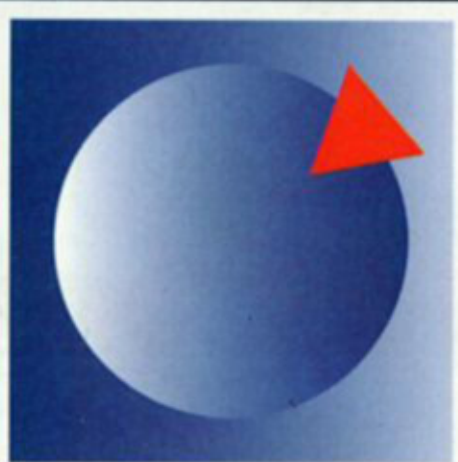
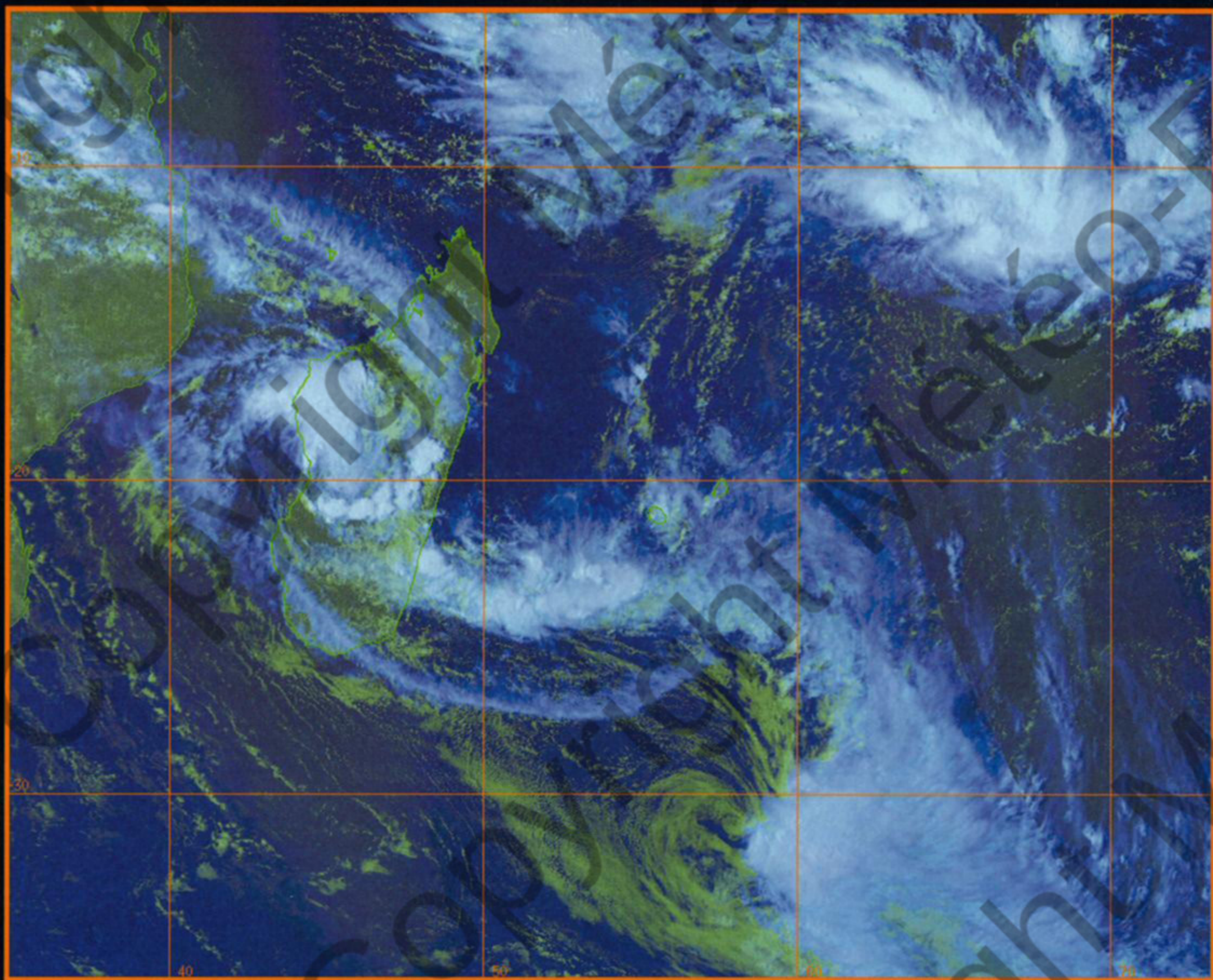




**METEO
FRANCE**



CENTRE DES CYCLONES TROPICAUX
de LA REUNION
TROPICAL CYCLONES CENTRE



SAISON CYCLONIQUE
1997 - 1998
CYCLONE SEASON

Saison Cyclonique

1997-1998

**dans le Sud-Ouest
de l'océan Indien**

*CYCLONE SEASON 1997-1998
IN THE SOUTH WEST INDIAN OCEAN*

Directeur de la publication :
Alain SOULAN

Rédacteur en chef :
Paul RÉMOIS

Rédaction :
Philippe CAROFF

Publication de la Direction Interrégionale
de MÉTÉO-FRANCE à LA RÉUNION

Crédit photographique :
MÉTÉO-FRANCE

Saison Cyclonique 97-98

dans le Sud-Ouest de l'océan Indien

Cyclone Season of the South-West Indian Ocean 1997/1998

SOMMAIRE :

• Introduction	Page 4
• Cartographie des trajectoires	Page 6
• Liste des perturbations	Page 8
• Données statistiques	Page 9
• Activité du Centre des Cyclones Tropicaux de LA RÉUNION	Page 12
• Analyse chronologique des perturbations de la saison	Page 16
• Annexe 1. Terminologie	Page 56
• Annexe 2. Informations satellitaires et techniques d'analyse	Page 58
• Annexe 3. Note explicative sur l'analyse individuelle des perturbations	Page 61
• Annexe 4. Noms de baptême des tempêtes et cyclones tropicaux (Saison 1998-1999)	Page 62
• Annexe 5. Sélection d'images satellitaires de la saison	Page 64

CONTENTS :

• Introduction	Page 4
• Map of trajectories	Page 6
• List of tropical disturbances	Page 8
• Statistical data	Page 9
• Activities of the Tropical Cyclone Centre / LA RÉUNION	Page 12
• Analysis of the disturbances of the season in chronological order	Page 16
• Annexe 1. Terminology	Page 56
• Annexe 2. Satellite data and interpretation techniques	Page 58
• Annexe 3. Explanatory note on the individual analysis of disturbances	Page 61
• Annexe 4. Names of tropical storms and cyclones (season 1998-1999)	Page 62
• Annexe 5. Selection of satellite pictures of the season	Page 64

INTRODUCTION

Introduction

Les saisons cycloniques se suivent et ne se ressemblent pas, écrivions-nous en guise de conclusion dans l'introduction de la « saison cyclonique 1996-1997 ». L'illustration de cette sentence ne s'est pas fait attendre. La saison cyclonique 1997-1998 dans le Sud-Ouest de l'océan Indien se distingue, en effet, de façon spectaculaire et à plus d'un titre de celle qui l'a précédée. Tout d'abord, ce fut une saison très peu active, contrastant de ce fait avec les quatre saisons précédentes à l'activité largement au-dessus de la moyenne. Ce fut, également, la saison dont le démarrage a été le plus tardif de ces trente dernières années, alors que la saison 1996-1997 avait été extrêmement précoce.

Avec 4 tempêtes et seulement 1 cyclone - systèmes n'ayant, d'ailleurs, survécu que 4 jours en moyenne au stade égal ou supérieur à celui de dépression tropicale -, ne totalisant, ainsi, que 18 jours d'activité cyclonique avec présence de tempête ou cyclone, cette saison est la moins active, après la saison 1982-1983, depuis 1967, date du début du suivi « satellital » des perturbations tropicales sur notre bassin. Son activité est comparable à celle de la saison 1986-1987. L'on notera, d'ailleurs, avec intérêt, que ces 3 saisons (1982-1983, 1986-1987, 1997-1998), comparables en terme d'activité globale, correspondent à l'existence d'épisodes « EL NINO » prononcés dans le Pacifique.

Laborieusement démarrée à la mi-janvier 1998 seulement (avec une simple dépression tropicale), la saison cyclonique 1997-1998 s'achèvera dès la mi-avril, l'essentiel de l'activité étant concentré sur 45 jours en février et mars.

Comme à l'accoutumée, dans le Sud-Ouest de l'océan Indien, cette saison a eu sa trajectoire d'école, celle du cyclone ANACELLE en l'occurrence - belle parabole de milieu de saison et évolution très régulière d'intensité -, et son lot de trajectoires fantasques dont le plus bel exemple est, à coup sûr, cette année, la trajectoire - style « Yo-Yo » - de BELTANE

Cyclone seasons follow one another and are different from one year to the next, we wrote at the end of our introduction to the «cyclone season 1996-1997». This maxim was to be illustrated very shortly afterwards. The cyclone season 1997-1998 in the South-West Indian ocean was, indeed, spectacularly different, and in more ways than one, to its predecessor. Firstly, it was a season of very low activity, thus contrasting with that of the last four seasons, whose activity was well above average. It was, also, the season which began the latest over the last thirty years, whereas the 1996-1997 season had been extremely precocious.

With 4 storms and only 1 cyclone - systems that only survived four days on average, at a stage of being equal to or above that of a tropical depression -, thus making a total of 18 cyclone days at storm or cyclone stage, this season was the least active, after that of 1982-1983, since 1967, when «satellite» monitoring of tropical disturbances began over our basin. Its activity was comparable to that of the 1986-1987 season. It is noteworthy, moreover, that these three seasons (1982-1983, 1986-1987, 1997-1998), which were comparable in terms of global activity, correspond to the existence of pronounced «EL NINO» events in the Pacific.

Beginning with some difficulty only in mid-January 1998 (with a simple tropical depression), the cyclone season 1997-1998 ended as from mid-April, most of its activity being concentrated over 45 days in February and March.

As usual, in the South-West Indian ocean, this season had its traditional trajectory, that of tropical cyclone ANACELLE - a fine mid-season parabola with a very regular evolution of intensity -, and its share of whimsical trajectories, the best example of which is, certainly, this year, the «yo-yo» style trajectory of BELTANE in the MOZAMBIQUE channel and to the South-West of MADAGASCAR.

dans le canal de MOZAMBIQUE et sur le Sud-Ouest de MADAGASCAR. Les textes et illustrations de ce rapport apportent des éclaircissements techniques relatifs à la vie surprenante de ces perturbations dont le caractère romanesque ne manquera pas d'intéresser le lecteur curieux.

Mais, en fait, cette saison ne restera guère dans les mémoires car les phénomènes observés les plus dangereux ont, heureusement, épargné les terres habitées ; seules les populations du MOZAMBIQUE ont eu à souffrir du passage de la première dépression tropicale de la saison, dont les pluies ont provoqué de nombreux désordres et des pertes en vie humaine.

