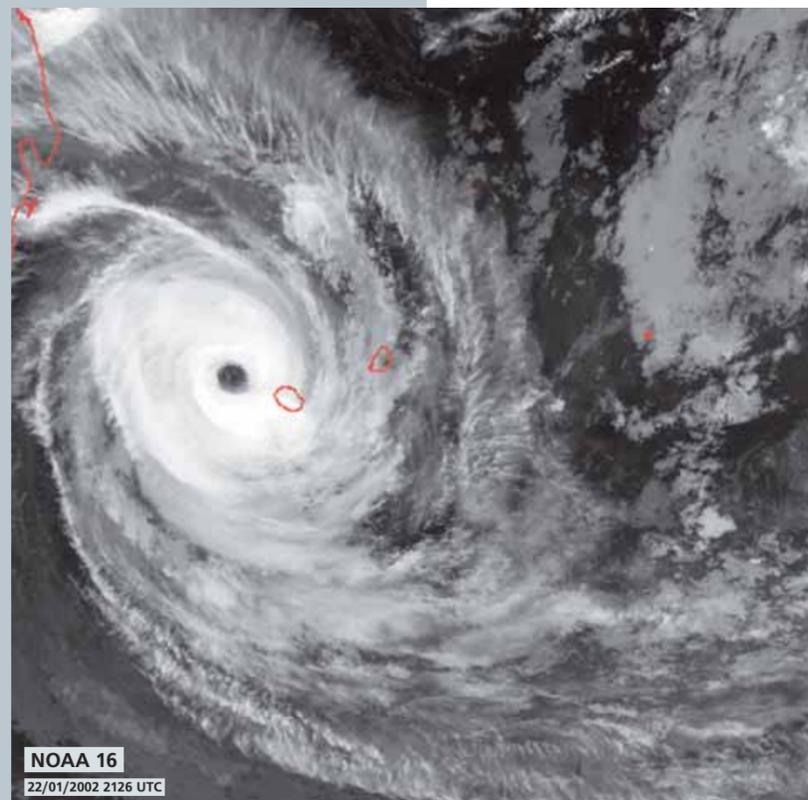
LA REUNION in DINA's wake. The island was still enduring the cyclone's rack but could already consider the coming hours more serenely since it was now taken for granted that it would not be hit by the maximum winds encircling the eye. On these microwave images one can better see the fact that the island was partly spared by the cyclone, whose central core (eyewall and immediate surroundings) remained at sea.

LA REUNION was at that time drenched by the heavy rainfall generated by a rainband situated in the southeastern quadrant of the storm (notice how clear-cut from the eyewall that band was with the presence of a protruding separating area almost devoid of rain which was encroaching on the northwestern shoreline). Another outer rainband was at the same moment affecting the eastern side of MAURITIUS.

23rd and the convection was quickly dismantled thereafter in the day of the 24th under the impact of the wind shear, thereupon uncovering the vortex of low and mid levels clouds in the middle of which a cloudless dark spot clearly materialised as the residual eye of DINA.

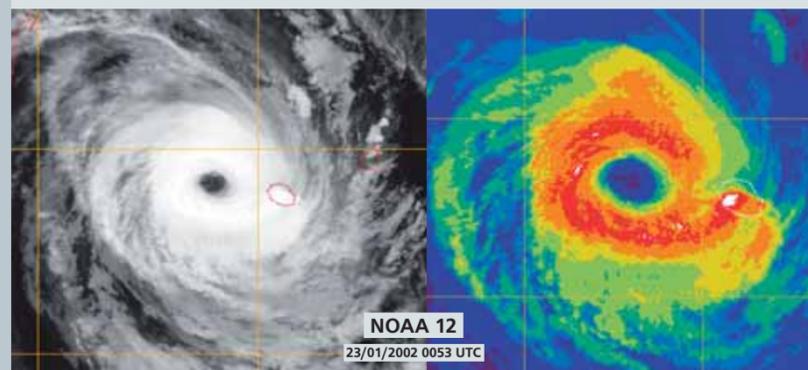
As DINA kept on weakening further, it lost its tropical cyclone status by the evening of the 24th as it approached latitude 27°S and recurved soon after towards the southeast ahead of the frontal trough. Now undergoing an advanced extratropical transition phase but still generating storm force winds, the minimum low of ex-DINA crossed latitude 30°S in the afternoon of the 25th. Filling very slowly, the extratropical depression did not end up merging with the cold front but kept evacuating southeastwards though. As it crossed latitude 40°S in the afternoon of the 28th, it was finally absorbed by a new polar trough the next day.