Néanmoins, les effets du passage des systèmes dépressionnaires tropicaux, notamment quand ils sont faibles comme BELTANE sur MADAGASCAR, sont bien souvent bénéfiques pour les territoires concernés, car ils apportent l'eau dont l'absence se fait, souvent, cruellement ressentir lorsque ces systèmes passent à l'écart des terres habitées, la saison chaude durant. Tempêtes et cyclones constituent, donc, un mal nécessaire dans les régions tropicales où la « normale » est si rare et les excès si habituels. La prévention, en prenant le relais de la prévision, si délicate en la matière, apparaît, là, comme l'outil essentiel pour limiter au maximum les effets dévastateurs tout en conservant les effets bénéfiques du passage des tempêtes et cyclones tropicaux, pour les îles et les régions côtières du Sud-Ouest de l'océan Indien comme de tous les bassins cycloniques mondiaux.

En dépit de ce bilan de saison un peu « pauvre », il ne faut pas oublier que le suivi de la genèse et de la vie des perturbations tropicales est une affaire de tous les instants à laquelle s'attelle, sans relâche, le Centre des Cyclones Tropicaux de LA REUNION. Et si, durant cette saison 1997-1998, le nombre de systèmes matures a été très faible, les velléités de cyclogénèse ont été, en fait, deux fois plus nombreuses, car ce ne sont pas moins de 16 perturbations qui ont fait l'objet d'au moins un bulletin d'avertissement.

A défaut d'imaginer précisément ce dont sera faite la prochaine saison cyclonique, le lecteur a tout loisir de découvrir ou revivre la saison passée à l'aide des nombreux graphes, tableaux, images et commentaires présents dans les pages qui suivent.

Bonne lecture !

The texts and illustrations in this report give the technical details describing the surprising lifetimes of these disturbances, the fanciful nature of which will surely interest the curious reader.

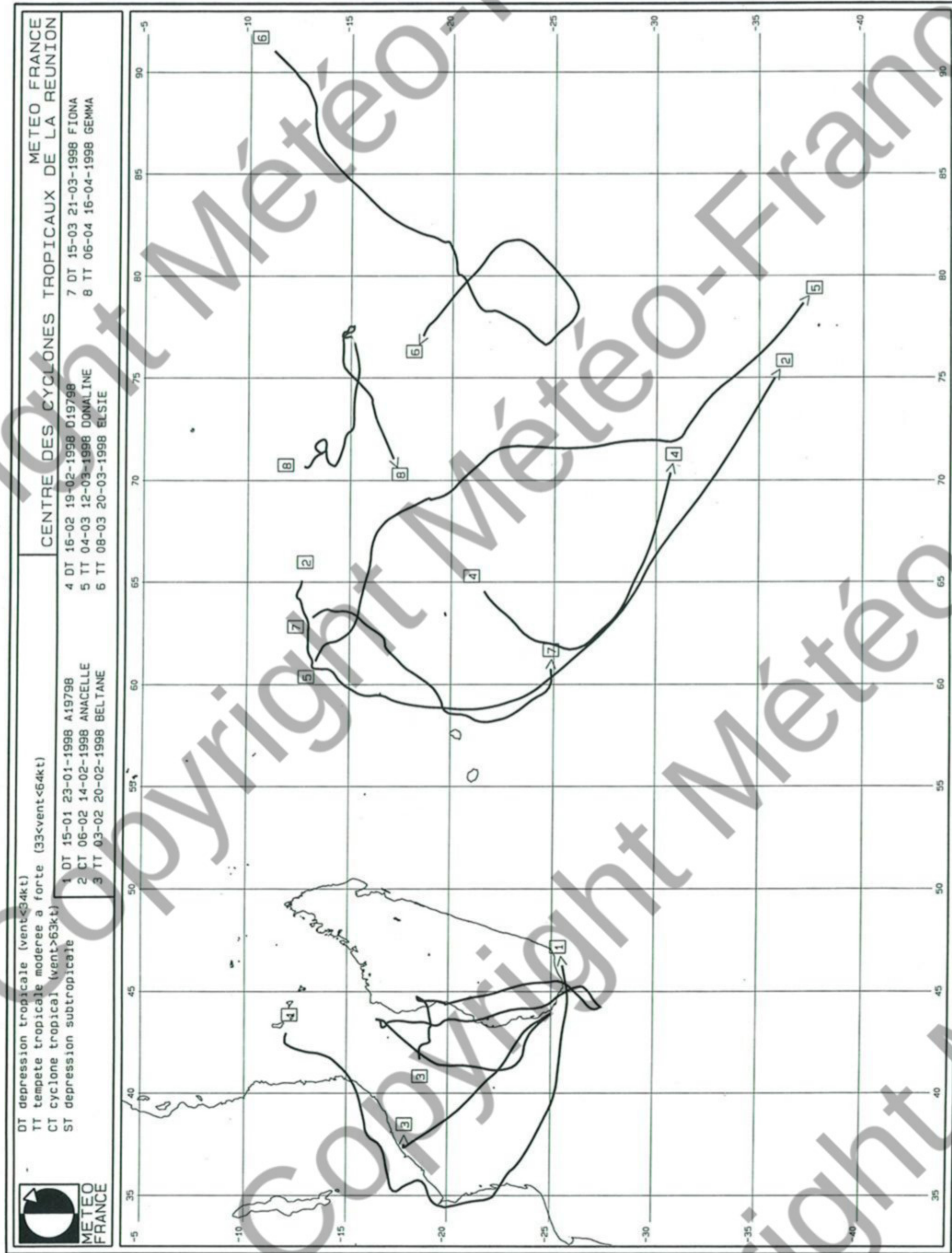
But, in fact, this season will hardly be a memorable one, as the most dangerous phenomena observed, fortunately spared inhabited territories; only the populations of MOZAMBIQUE suffered the effects of the passage of the first tropical depression of the season, which caused extensive damage and even loss of life.

Nevertheless, the effects of the passage of tropical systems, especially when they are weak such as BELTANE over MADAGASCAR, are often beneficial for the territories concerned, since they bring the rainfall that is often so severely lacking, when these systems pass far from inhabited lands throughout the warm season. Storms and cyclones are therefore a necessary evil in tropical regions, where «normal» conditions are so rare and excessive phenomena more the norm. Taking preventive measures, once a forecast is made, which is a difficult challenge in these regions, is essential in order to limit the devastating effects, while, at the same time, preserving the beneficial effects of the passage of storms and tropical cyclones, for the islands and coastal regions of the Indian ocean, as for all cyclonic basins throughout the world.

In spite of this rather «meagre» evaluation of this cyclone season, it must not be forgotten that the monitoring of the cyclogenesis and the life of tropical disturbances is a constant on-going activity of the Tropical Cyclones Centre of LA REUNION. And if, during this 1997-1998 season, the number of mature systems was low, the early signs of cyclogenesis were, in fact, twice as numerous, since no less than 16 disturbances were the object of a warning bulletin.

Without being able to imagine precisely what the next cyclone season will hold, the reader may discover at leisure or relive the past season with the help of the numerous graphs, tables, satellite images and commentaries contained in these following pages.

Enjoy your reading!



SAISON CYCLONIQUE
1997 -1998
(SCHEMA D'ENSEMBLE)

CYCLONE SEASON
1997-1998
(GENERAL VIEW)



MÉTÉO

FRANCE

DT

depression tropicale (vent<34kt)

TT

tempete tropicale moderee a forte (33<vent<64kt)

CT

cyclone tropical (vent>63kt)

depression extratropicale

depression se dissipant

depression subtropicale

CENTRE DES CYCLONES TROPICAUX DE LA REUNION

7 DT 15-03 21-03-1998 FIONA

8 TT 06-04 16-04-1998 GEMMA

4 DT 16-02 19-02-1998 019798

5 TT 04-03 12-03-1998 DONALINE

6 TT 08-03 20-03-1998 ELSIE

1 DT 15-01 23-01-1998 A19798

2 CT 06-02 14-02-1998 ANACELLE

3 TT 03-02 20-02-1998 BELTANE

MÉTÉO FRANCE

CENTRE DES CYCLONES TROPICAUX DE LA REUNION

SAISON CYCLONIQUE
1997 -1998

CYCLONE SEASON
1997-1998

7

Perturbations analysées

dans l'ordre chronologique

*Analysed disturbances
in chronological order*

• **1. A19798** : Dépression tropicale
(15 au 23 janvier 1998)

• **2. ANACELLE** : Cyclone tropical
(6 au 14 février 1998)

• **3. BELTANE** : Tempête tropicale modérée
(3 au 20 février 1998)

• **4. D19798** : Dépression tropicale
(16 au 19 février 1998)

• **5. DONALINE** : Tempête tropicale modérée
(4 au 12 mars 1998)

• **6. ELSIE** : Forte tempête tropicale
(8 au 20 mars 1998)

• **7. FIONA** : Dépression tropicale
(15 au 21 mars 1998)

• **8. GEMMA** : Tempête tropicale modérée
(6 au 16 avril 1998)

• **1. A19798** : Tropical depression
(15 - 23 january 1998)

• **2. ANACELLE** : Tropical cyclone
(6 - 14 february 1998)

• **3. BELTANE** : Moderate tropical storm
(3 - 20 february 1998)

• **4. D19798** : Tropical depression
(16 - 19 february 1998)

• **5. DONALINE** : Moderate tropical storm
(4 - 12 march 1998)

• **6. ELSIE** : Severe tropical storm
(8 - 20 march 1998)

• **7. FIONA** : Tropical depression
(15 - 21 march 1998)

• **8. GEMMA** : Moderate tropical storm
(6 - 16 april 1998)



CYCLONE TROPICAL «ANACELLE»

LE 10 FEVRIER 1998 À 1043 UTC (CI 4.5+)

ORBITE 16056 DU SATELLITE NOAA 14

Belle structure d'oeil en bande pour ANACELLE forte tempête tropicale, à la limite du seuil de cyclone tropical. SAINT-BRANDON se situe à cet instant dans la partie sud du mur de l'oeil.

TROPICAL CYCLONE «ANACELLE»

10 FEBRUARY 1998 AT 1043 UTC (CI 4.5+)

SATELLITE NOAA 14 - ORBIT 16056

Nice banding eye pattern for ANACELLE severe tropical storm, just about to cross the threshold of tropical cyclone intensity. The islets of SAINT-BRANDON are located at this moment on the southern eyewall.

Caractéristiques de la saison 97/98 **dans le Sud-Ouest de l'océan Indien** *Statistical data relative to the 97/98 season* *in the South West Indian Ocean*

• 1. DISTRIBUTION DE L'ACTIVITÉ CYCLONIQUE) (Ci ≥ 2,5) **(DISTRIBUTION OF CYCLONE ACTIVITY)**

TYPE	NOM NAME	AOU	SEPT	OCT	NOV	DEC	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUIN	JUIL	DUREE LIFETIME
DT	A1						■							4
TT	ANACELLE							■						6
CT	BELTANE							■						3
TT	D1							■						3
CT	DONALINE								■					4
TT	ELSIE								■					4
TT	FIONA								■					3
CT	GEMMA									■				5
Moyenne (Average lifetime) =														4

• 2. ACTIVITÉ CYCLONIQUE : **(CYCLONE ACTIVITY)**

CI (intensité) / (intensity)	≥ 2.0*	≥ 2.5	≥ 3.0	≥ 5.0**	≥ 6.0	≥ 7.0
NOMBRE DE PERTURBATIONS (Number of disturbances)		8	5 (9)	1 (4)	0	0
NOMBRE DE JOURS D'ACTIVITÉ CYCLONIQUE (calendaires) Number of days with cyclone activity	44 (68)	29	18 (42)	3 (13)	0	0
NOMBRE DE JOURS D'ACTIVITÉ CYCLONIQUE (cumulés pour l'ensemble des perturbations) Total number for all the disturbances	49 (75)	32	18 (48)	3 (13)	0	0

* données relatives aux seules perturbations analysées

** stade cyclone tropical

• **NOTA :** • CI = Intensité sur l'échelle de DVORAK (cf annexes 2 et 3) (Intensity on DVORAK scale)

- CI = 2.5 : dépression tropicale (tropical depression)
- CI = 3.0 à 4.5 : tempête tropicale (tropical storm)
- CI = 5.0 à 5.5 : cyclone tropical (tropical cyclone)
- CI = 6.0 à 7.0 : cyclone tropical intense (intense tropical cyclone)

Entre parenthèses, dans le tableau, figure la médiane, calculée sur la période 1967-1968 à 1996-1997 (la médiane peut se définir comme la valeur correspondant à une saison normale. Il y a, en effet, autant de saisons où cette valeur est dépassée que de saisons où elle n'est pas atteinte).