First intense tropical cyclone of the 2001-2002 season, DINA lasted four days long at this intensity, the longest time at such an intensity sustained by any storm of that season. While DINA was not graded as the most intense system – HARY was – it will remain as the most memorable cyclone of that season given the impact it had on the MARSCARENES Archipelago and one of the major cyclone events in MAURITIUS and LA REUNION in the last decades.

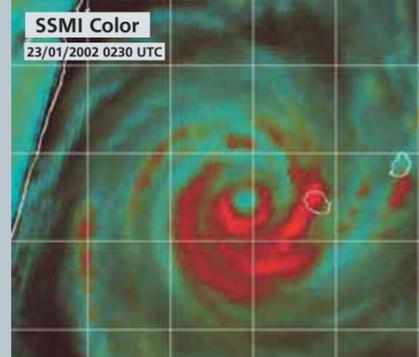


NOAA 16
22/01/2002 2126 UTC

DINA contourne et s'éloigne lentement de LA REUNION, tout en commençant de s'affaiblir par début de cisaillement de vent. L'île sort finalement de la zone d'influence pluvieuse du météore dans l'après-midi du 23 (voir page opposée).
DINA when skirting round and slowly moving away from LA REUNION while starting to weaken through incipient wind shear. The rainy influence of the meteor eventually left the island in the afternoon of 23rd (see opposite page).



NOAA 12
23/01/2002 0053 UTC



SSMI Color
23/01/2002 0230 UTC

de pression commence à s'affaïsser au sud. Avec l'approche, depuis le Sud du canal de MOZAMBIQUE, d'un col barométrique lié au transit plus au sud d'un talweg frontal des moyennes latitudes, la faiblesse dans le champ de pression va aller en s'amplifiant, entraînant une attraction croissante du météore. Le 24, DINA plonge plus franchement vers le sud, tout en accélérant à plus de 20 km/h. Il subit dans le même temps un renfor-

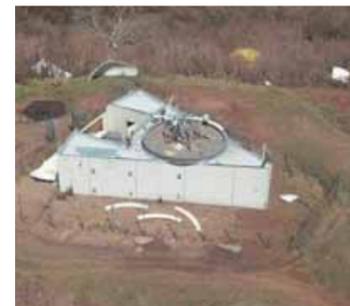
cement du cisaillement vertical de vent. Alors qu'il était demeuré plusieurs jours durant au voisinage de l'axe de la dorsale d'altitude, lui assurant à la fois un cisaillement de vent faible et d'excellentes conditions divergentes d'altitude, le météore s'en éloigne et rencontre des vents de nord-nord-ouest allant crescendo à mesure de son enfoncement vers les latitudes sud et du rapprochement par l'ouest du talweg d'altitude lié au système frontal des moyennes latitudes précité.

Dès le début de journée du 23, la structure nuageuse du cyclone avait commencé de répondre à cette modification défavorable de son environnement. Les sommets nuageux s'étaient réchauffés sensiblement, l'œil était devenu irrégulier et moins bien défini sur l'imagerie classique, tandis que l'imagerie micro-onde SSMI indiquait un début d'érosion de la partie nord du mur de l'œil. Cette amorce de déstructuration se confirmait au fil des heures. L'œil disparaissait dans la nuit du 23 au 24, puis la convection se disloquait rapidement en journée du 24 sous l'impact du cisaillement, laissant apparaître le vortex nuageux de nuages bas et moyens, au centre duquel une tache sombre presque dénuée de nuages, matérialisait clairement le résidu de l'œil de DINA.

L'affaiblissement se poursuivant, DINA perdait son statut de cyclone tropical en soirée du 24, à l'approche du 27^e parallèle, et incurvait dans la foulée en direction du sud-est, à l'avant du talweg frontal. Désormais en phase de transition extratropicale avancée, mais toujours associé à des vents de la force tempête, le minimum dépressionnaire de l'ex-DINA franchissait le 30^e parallèle dans l'après-midi du 25. En comblement lent, la dépression extratropicale ne fusionnait finalement pas avec le front froid, mais poursuivait tout de même son évacuation en direction du sud-est. Franchissant le 40^e parallèle dans l'après-midi du 28 janvier, il était finalement phagocyté par un nouveau talweg polaire le lendemain.

Premier cyclone tropical intense de la saison 2001-2002, DINA se sera maintenu quatre jours durant à cette intensité, la

plus grande longévité à ce stade de tous les systèmes dépressionnaires de la saison. Même s'il n'a pas été classé comme le phénomène le plus intense, cette distinction revenant à HARY, DINA demeurera comme le cyclone marquant de cette saison de part son impact sur les îles de l'archipel des MASCAREIGNES, figurant parmi les épisodes cycloniques majeurs ayant affecté l'île MAURICE et LA RÉUNION au cours de ces dernières décennies.

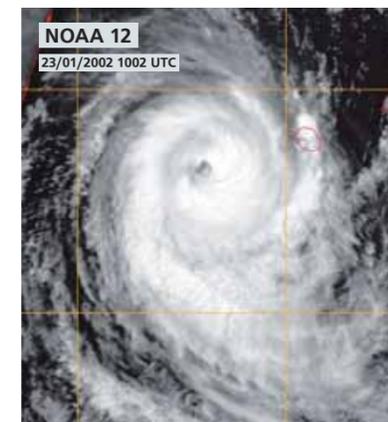


Le radar Doppler de LA REUNION et DINA : "autant en emporte le vent". Depuis 1993, Météo-France dispose d'un radar Doppler 10 cm implanté sur le site du Colorado, à 750 m d'altitude au-dessus de la ville de Saint-Denis, dans un site très exposé, en bordure de falaise. Son radome de protection avait été changé en novembre 2000, le nouveau étant censé résister à des vents de 300 km/h...

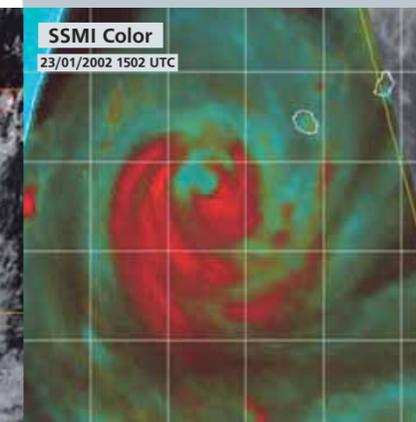
Mais suite à la déchirure provoquée par l'impact d'un projectile volant, il n'a pas résisté aux bourrasques de DINA et a été démantibulé en l'espace d'une heure. Cela a entraîné ipso facto l'arrachage de l'antenne, emportée par le vent (au moment où ceux-ci étaient à leur paroxysme), pour finir sa course dans un petit bois à plus de 50 m de sa position d'origine (en jaune sur l'imagerie)! Dès le mois de décembre 2002, un nouveau radar l'a remplacé.

The Doppler radar of LA REUNION and DINA : "Gone with the wind". Since 1993 Météo-France benefited from a 10 cm Doppler radar settled at 750 m elevation above the capital city of Saint-Denis on a very exposed site located on top of a steep cliff. Its protecting radome had been changed in November 2000, the new one being supposed to resist to gusts up to 300 km/h...