Medians for the period 1967-1968 to 1996-1997 are indicated in brackets in the table. The median can be defined as the value corresponding to a standard season, for there are as many seasons above the median as below.

• **3. INFORMATIONS COMPLÉMENTAIRES :**
(OTHER INDICATIONS)

Genèse
(Genesis)

- Nord-Est bassin (Est de 70° Est) = 2
(Northeastern area)
- Centre bassin (60°/70° Est) = 4
(Central area)
- Nord-Ouest bassin (50°/60° Est) = 0
(Northwestern area)
- Canal du MOZAMBIQUE = 2
(MOZAMBIQUE Channel)

Cyclolyse
(Cyclolysis)

- Domaine polaire = 3
(polar area)
- Domaine tropical = 5
(tropical area)

dont
(among
which)

Sur terre (overland) = 0
Sur mer (over sea) = 5

• **4. QUALITÉ DES PRÉVISIONS :**
(VERIFICATION OF FORECASTS)

ECHEANCE (HEURES) (FORECAST HOUR)	ECART MOYEN (KM) CI ≥ 2.0 MEAN ERROR (NOMBRE DE CAS) (NUMBER OF CASES)	ECART MOYEN (KM) CI ≥ 3.0 MEAN ERROR (NOMBRE DE CAS) (NUMBER OF CASES)	ECART MOYEN (KM) CI ≥ 5.0 MEAN ERROR (NOMBRE DE CAS) (NUMBER OF CASES)
12	115 (148)	125 (58)	82 (8)
24	188 (133)	214 (54)	179 (8)
48	335 (50)	367 (26)	472 (3)

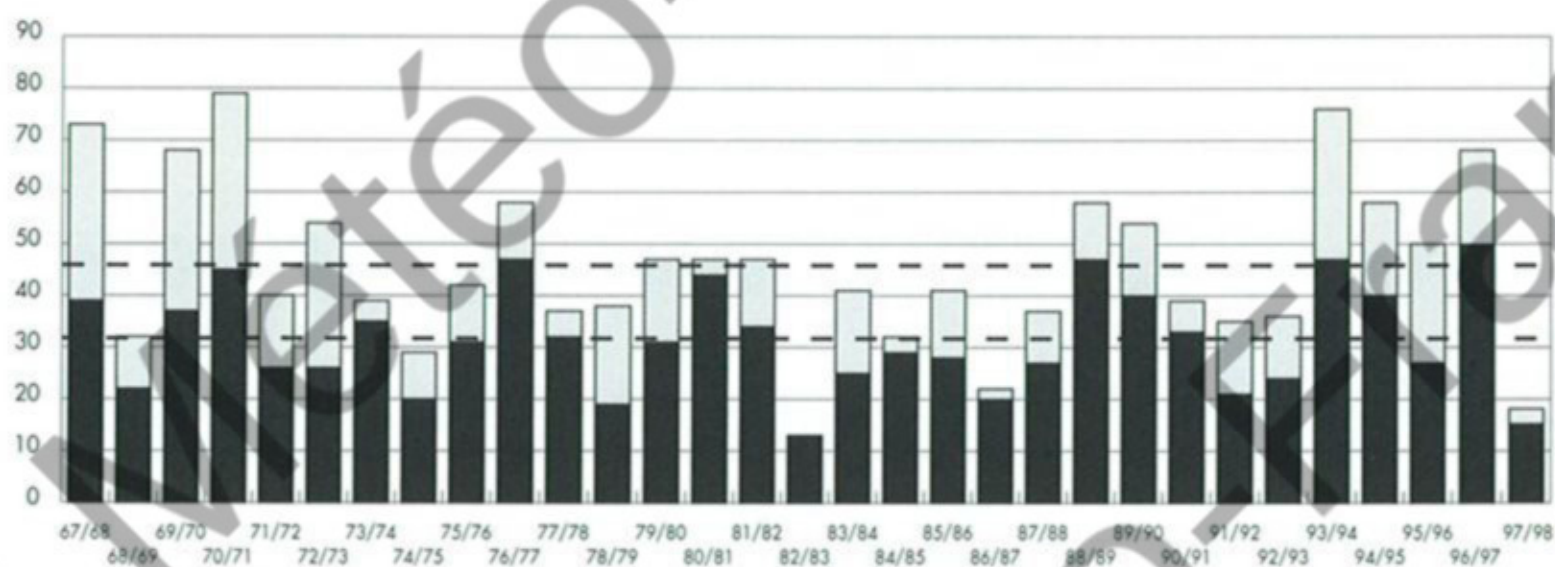
• **REMARQUES :**
(Remarks)

a). Le nombre de prévisions diffusées est très variable suivant les perturbations.

The number of forecasts that have been issued is very variable from one disturbance to another one.

b). Les valeurs données dans ce tableau sont des moyennes. Les écarts observés sont très différents d'une perturbation à l'autre et, pour une même perturbation, d'un jour à l'autre.

The values given in the table are averages. In fact observed errors fluctuate a lot from one system to another one and, for the same disturbance, from day to day.

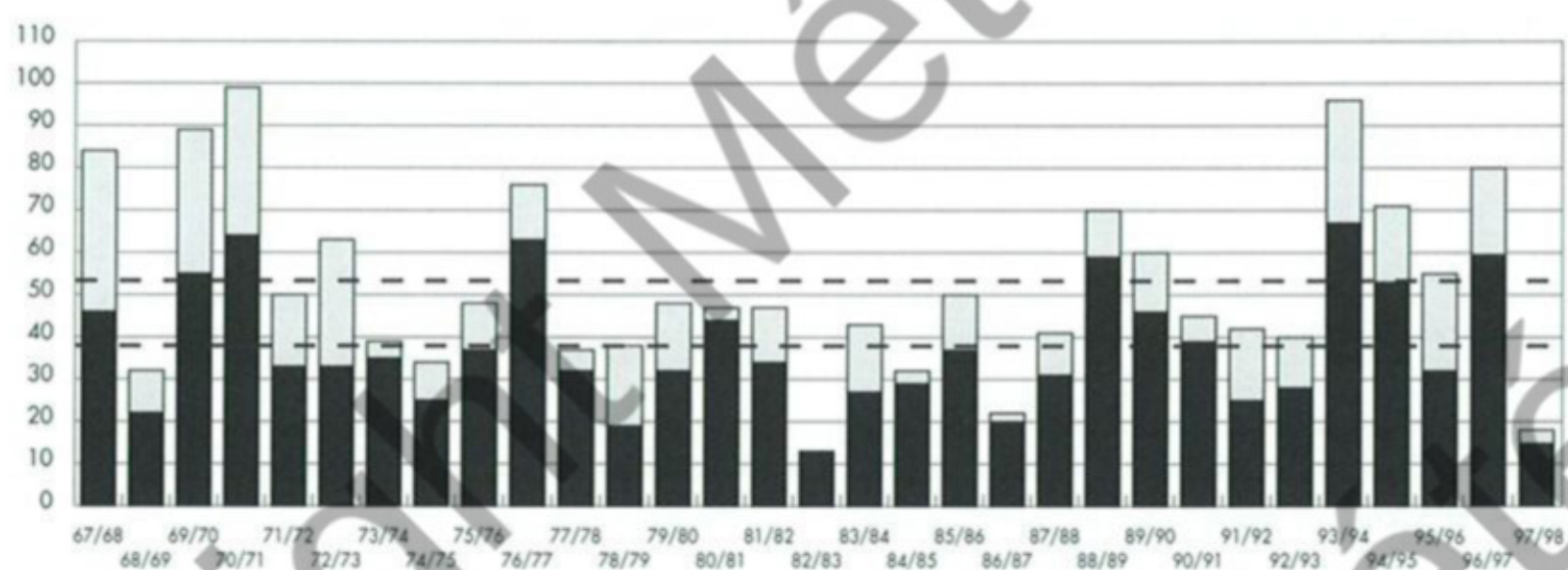


Variation interannuelle du nombre de jours avec activité cyclonique sur le bassin Sud-Ouest de l'Océan Indien et moyenne.

Annual variation in the number of days with cyclonic activity in the South West Indian Ocean basin and average.

■ Avec tempête(s) tropicale(s) modérée(s) ou forte(s) mais sans cyclone
With moderate to severe tropical storm(s) but without cyclone