But following the rent caused by a flying debris, it could not bear the fiercest winds of DINA and flew asunder in one hour time. This resulted in the antenna being torn down and blown away into a small wood where it was stopped at 50 m distance from its initial location (in yellow on the image)! As soon as December 2002, a new radar replaced it.

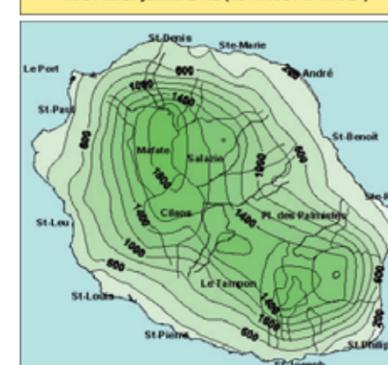


NOAA 12
23/01/2002 1002 UTC



SSMI Color
23/01/2002 1502 UTC

Cumul des précipitations en 3 jours (millimètres) du 21 au 23 janvier 2002 (de 7h le 21 à 7h le 24)



Rafales maximales en km/h entre le 22 et le 23 janvier 2002 Heures à droite de la valeur. Les valeurs en blanc ont été estimées d'après des mesures de vent à 2 mètres (stations CIRAD) ou d'après les dégâts constatés



Rafales maximales de vent (à gauche) et cumul de précipitations sur 72h (à droite) observés à LA REUNION lors de l'épisode DINA (vents en km/h et carte d'isohyètes en mm) : les précipitations ont excédé les 1500 mm sur la majeure partie des Hauts compris entre le volcan de La Fournaise (à l'est) et le cirque de Mafate (à l'ouest).

Maximum wind gusts (left) and 72h rainfall amounts (right) recorded at LA REUNION during DINA's event (gusts in km/h and isohyets map in mm for the period 21 to 23 March 2002) : rain in excess of 1500 mm fell over most of the central inland ridge stretching from the volcano area (east) to the western cirque of Mafate.



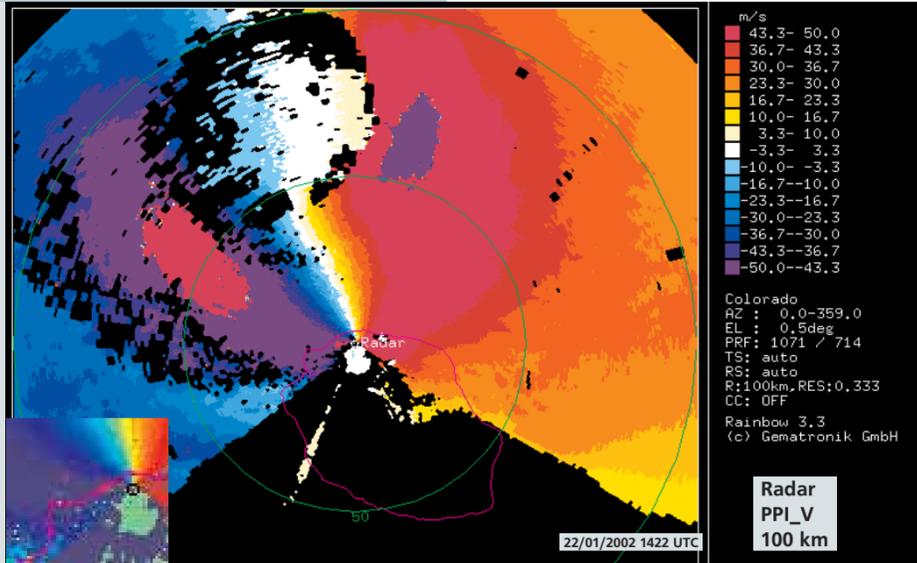
L'exploitation des données Doppler du radar. La perte du radar (un peu après le passage au plus près de DINA) n'a pas permis d'acquies toutes les données possibles. Mais celles recueillies avant sa destruction, ont tout de même permis de se faire une bonne idée des vents qui ont pu souffler sur cette portion nord-ouest de l'île de LA REUNION, ainsi qu'au cœur de DINA.