□ Avec au moins un cyclone tropical
With at least one tropical cyclone

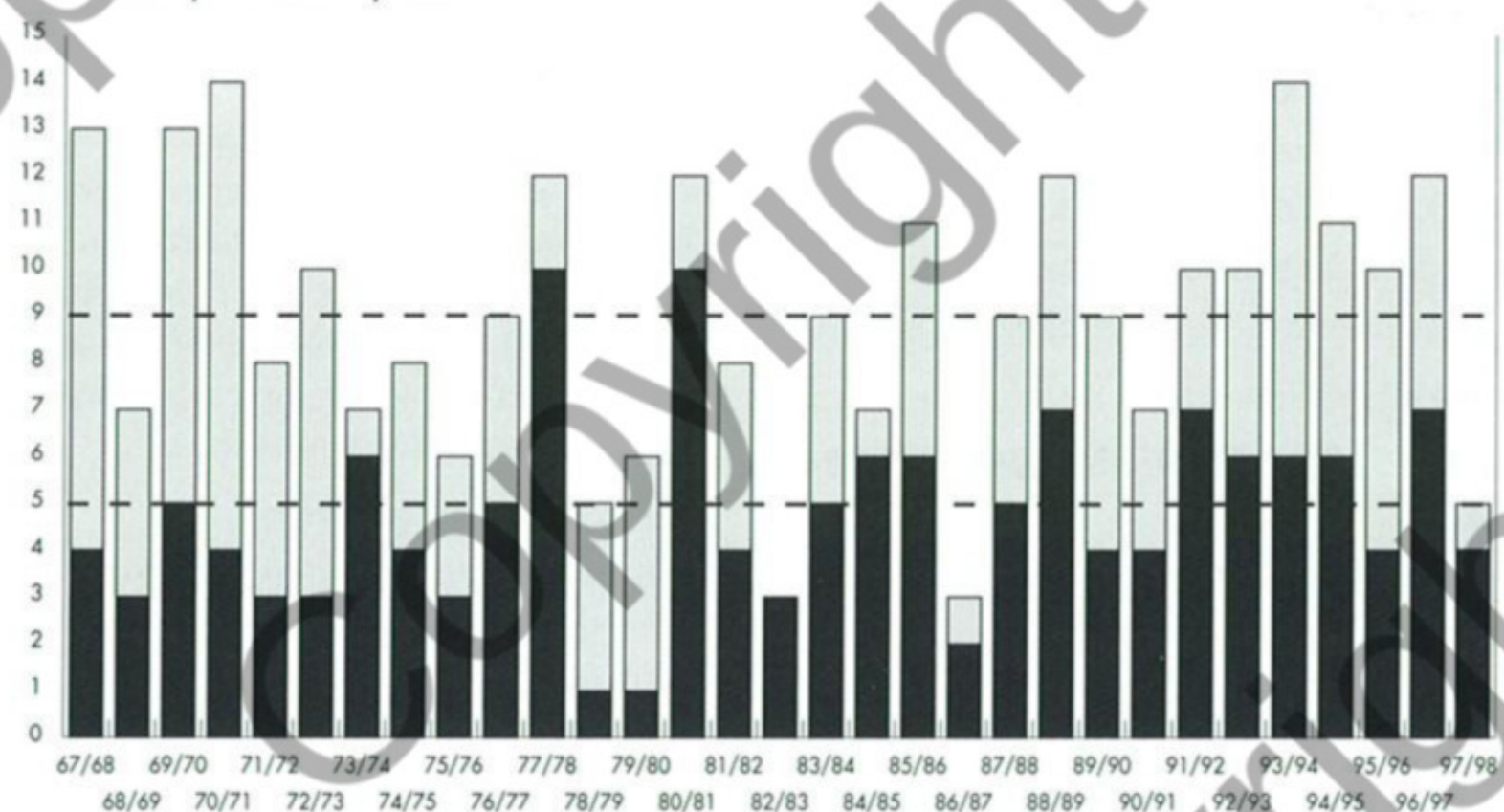


Variation interannuelle de l'activité cyclonique* sur le bassin Sud-Ouest Indien et moyenne (* définie comme le cumul pour l'ensemble des perturbations d'une saison du nombre de jours d'intensité supérieure ou égale à 3.0 sur l'échelle de Dvorak).

Annual variation in cyclonic activity* in the South West Indian Ocean basin and average* (defined as the total number of days in the season on which the disturbances were of intensity 3 or above on the DVORAK scale).

■ Cumul pour l'ensemble des perturbations de la saison des jours d'intensité comprise entre 3.0 et 4.5 inclus (tempêtes tropicales modérées et fortes)
Total number of days on which the disturbances were of intensity between 3.0 and 4.5 inclusive (moderate and severe tropical storms)

□ Cumul des jours d'intensité supérieure à 4.5 (cyclones tropicaux)
Total number of days with intensity above 4.5



Variation interannuelle et moyenne du nombre de :
Annual distribution and average of number of :

■ Tempêtes tropicales modérées ou fortes
Moderate to severe tropical storms

□ Cyclones tropicaux
Tropical cyclones

Activité

du Centre des Cyclones Tropicaux de LA RÉUNION

Activities of the RSMC / Tropical Cyclones of La Reunion

Voici quelques informations sur les différents types de messages diffusés :

- **BULLETINS METEOROLOGIQUES SPECIAUX (BMS) :**

Ces bulletins, actualisés toutes les 6 heures (à 00, 06, 12 et 18 UTC) dès qu'une perturbation a été repérée sur la zone de responsabilité du Centre, sont diffusés, en français et en anglais, à l'intention des bateaux faisant route et des usagers concernés. Ils regroupent les simples avertissements, les avis de grand frais, les avis de coup de vent, les avis de tempête et les avis de cyclone tropical. Ils renseignent sur la position de la perturbation (actuelle et prévue 12 heures plus tard), son intensité et sa pression au centre, son déplacement, la distribution des vents et du temps à grains ainsi que l'état de la mer. Ils donnent, également, une indication sur l'évolution de l'intensité au cours des 12 prochaines heures.

- **BULLETINS DE PREVISION CYCLONIQUE (CMRS) :**

Ces bulletins, actualisés toutes les 12 heures (à 06 et 18 UTC), sont diffusés, en français et en anglais, à l'intention des pays membres du Comité des Cyclones. Ce sont des bulletins techniques d'analyse et de prévision cycloniques. Les positions et intensités prévues à 12, 24 et 48 heures figurent notamment dans ces bulletins.

- **BULLETINS SATELLITE D'ANALYSE CYCLONIQUE (SAT) :**

Les images satellitaires sur lesquelles sont visibles au moins une perturbation font l'objet de bulletins spéciaux diffusés, en français et en anglais, à l'intention des pays membres du Comité des Cyclones, dans le meilleur délai après réception et exploitation des dites images. Ces bulletins renseignent sur la position, l'intensité et le déplacement de la (des) perturbation(s).

Here is some information on the different bulletins now issued by RSMC - LA RÉUNION :

- **SPECIAL MARINE BULLETINS ("BMS") :**

These bulletins are issued every six hours (valid at standard times : 00, 06, 12 and 18 UTC) from the moment a tropical system with a significant organization has been detected on the RSMC's area of responsibility. They are transmitted in French and English for the sake of ships at sea and of other interested users. These well-known "Warnings", "Near Gale Warnings", "Gale Warnings", "Storm Warnings" and "Tropical Cyclone Warnings" include the following information : the current position of the surface centre, the direction and speed of movement, the central pressure, the distribution of the winds and of the squally weather, a description of the state of the sea in and around the system, and a 12-hour forecast position.

- **"RSMC-BULLETINS" (OR TROPICAL CYCLONE ADVISORIES) :**

These bulletins are issued every 12 hours (at 06 and 18 UTC) in French and English to the sake of the Members of the Tropical Cyclones Committee for the SW Indian Ocean. These bulletins are technical bulletins which provide a comprehensive analysis of the storm and 12-hour, 24-hour and 48-hour positions and intensities forecasts complemented by prognostic reasoning information.

- **SATELLITE BULLETINS :**

Such bulletins are produced for satellite pictures (remember that only polar orbiting satellite's data are available on a great part of our area) on which a tropical system is visible. These bulletins which contain information on the centre position, the movement and the intensity of the system as well as a description of its organization, are issued both in French and English. These bulletins are released to

Leur nombre, variable suivant la position de la perturbation, oscille habituellement, dans le contexte satellital actuel, entre 2 et 4 par jour et par système.

• **AVIS CONSULTATIFS :**

Ces bulletins sont élaborés toutes les 6 heures (à 00, 06, 12, 18 UTC) à l'intention des Centres de Veille Météorologique de l'Océan Indien, afin de les aider dans l'élaboration de leurs messages SIGMET/Cyclones Tropicaux.

En effet, à la demande de l'OACI (Organisation de l'Aviation Civile Internationale), le CMRS de LA REUNION joue le rôle de Centre consultatif pour les cyclones tropicaux sur la zone de responsabilité qui lui incombe.

Ces bulletins donnent des informations sur les perturbations d'intensité au moins égale à celle de la tempête tropicale modérée (position, intensité, déplacement, zone de convection profonde associée, prévision à 12 et 24 heures de la trajectoire et de l'intensité).

• **MESSAGES DITS DE "MANILLE" :**

Ces messages, élaborés toutes les 6 heures (à 00, 06, 12 et 18 UTC) à l'intention des centres mondiaux de prévision numérique, renseignent sur la position et la structure des perturbations tropicales analysées, dans la perspective d'améliorer la prise en compte de ces systèmes dans les modèles numériques de prévision et donc d'accroître la qualité des prévisions de trajectoire et d'intensité.

• **BULLETINS DE TRAJECTOIRE FINALISEE ("BEST TRACK") :**

Ces bulletins, diffusés dans un délai habituel d'un mois après chaque épisode cyclonique, fournissent des informations précises sur la perturbation analysée avec, toutes les 6 heures, la position et l'intensité retenues par le Centre ainsi que le vent maximum et la pression au centre du système.

• **BULLETINS MINITEL :**

Par ailleurs, une page spécifique "cyclone", accessible à tous les usagers disposant d'un MINITEL, est actualisée toutes les 6 heures, voire toutes les 3 heures en cas d'alerte à LA REUNION, lorsqu'une dépression, une tempête ou un cyclone tropical évolue sur zone. Cette page renseigne notamment sur la position, l'intensité et le déplacement de la ou des perturbations en question.

the communication networks as soon as possible after the picture's processing.

Their number depends on the location of the storm versus LA RÉUNION. Because of the present status of operational NOAA polar orbiting spacecraft, it usually ranges from 2 to 4 per day and per system.

• **ICAO ADVISORIES :**

These bulletins are issued at 6 hourly intervals (at 00, 06, 12 and 18 UTC) for the needs of the Meteorological Watching Centres of the Indian Ocean. They have been introduced in order to support them in the preparation of the Tropical Cyclone / SIGMET messages.

RSMC LA REUNION has been designated by ICAO (International Civil Aviation Organization) as Advisory Centre for the tropical cyclones over its zone of responsibility (South-West Indian Ocean).

These bulletins provide informations on tropical storms and cyclones (position, intensity, movement, deep convection area, 12 hours and 24 hours forecast positions and intensities).

• **"MANILA MESSAGES" :**

These messages are issued at 6 hourly intervals (at 00, 06, 12 and 18 UTC) for the needs of NWP Centres which use bogussing techniques to improve the representation of the tropical vortex in their model's analysis and, by way of consequence, the performance of tropical cyclone motion forecasting. These messages give detailed information, in Manila code, on the location, movement, intensity and structure of the system.

• **BEST TRACK BULLETINS :**

The "Best Track Bulletins", which are issued within usually one month after the dissipation of each significant tropical system, give detailed information on the RSMC's final analysis of the whole evolution of the storm or tropical cyclone. The 6-hour positions (standard times : 00, 06, 12, 18 UTC), intensities, max winds and central pressures are provided. It is this information that is transmitted at the end of the season, in WMO format, to the NCDC of ASHEVILLE (USA).

• **MINITEL BULLETINS :**

Besides, a specific "cyclone page" is updated every 6 hours on the MINITEL (the french telematic system) every time a tropical disturbance is present on the RSMC's area of responsibility. These bulletins are updated every 3 hours when LA RÉUNION is under the threat of a tropical storm or tropical cyclone.

**NOMBRE DE BULLETINS EMIS PAR LE CENTRE DES CYCLONES TROPICAUX DE LA REUNION
(SAISON 97-98)**

NUMBER OF BULLETINS ISSUED BY RSMC / LA REUNION (CYCLONE SEASON 1997-1998)

PERTURBATIONS TROPICALES TROPICAL DISTURBANCES	BMS						BULLETIN CMRS RSMC BULLETINS	BULLETIN SAT SAT BULLETINS	AVIS CONSULTATIF ICAO ADVISORIES	BEST TRACK
	AVERTISSEMENTS WARNINGS	AVIS DE GRAND FRAIS NEAR GALE WARNINGS	AVIS DE COUP DE VENT GALE WARNINGS	AVIS DE TEMPETE STORM WARNINGS	AVIS DE CYCLONE TROPICAL TROPICAL CYCLONE WARNINGS	TOTAL				
A19798	5	17	0	0	0	22	8	7	0	1
BELTANE	23	13	3	0	0	39	13	9	3	1
ANACELLE	7	2	7	6	8	30	11	21	21	1
CINDY	11	0	0	0	0	11	0	3	0	
D19798	2	7	0	0	0	9	4	6	0	1
D29798	18	0	0	0	0	18	4	2	0	
D39798	1	0	0	0	0	1	0	0	0	
DONALINE	5	9	9	0	0	23	10	13	9	1
ELSIE	5	3	4	5	0	17	6	8	9	1
FIONA	8	13	1	0	0	22	8	10	1	1
GEMMA	14	1	16	0	0	31	14	15	16	1
G29798	1	0	0	0	0	1	0	0	0	
H19798	5	0	0	0	0	5	0	3	0	
H29798	4	0	0	0	0	4	0	1	0	
H39798	1	0	0	0	0	1	0	0	0	
H49798	8	2	0	0	0	10	0	0	0	
TOTAUX (TOTALS)	118	67	40	11	8	244	78	97	59	8

On notera, dans le tableau ci-dessus, que des bulletins ont été émis pour des perturbations qui ne sont pas décrites dans le présent ouvrage, car n'ayant pas atteint (ou pas suffisamment longtemps) le stade de dépression tropicale (en général, seules les perturbations ayant atteint pendant au moins 24 heures le stade de dépression tropicale sont décrites).