L'image ci-dessus montre le champ de vitesses radiales dérivé des données Doppler du radar. Ces données sont complexes et difficiles à interpréter. Le calcul se fait à partir de la valeur moyenne du déplacement des échos de précipitations sur un pavé d'environ 500 m de côté. Les valeurs ainsi obtenues peuvent être assimilées à l'équivalent de vents moyennés sur un peu moins d'une minute.

Les deux plages de couleur discriminent les vitesses radiales orientées vers le radar (en rapprochement, en rouge) et celles en éloignement (en bleu). Notez la présence des deux petites zones saturées : celle en bleu correspond à des vents de nord-nord-est, dont la composante radiale vers le radar est très peu différente de la valeur vraie du vent, et qui excèdent les 50 m/s (limite de calibration du radar). Cette zone, au sein de laquelle se trouve le rayon des vents maximaux, se situe à quelques km à l'extérieur de la bordure interne du mur de l'œil (zone noire et multicolore en haut). L'autre zone saturée (tache de couleur brique), correspondant à des vents de sud-est à sud-sud-est, est plus importante (se situant entre 1050 et 1400 m d'altitude).

L'utilisation d'un algorithme complexe de repliement du spectre des données (telle que la méthode dite GB-EVTD Ground Based Extended Vortex Track Display) peut permettre d'accéder avec une précision satisfaisante aux composantes radiales et tangentielles du vent. Ce travail a été fait (se référer à Roux, F., F. Chane-Ming, A. Lasserre-Bigorry et O. Nuissier, 2004: Structure and evolution of intense tropical cyclone Dina on 22 January 2002: GB-EVTD analysis of single Doppler radar observations. J. Atmos. Oceanic Technol., "21", 1501-1518). Parmi les résultats obtenus, on peut retenir que : des vents supérieurs à 60 m/s étaient présents en dessous de 3000 m d'altitude au voisinage du rayon des vents maximaux (celui-ci se situant à environ 50 km du centre de l'œil à 500 m d'altitude), que la zone de vents supérieurs à 55 m/s avait eu tendance à se dilater à l'approche de LA REUNION, atteignant la côte nord de l'île au moment du passage au plus près, le maximum de vent à ce moment là étant estimé à 62 m/s.

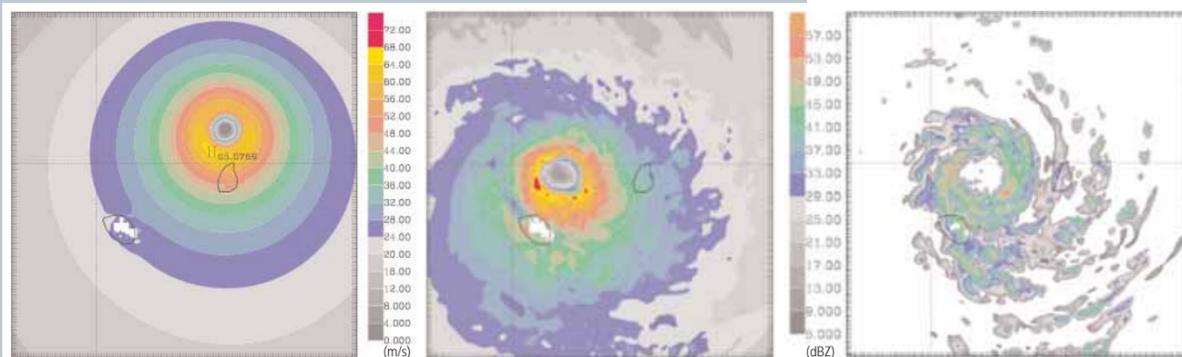
Des vents de force équivalente ont dû souffler au voisinage du radar, comme le montre l'existence de zones de saturation à proximité (voir zoom ci-contre), ce qui signifie des rafales de l'ordre de 280 km/h, voire plus compte tenu de la turbulence importante générée par le relief...