As it can be noticed in this table, some bulletins have been issued for tropical systems which are not presented in this publication. In fact, we usually include only in this report, the tropical systems which have maintained "tropical depression" intensity during at least 24 hours.



«LE CMRS DE LA REUNION»

Sur ces trois photos du Centre Météorologique Régional Spécialisé pour les cyclones tropicaux de LA RÉUNION, on peut découvrir de haut en bas : la salle de prévision ; des bouées dérivantes, du type de celles que le CMRS fait régulièrement larguer dans la zone de cyclogenèse des perturbations tropicales, entre l'équateur et 15°sud, par des bateaux faisant route, ce aux fins de bénéficier d'observations supplémentaires précieuses; l'entrée du bâtiment principal, avec, sur le toit, le radôme qui abrite l'antenne de réception de la station HRPT (High Resolution Picture Transmission) d'acquisition des satellites défilants américains de la série TIROS, et, au premier plan, une station automatique CAOBS (ces stations automatiques sont, notamment, implantées sur les îles éparses). Photos prises lors des journées « portes ouvertes » de mai 1998.

«THE RSMC OF LA REUNION»

On these three pictures of the Regional Specialized Meteorological Centre for tropical cyclones of LA REUNION, we can see from top to bottom : the forecasting section; drifting buoys, like those the RSMC brings periodically to ships for on route jettison, in the cyclogenesis area between the equator and 15°South, in order to get additional most valuable observations; the entrance of the main building, with, on the roof, the radome that shelters the aerial of the HRPT station (High Resolution Picture Transmission) acquiring the polar orbiting american satellites of TIROS series, and, on the foreground, the CAOBS automatic station (these stations are, in particular, implanted on the remote islands). Pictures taken during the « opening days » of May 1998.

DEPRESSION TROPICALE

15 au 23 janvier 1998

«A1»

Tropical depression «A1» (15-23 January 1998)

Si la saison cyclonique 1996/1997 fut exceptionnellement précoce (une dépression dès le mois d'août), celle de 1997/1998 se distingue d'entrée par son caractère, a contrario, exceptionnellement tardif.

Sur les trente dernières années, période sur laquelle les données satellitaires ont permis un suivi complet des perturbations sur le Sud-Ouest de l'océan Indien, on ne retrouve en effet qu'une seule saison cyclonique à avoir débuté aussi tard : il s'agit de la saison 1986/1987. Mais, contrairement à 1987, où la première perturbation, née cette année-là le 16 janvier, avait atteint le stade de tempête dès le lendemain (et été baptisée du nom d'ALININA), cette saison, le premier système, né ce 15 janvier 1998, n'excédera pas le stade de dépression tropicale.

FORMATION

Ainsi, après une première partie de saison sans la moindre velléité de formation de système dépressionnaire tropical, le 15 janvier, un début de cyclogenèse est enfin repéré.

A l'analyse, une circulation fermée est identifiée sur le nord du canal de MOZAMBIQUE, avec un minimum dépressionnaire localisé, le matin, à proximité immédiate de la GRANDE COMORE. Des masses nuageuses convectives se développent dans la partie septentrionale de cette zone dépressionnaire, dont le centre apparaît plus clairement, sur l'imagerie satellitaire, le lendemain.

EVOLUTION :

En voie de creusement, entre les COMORES et les côtes du MOZAMBIQUE, ce centre de basses couches évolue lentement en direction du sud-ouest. En cours de nuit du 16 au 17 janvier, le système présente une bande incurvée dont la structure justifie son classement au stade de dépression tropicale. Dans la matinée du 17 janvier, ce début d'intensification est cependant stoppé, lorsque la dépression aborde la côte africaine, dans les parages de la ville d'ANGOCHÉ.

Durant les trois jours suivants, la perturbation longe la bordure côtière du MOZAMBIQUE, le centre de la circulation dépressionnaire demeurant, toutefois, à l'intérieur des terres, inhibant toute intensification potentielle.

L'air maritime, chaud et humide qu'elle dirige, sur sa façade orientale, du canal de MOZAMBIQUE vers l'intérieur des terres, alimente sur le pays une activité pluvio-orageuse importante. Celle-ci sera responsable, notamment, de glissements de terrain aux conséquences meurtrières.

La perturbation résiste plutôt bien à son périple terrestre le long des côtes mozambicaines, il est vrai à proximité immédiate du littoral,

If the cyclone season 1996/1997 began exceptionally early with a depression already in August, that of 1997/1998, on the contrary, arrived exceptionally late.

Over the last thirty years, during which period the availability of satellite data has allowed close monitoring of disturbances over the South-West Indian ocean, only one cyclone season began so late, that of 1986/1987. But, contrary to 1987, when the first disturbance began to develop on 16th January, and did reach tropical storm intensity as soon as the following day (and was named ALININA), this season, the first system, which started on 15th January 1998, did not develop beyond the stage of a tropical depression.

FORMATION

Thus, after a first part of the season without the slightest sign of formation of a tropical system, on 15th January, a beginning of cyclogenesis was at last detected.

Upon analysis, a closed circulation was identified on the northern MOZAMBIQUE channel, with a low, located in the immediate vicinity of the main island of COMOROS (N'GAZIDJA), in the morning. Convective cloud masses developed in the northern part of this low pressure area, whose centre appeared more clearly on the satellite imagery, the following day.

EVOLUTION

While deepening, between the COMOROS and the coasts of MOZAMBIQUE, this centre of low levels evolved slowly towards the southwest. During the night of 16 to 17th January, the system developed a curved band which justified its classification as a tropical depression. But, in the morning of 17th, this beginning of intensification was stopped, when the depression reached the african coast, near the town of ANGOCHÉ.

During the following three days, the disturbance followed the coastal strip of MOZAMBIQUE, the centre of the low circulation remaining, however, inland, inhibiting any potential intensification.

The warm and damp maritime air driven, on its eastern side, inland from the MOZAMBIQUE channel, generated, in its wake, strong rain-storm activity. This was responsible, in particular, for the landslides which led to loss of life. The disturbance maintained its intensity quite well during its inland passage, close to the shoreline indeed, as confirmed by a pass of the ERS2 satellite, showing

comme en atteste une orbite du satellite ERS2, présentant des vents observés en mer toujours au stade du grand frais, dans la nuit du 19 au 20, peu après le franchissement du 20^e parallèle sud.

Le minimum dépressionnaire résiduel finit par ressortir en mer, en fin d'après-midi du 20, sur le sud du canal, au nord de la ville d'INHAMBANE, ce à la faveur d'un changement de trajectoire en direction du sud-est, qui se confirme ensuite le lendemain. Le 21 janvier, le large talweg polaire, alors situé au sud du canal de MOZAMBIQUE, favorise en effet la descente de la perturbation vers le sud-est, en accélération à partir de la mi-journée.

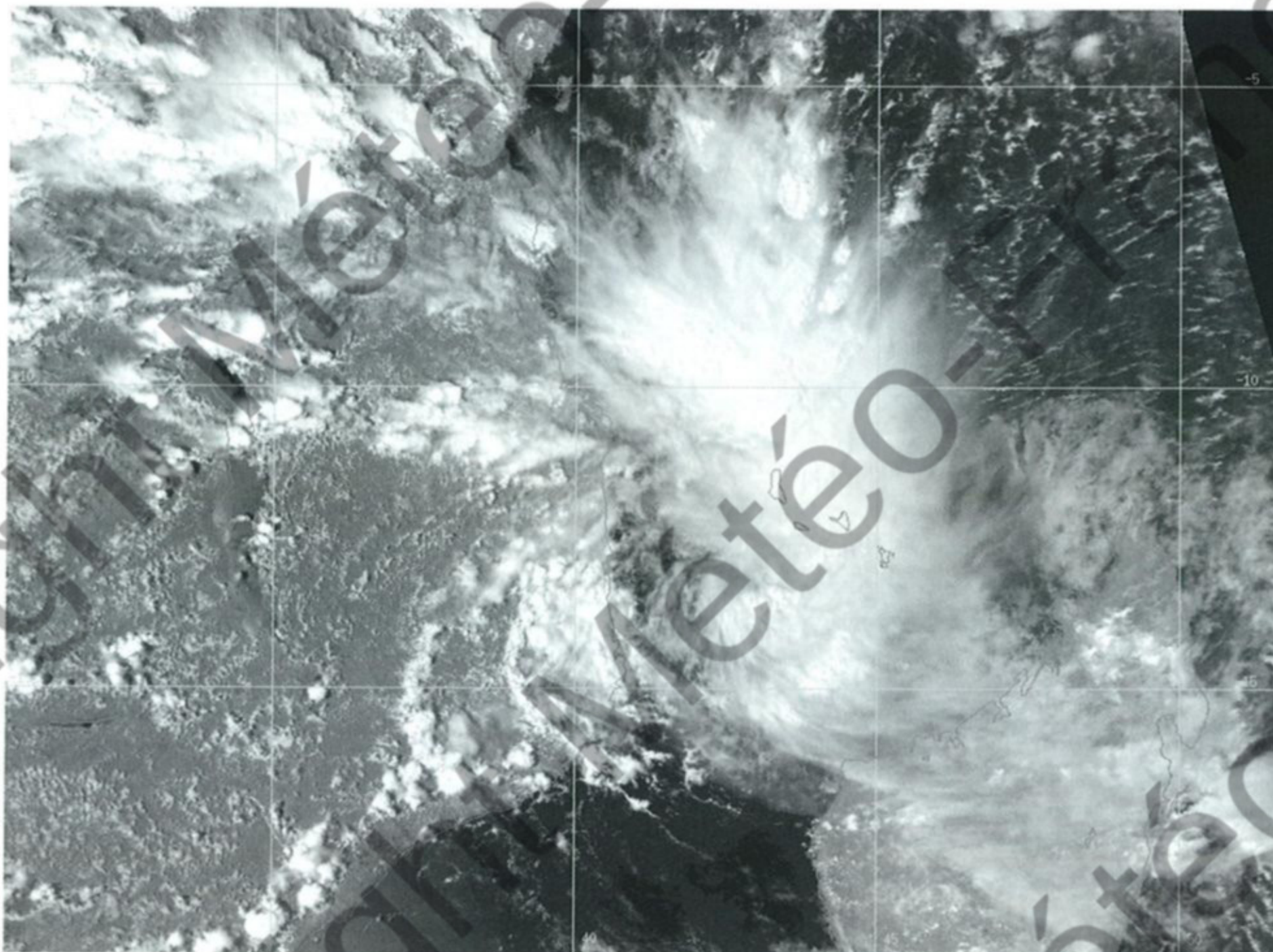
Celle-ci, en retrouvant un parcours maritime, qui plus est sur des eaux assez chaudes - les températures de surface de la mer avoisinent les 28°C -, voit une forte reprise d'activité convective, mais essentiellement dans sa partie sud-est. Les zones centrale et nord-ouest restent, quant à elles, vides de toute convection. Ceci s'explique aisément par l'existence, au sud de 20° sud, d'un fort courant de secteur nord-ouest dans les couches hautes et moyennes de l'atmosphère, qui contrarie une reprise de la convection de façon homogène autour du centre du système.

Malgré cette configuration de cisaillement, la dépression tropicale gagne légèrement en intensité. Les vents forts s'étendent assez loin au nord du centre, jusqu'aux abords de l'île d'EUROPA (grand frais établi dans le courant de journée du 21). La perturbation atteint son maximum d'intensité en cours de journée, intensité à la limite supérieure du stade de dépression tropicale. Compte tenu de la vitesse de déplacement assez rapide du système, il n'est pas surprenant de constater la présence, sur une nouvelle orbite du satellite ERS2, de coup de vent (35 nœuds observés), dans le demi-cercle nord de la dépression. Il n'est, d'ailleurs, pas tout à fait impossible que le stade de tempête tropicale modérée ait pu être atteint de manière très transitoire.

Mais cette hypothèse n'aura pas le temps de se concrétiser de manière plus tangible. Dès la nuit suivante et au fil de la journée du 22, le cisaillement s'accroît, et le tourbillon résiduel de basses couches s'éloigne progressivement de la convection, toujours concentrée dans le secteur sud-est. Les 22 et 23 janvier, A1 s'affaiblit lentement, tout en continuant à se déplacer assez rapidement sur une trajectoire s'orientant davantage à l'Est, et perd son statut de dépression tropicale dans la nuit du 22 au 23. Il ralentit assez sensiblement à partir de la soirée du 22, et, après avoir transité à peu de distance au large de FORT DAUPHIN, se dissipe, finalement, au sud-est immédiat de MADAGASCAR.

Système tropical de faible intensité, la caractéristique d'A1 réside dans l'originalité de son parcours, épousant sur près de 1000 km la bordure côtière du MOZAMBIQUE, soit la majeure partie de la longueur du canal du même nom. Malheureusement, les pluies diluviennes qu'il aura occasionnées à son passage n'auront pas été sans conséquences sur des régions côtières à forte densité de population, illustrant, une fois de plus, le danger des précipitations associées aux systèmes dépressionnaires tropicaux, en particulier pour les systèmes de faible intensité.

winds still reaching near gale force, during the night of 19 to 20th, soon after crossing the 20th southern parallel. The residual low finally returned over the sea at the end of the afternoon of the 20th, in the southern channel and north of the town of INHAMBANE, when its trajectory changed to the southeast, which was then confirmed the following day. On 21st January, the system even gathered speed as from mid-day, as the wide polar trough, then situated to the south of the MOZAMBIQUE channel, was still attracting the disturbance towards the southeast. Having found once again a maritime path, over warm waters moreover - sea surface temperatures around 28°C in the area -, the system regained strong convective activity, but essentially in its southeastern sector. The central and northwestern sectors were, on the other hand, void of any convection. This can easily be explained by the existence, south of latitude 20° South, of a strong northwesterly flow in the upper and mid layers of the atmosphere, which inhibited a resumption of any homogeneous convection around the centre of the system. In spite of this sheared configuration, the tropical depression gained slightly in intensity, strong winds spreading quite far to the north of the centre, up to the island of EUROPA (where settled near gale force winds were experienced during daytime of the 21st). The disturbance reached its maximum intensity during the day, to the upper limit of a tropical depression. Taking into account its rather rapid speed of movement, it was not surprising to note the presence, on another pass of the ERS2 satellite, of gale force winds (35 knots registered), in the northern semi-circle of the depression. It is even not impossible, that moderate tropical storm intensity might have been reached for a very short period. But this hypothesis will not have time to become more tangible. As from that night and during the next day, the shearing accentuated and the residual vortex of low clouds progressively moved away from the convection, which was still concentrated in the southeastern sector. On 22nd and 23rd January, A1 weakened slowly, while going on moving quite rapidly on a track setting up more eastward, and lost its status of tropical depression during the night of 22nd to 23rd. It slowed down quite rapidly as from the evening of the 22nd and, after having passed quite near the shores of FORT DAUPHIN, it finally dissipated in the immediate southeast of MADAGASCAR. The particularity of A1, which was a weak tropical system, resides in the originality of its course, following for nearly 1000 km the coastal strip of MOZAMBIQUE, thus practically the whole length of the channel of the same name. Unfortunately, the torrential rains that accompanied its passage, brought adverse effects to the populated coastal regions, illustrating, once again, the danger of rainfalls associated with tropical systems, particularly when these are of weak intensity.



DEPRESSION TROPICALE «A1»

LE 16 JANVIER 1998 À 1159 UTC (CI 2.0)

ORBITE 15704 DU SATELLITE NOAA 14

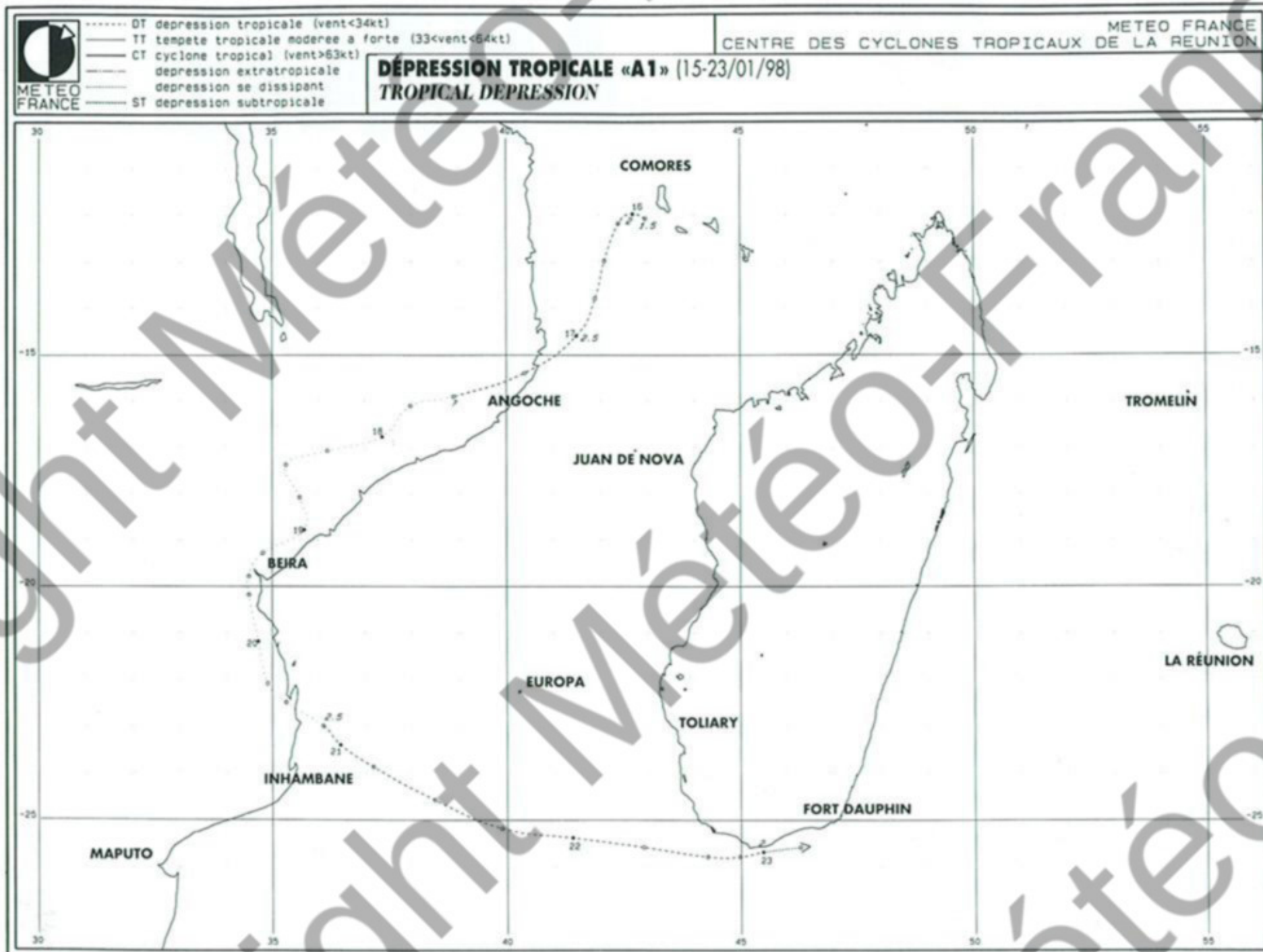
A1, après 24 heures d'existence, est encore un phénomène faible, classé au stade de perturbation tropicale. Centré à cet instant à quelque 180 km au sud-ouest de la GRANDE COMORE, il s'éloigne de l'archipel. Mais les masses nuageuses pluvio-orageuses drainées dans son sillage dans l'alimentation de mousson, provoquent encore de fortes précipitations sur les « îles de la lune ». Ces pluies bénéfiques (163 mm en 24 heures à l'aéroport international d'HAHAYA), étaient attendues avec impatience, marquant le début tardif de la saison des pluies (dénommée « kashkazi » en langue locale).

TROPICAL DEPRESSION «A1»