Making the most of the Doppler radar data. The loss of the radar (a little while after DINA's nearest passage) did not allow to acquire all the possible data. However those gathered prior to its destruction enabled to get a good perception of the winds that blew on the northwestern sector of LA REUNION and inside the inner core of DINA. The above image shows the radial winds derived from the Doppler radar data. Those data are complex and difficult to interpret. The winds are given by the average motion of rain echoes within a 500 m cube. The thereby calculated values can be considered to be tantamount to winds averaged over slightly less than one minute (close to sustained winds hence).

The two main coloured areas discriminate between inbound (in red) and outbound (in blue) radial winds – the reference being the radar location. Notice the presence of two small saturated patches: the blue one corresponded to north-northeasterly winds (whose radial components closely matched the true winds) that exceeded 50 m/s (upper limit allowed by the radar calibration). Standing a few km outward from the inner edge of the eyewall (upper black and polychrome area) it included the radius of maximum winds. The reddish brown patch, corresponding to southeasterly or south-southeasterly winds, was more important (being situated within the 1050-1400 m height layer).

Through the application of a sophisticated algorithm called Ground Based Extended Vortex Track Display (GB-EVTD) to the Doppler data, it is possible to infer correct basic estimates of the tangential and radial winds within a tropical cyclone. This work has been done with DINA by Roux and al. (refer to Roux, F., F. Chane-Ming, A. Lasserre-Bigorry and O. Nuissier, 2004: Structure and evolution of intense tropical cyclone Dina near La Reunion on 22 January 2002: GB-EVTD analysis of single Doppler radar observations. J. Atmos. Oceanic Technol., "21", 1501-1518). Among the main results, we can quote the following: winds stronger than 60 m/s were present below 3000 m height near the radius of maximum winds (which was situated at about 50 km from the eye centre at 500 m height), the area of winds stronger than 55 m/s had undergone a spreading tendency during DINA's final approach to LA REUNION thereby scraping the northern shoreline at the time of nearest passage, the maximum wind being at that time 62 m/s. Winds of equivalent strength might have blown close to the radar, as shown by the existence of small patches of wind saturation nearby (see the zoom on the picture), which means gusts around 280 km/h, or possibly higher because of the orographically enhanced turbulence and gustiness...



Quelques résultats de simulations du cyclone DINA à l'aide du modèle non-hydrostatique de Météo-France sont présentés ci-dessus. Ils montrent que ce type de modèle à haute résolution (modèle de recherche non utilisé en opérationnelle) a la capacité d'appréhender correctement la structure et l'évolution d'un cyclone tropical.