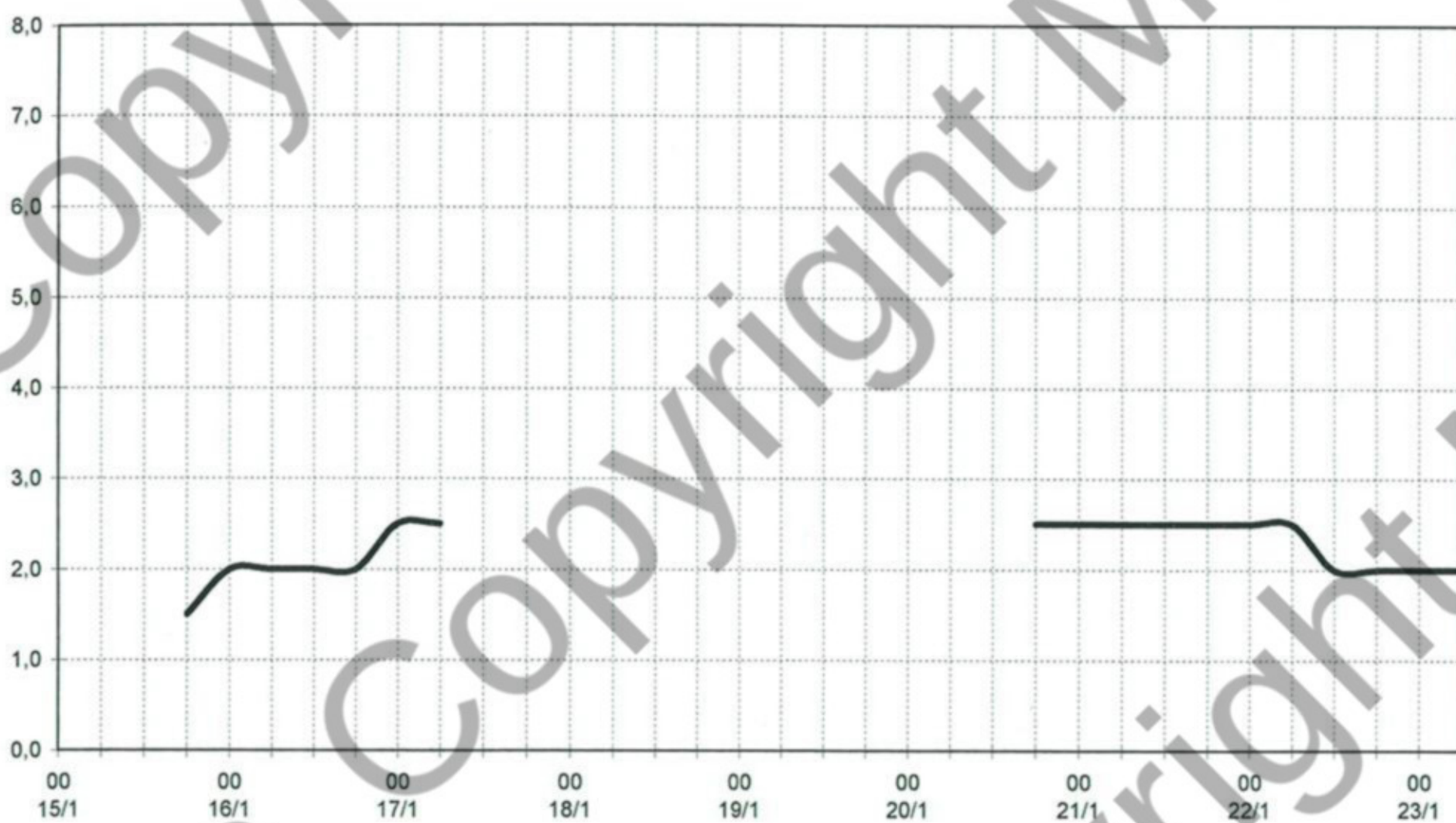
16 JANUARY 1998 AT 1159 UTC (CI 2.0)

SATELLITE NOAA 14 - ORBIT 15704

A1, 24 hours after its cyclogenesis, is still a weak phenomenon, classified as a tropical disturbance. The centre, spotted on this picture some 180 km to the southwestern tip of GRANDE COMORE, is moving off the main island of the COMOROS archipelago. Nevertheless, the associated monsoon feeder bands, are still provoking heavy rain and thunderstorms in its wake over the « islands of the moon ». These rains (163 mm recorded in 24 hours at international airport of HAHAYA) impatiently expected and so much welcome, signed the late beginning of the rainy season (named « kashkazi » in local language).



A19798 DU 15/01/98 AU 23/01/98



EVOLUTION DU NOMBRE T (DE DVORAK) DE 6 HEURES EN 6 HEURES
6 - HR T NUMBER (DVORAK) EVOLUTION

CYCLONE TROPICAL

6 au 14 février 1998

«ANACELLE»

Tropical cyclone «Anacelle» (6-14 February 1998)

FORMATION

Le début de saison cyclonique fut exceptionnellement calme sur le Sud-Ouest de l'océan Indien, et marqué par des conditions anormales pour la saison. On note en particulier en janvier, la présence, établie jusqu'à l'équateur, de flux de secteur est quasi permanents dans les basses couches de l'atmosphère (associés à des pressions en surface élevées sur la zone - anomalie de + 3.5 hPa à LA RÉUNION). Il faut attendre début février, pour voir apparaître l'amorce d'un flux transéquatorial digne de ce nom, plus conforme aux conditions qui prévalent habituellement au cœur de la saison chaude.

Les conséquences ne tardent pas à se faire sentir. La Zone de Convergence Intertropicale s'installe enfin franchement au sud de l'équateur et se matérialise, sur l'imagerie satellitaire, par une activité nuageuse et convective qui se renforce au fil des jours, de part et d'autre du 10° parallèle sud.

Le 5 février, deux circulations dépressionnaires sont isolées entre 10 et 15° sud, au sein de cette ZCIT active. La première, située un peu à l'ouest de 80° est, n'évoluera pas ; la seconde va connaître un sort plus favorable. Décelable sur l'analyse des observations de surface, ainsi que sur l'imagerie satellitaire, le centre dépressionnaire associé est, à la faveur de deux orbites du satellite ERS2, localisé plus précisément. Il se situe, dans la nuit du 5 au 6, en bordure sud de l'amas convectif visible sur l'imagerie, et ce à un peu moins de 1000 km au sud-ouest de DIEGO-GARCIA.

EVOLUTION

Durant les 48 heures suivantes, le système s'organise lentement, au niveau nuageux et convectif, mais sûrement, au vu des baisses de pressions enregistrées sur les stations d'observation alentour. Malgré des conditions globalement favorables, et en particulier un potentiel énergétique considérable (températures de surface de la mer à 29-30°C), le système subit, pour l'instant, l'influence négative d'un environnement d'altitude, peu propice

FORMATION

The beginning of the cyclone season had been exceptionally calm over the South-West Indian ocean, and marked by abnormal conditions for this time of the year. In particular, there was, in January, the presence of quasi-permanent easterlies blowing, up to the Equator, in the low levels of the atmosphere (in association with high surface pressure over the zone - anomaly of +3.5 hPa at LA REUNION -). Not until early February, has been felt the beginning of a cross-equatorial flow worthy of the name, more in keeping with normal conditions prevailing in the height of the warm season.

It was not long before the consequences made themselves felt as well. The Intertropical Convergence Zone (ITCZ) finally and clearly settled to the south of the Equator and developed on the satellite pictures, as cloudy and convective activity increased as time went on, on either side of latitude 10° South.

On 5th February, two cyclonic circulations were identified between 10 and 15° South, within this active ITCZ. The first, situated slightly west of 80° East, will not develop; the second was destined to evolve more favourably. Detectable when analysing surface observations, as well as on satellite imagery, the associated centre of the depression could be located more precisely, by means of two orbits of satellite ERS2. During the night of 5 to 6th February, it was situated on the southern edge of the convective cloud mass visible on the imagery, a little less than 1000 km to the southwest of DIEGO-GARCIA.

EVOLUTION

During the following 48 hours, the system became more organized, slowly if considering the cloud and convective mass, but surely, if considering the fall in the pressure field as demonstrated by the nearby observation stations. In spite of globally favourable conditions, and, in particular, a high potential of energy (sea surface temperatures at 29-30°C), the system was, at this time, undergoing the negative

quant à lui à une intensification. Mais cette contrainte de cisaillement modéré de sud en altitude, laisse ensuite place à une situation de col barométrique, plus propice au développement de la perturbation.

A partir de la nuit du 7 au 8, l'intensification devient patente sur l'imagerie satellitale, et se poursuit ensuite sur un rythme régulier. Gagnant un point par jour sur l'échelle de DVORAK, la perturbation franchit ainsi les différents seuils de la classification des perturbations tropicales. Tempête tropicale modérée en soirée du 8, ANACELLE - dont le baptême avait été légèrement anticipé dans l'après-midi -, développe un œil en matinée du 10.

A cet instant, ANACELLE fait cap droit sur l'îlot de SAINT-BRANDON, qu'elle effleure finalement par l'ouest en début d'après-midi. La perturbation s'apprête à atteindre, quasiment au même moment, le seuil de cyclone tropical. L'analyse satellitale, effectuée sur une image prise peu avant le passage au plus près, et permettant de classer la perturbation au stade supérieur de la forte tempête tropicale, est corroborée par la mesure des vents maximaux de SAINT-BRANDON (vent moyen sur 10 mn de 57 nœuds -101 km/h -, rafale de 82 nœuds -152 km/h). Il est à noter que la rafale maximale enregistrée correspond, à peu de chose près, à la valeur attendue pour un tel vent moyen (un peu plus de 50 % d'écart dans ce cas). En outre, on doit souligner que la pression minimale mesurée à la station (pression, corrigée de la marée barométrique, de 973 hPa), est cohérente avec la pression minimale estimée au centre, déduite de la table de correspondance utilisée dans le bassin.

Depuis la veille, plus précisément depuis le début de journée du 9, ANACELLE a changé de trajectoire. Lors de ses premiers jours d'existence, elle avait progressé, à vitesse assez lente, en direction générale de l'ouest à l'ouest-sud-ouest, en bordure de la dorsale prolongeant les hautes pressions subtropicales solidement installées sur le Sud-Est de la zone. Parvenue, à l'approche du 60° méridien est, en limite de l'aire d'influence de cette dorsale, la perturbation a logiquement, et franchement, incurvé en direction du sud-sud-ouest, puis du sud, tout en accélérant. A l'ouest de 60° est, la présence conjuguée du minimum dépressionnaire de la future BELTANE, au sud de MADAGASCAR, et surtout d'une seconde dépression liée à une zone de convergence au sud des MASCAREIGNES, entretient en effet une faibles-

influences of upper-level environment, which was unpropitious for its intensification.

But this constraint of moderate southerly shear in the upper-atmosphere, then gave way to a barometric col situation, which encouraged the development of the disturbance.

As from the night of 7 to 8th, intensification was obvious on the satellite images, and then continued at a regular rhythm. Gaining one point a day on the DVORAK scale, the disturbance crossed the successive thresholds of the classification of tropical disturbances. Moderate tropical storm during the evening of the 8th, ANACELLE - so named, slightly in advance, during the afternoon -, developed an eye during the morning of the 10th.

At this point, ANACELLE was heading towards the islets of SAINT-BRANDON, finally grazed by the west in the beginning of the afternoon. By this time, the disturbance was about to reach the threshold of tropical cyclone intensity. The satellite analysis, carried out on a picture acquired just before its passage at the nearest from the island, and allowing its classification at the upper limit of a severe tropical storm, was corroborated by the maximum wind measured at SAINT-BRANDON (10 minute mean wind of 57 knots -101 km/h-, gusts of 82 Knots -152 km/h-). It should be noted that the maximum recorded gust, roughly corresponds to the expected value for such a mean wind (a little more than 50% difference in this case). Moreover, it should be emphasised that the minimum pressure recorded at the station (973 hPa, after correction of the barometric tide), is coherent with the central estimated minimum pressure, deduced from the table of correspondence used in the basin.

Since the previous day, more precisely since the beginning of the 9th, ANACELLE had changed its trajectory. During the first days of its existence, it had progressed, rather slowly, in a general westerly to west-southwesterly direction, on the edge of the ridge extending from the subtropical high firmly installed over the South-East of the zone. When approaching the longitude 60° east, the disturbance arrived at the western limit of this ridge, and then logically and decisively recurved towards the south-southwest, then towards the south, while accelerating. In effect, the combined presence, west of 60° East, of the low of the future BELTANE, to the south of MADAGASCAR, and, moreover, that of a second depression, linked to a convergence zone, to the south of the MASCARENES, maintained a persistent weakness in the pressure field, towards

se persistante dans le champ de pression, en direction de laquelle s'engouffre ANACELLE.

La vitesse de déplacement se stabilise autour de 20 km/h dans la nuit du 10 au 11, alors que le cyclone poursuit en direction générale du sud. Cette trajectoire le fait finalement passer au plus près de l'île MAURICE, à un peu plus de 100 km dans l'est, en début d'après-midi du 11. Située dans le bon demi-cercle de la perturbation, l'île subit une influence limitée (quelques pluies et des rafales de vent inférieures à 120 km/h).