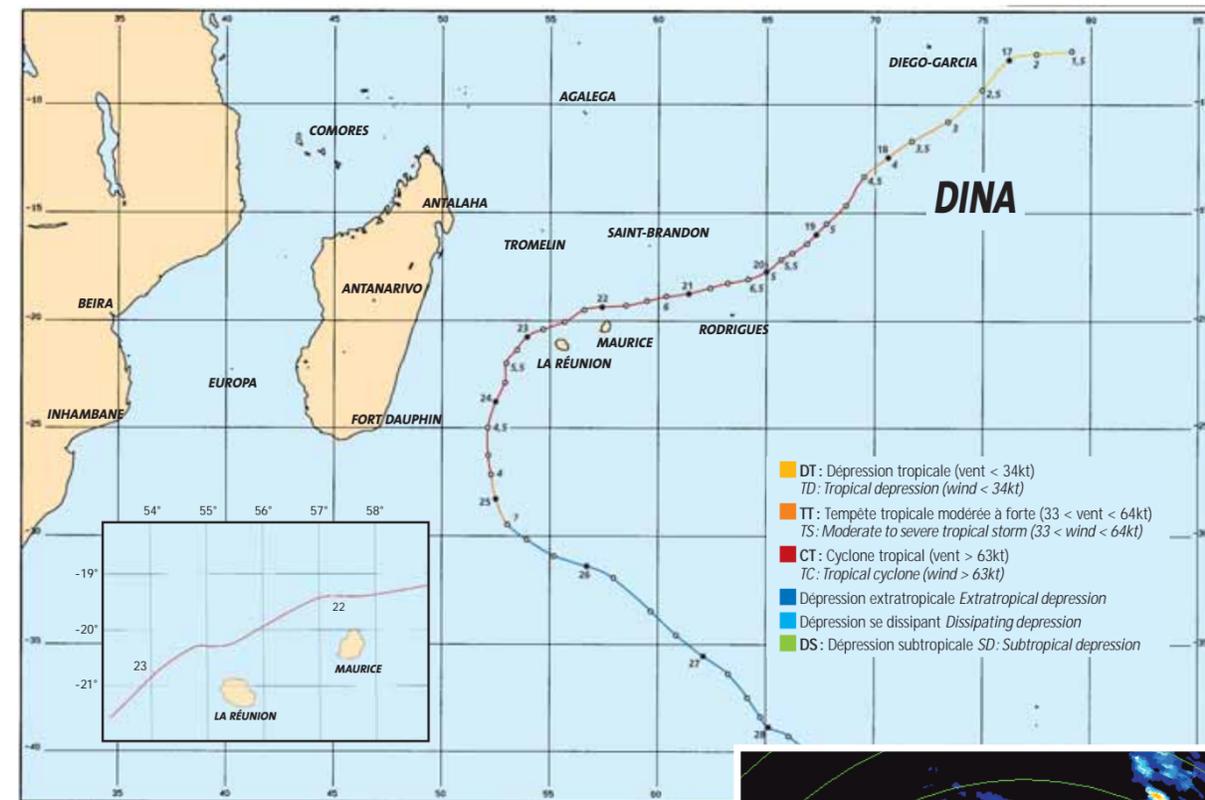
A gauche figure le champ de vent à 850 hPa obtenu après initialisation du modèle méso-NH à la résolution 4 km (inclusion du vortex initial à partir des données radar suivant l'algorithme GB-EVTD) : le vortex ainsi obtenu est réaliste et cohérent avec l'intensité analysée du cyclone, présentant un vent tangentiel maximal de 65 m/s situé à environ 50 km du centre.

Au centre, figure le même champ de vent à 850 hPa, 15h plus tard, tel que simulé par le modèle, et à droite la vision correspondante du champ de réflectivité radar à 2 km (à comparer avec l'observation de la page XX) : la structure de l'œil, du champ de vent et de précipitations alentours apparaissent tout à fait réalistes (données extraites du rapport de stage de DEA effectué à la Cellule Recherche Cyclones du CMRS de LA REUNION par F. Ferry).

Some results from numerical simulations of cyclone DINA with the non-hydrostatic model of Météo-France are presented above. They demonstrate that such a high resolution model (research model not used operationally) has the skill to correctly feature the main characteristics of a tropical cyclone structure and evolution.

Left is displayed the 850 hPa wind field after initialising the 4 km resolution meso-NH model (the initial vortex being bogusged through the GB-EVTD method): the yielded vortex appears realistic and consistent with the analysed intensity of the cyclone, presenting a 65 m/s maximum tangential winds at about 50 km from the centre.

In the middle, the same 850 hPa wind field is shown 15h later, as simulated by the model, with the corresponding radar reflectivity at 2 km height (right, to compare with the image page XX): the eye structure, the wind and rain fields look really coherent with the observations (results courtesy F. Ferry, probationer at the Cyclone Research Unit, RSMC LA REUNION).



Dernière image acquise par le radar Météo-France du Colorado (La Montagne/Saint-Denis), avant destruction par DINA.
Last image acquired by the Météo-France radar (La Montagne/Saint-Denis), before destruction by DINA.