ANACELLE atteint dans la foulée son intensité maximale. Les vents maximaux autour de l'œil irrégulier de 30 km de diamètre, sont alors estimés à 140 km/h en vents moyens (sur 10 mn) et 210 km/h en rafales.

L'œil disparaît dès la nuit suivante, alors qu'on note une désorganisation déjà sensible de la structure nuageuse de la perturbation. ANACELLE commence à s'affaiblir et est déclassée en forte tempête tropicale dans l'après-midi du 12.

Portée par un flux directeur qui s'oriente au nord-ouest, à l'avant d'un thalweg en moyenne et haute troposphère, la tempête commence à incurver progressivement en direction du sud-est, puis à accélérer à partir de la fin de journée du 12. Elle se déplace alors en direction d'un col barométrique de basses couches qui se décale vers l'est.

Affaiblie, mais présentant une structure de transition extra-tropicale encore bien affirmée, ANACELLE franchit à près de 40 km/h le 30° parallèle sud dans l'après-midi du 13, avant de subir ensuite une nouvelle accélération impressionnante. Et c'est à plus de 80 km/h qu'elle déboule en direction de l'île d'AMSTERDAM le 14, y occasionnant de la tempête plusieurs heures durant (pression minimale observée à la station : 983 hPa). La dépression résiduelle d'ANACELLE se recreusera même, le lendemain, en intégrant le lit des perturbations polaires, bénéficiant ainsi d'une seconde vie.

Première perturbation baptisée, et ce à la date record du 8 février, ANACELLE constitue un peu l'exception de cette saison cyclonique très peu active. Unique cyclone de la saison, son évolution, pourtant caractéristique d'une perturbation classique de milieu de saison (cyclone 5 jours après sa naissance, trajectoire "parabolique"), tranche avec le comportement, plutôt atypique, des autres systèmes dépressionnaires observés.

which ANACELLE has been drawn.

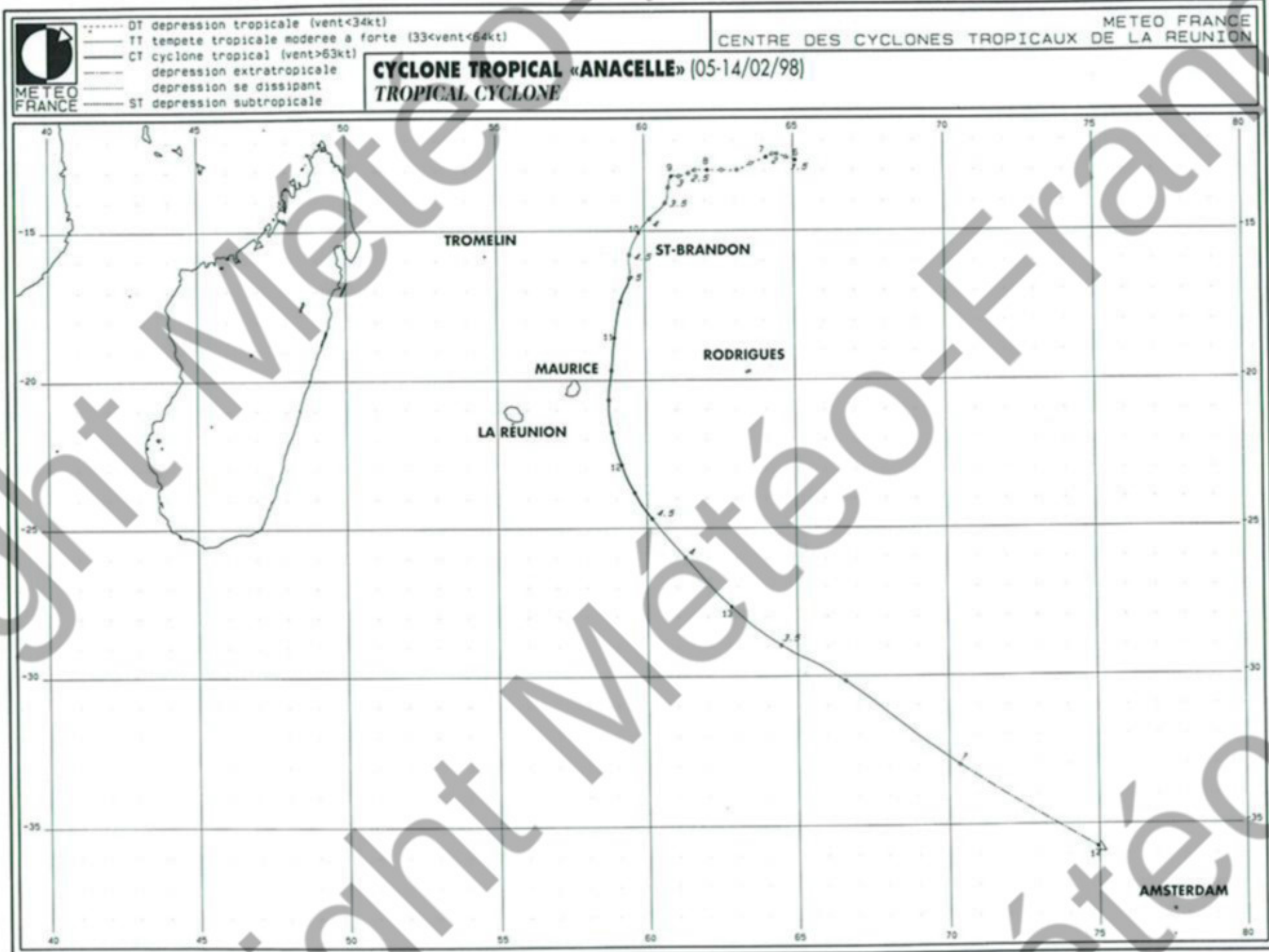
The speed of movement stabilised at around 20 km/h during the night of 10 to 11th, while the cyclone went on steering a generally southerly course. This track finally made it pass at its closest distance from MAURITIUS, a little more than 100 km to the east, in the beginning of the afternoon of the 11th. Taking into account that the island was situated in the semi-circle where conditions were less severe, the effects were limited (some rain and gusts of wind of less than 120 km/h).

Just after that, ANACELLE reached its maximum intensity. The maximum winds around the irregular eye of 30 km diameter, were estimated at this time at 140 km/h on average (over a 10 minute period), gusting at 210 km/h.

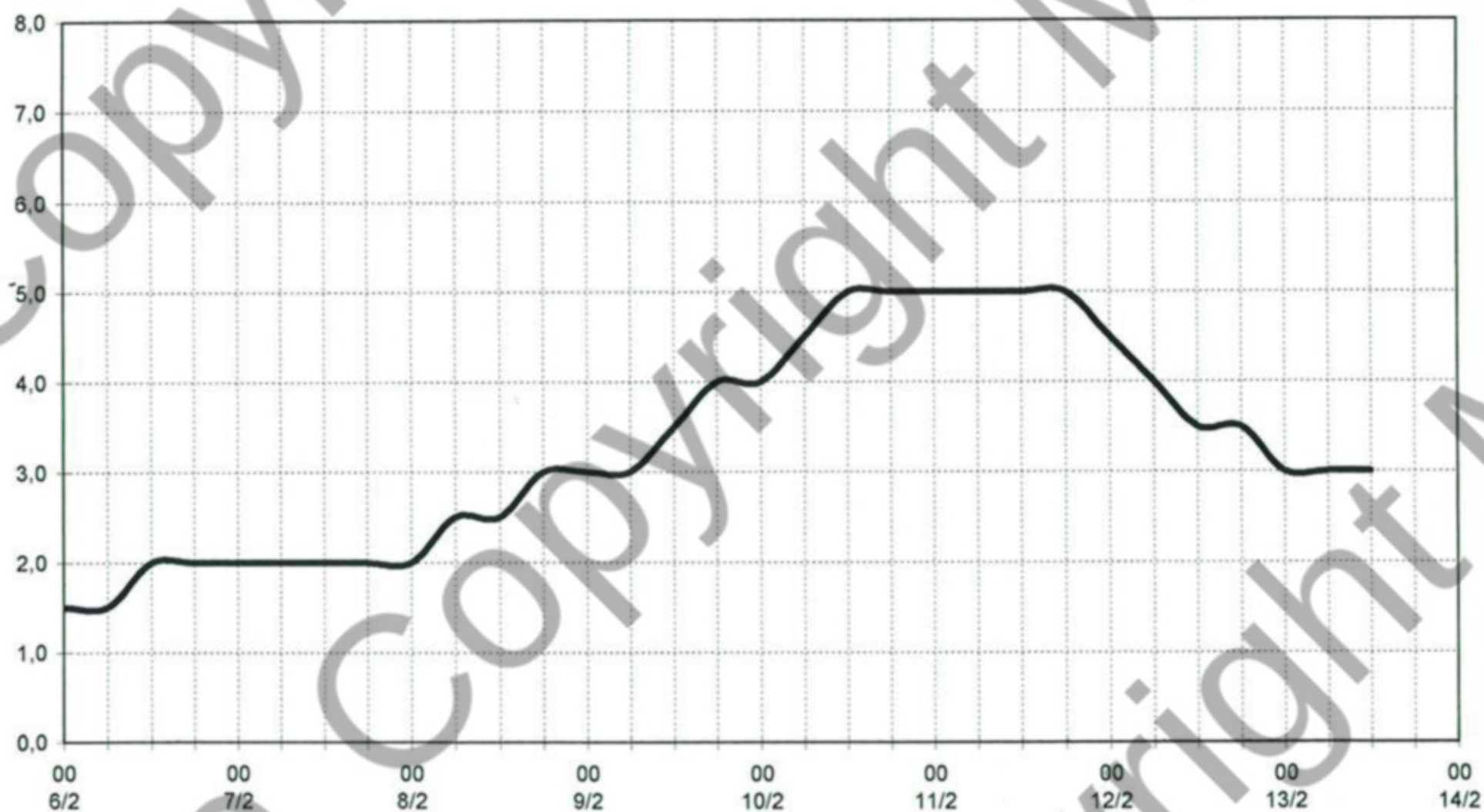
The eye disappeared as early as the following night, while a noticeable disorganization of the cloud structure was already visible. ANACELLE began to weaken and was no longer classified as a severe tropical storm during the afternoon of the 12th. Carried by a northwesterly steering flow, ahead a trough in the mid and upper-troposphere, the storm began to recurve progressively towards the southeast, and then accelerated at the end of the day of the 12th. It was then moving towards a low-level col that was moving eastwards.

Weakened, but presenting a still well marked extra-tropical transition structure, ANACELLE crossed, at nearly 40 km/h, the latitude 30° South during the afternoon of the 13th, before undergoing a new and spectacular acceleration. So that it rushed, at more than 80 km/h, towards the island of AMSTERDAM on the 14th, causing there storm force winds conditions that lasted several hours (minimum pressure recorded at the station : 983 hPa). The residual depression of ANACELLE even deepened once more, the next day, while integrating the bed of polar disturbances, thus taking on a second life.

The first disturbance having been named, at the record date of 8th February, ANACELLE was indeed the exception of this cyclone season of very low activity. The only cyclone of the season, its evolution, although characteristic of a classic mid-season disturbance (cyclone 5 days after its formation, with a "parabolic" track), does not compare with the rather unusual behaviour of the other depressions observed.



ANACELLE DU 06/02/98 AU 14/02/98

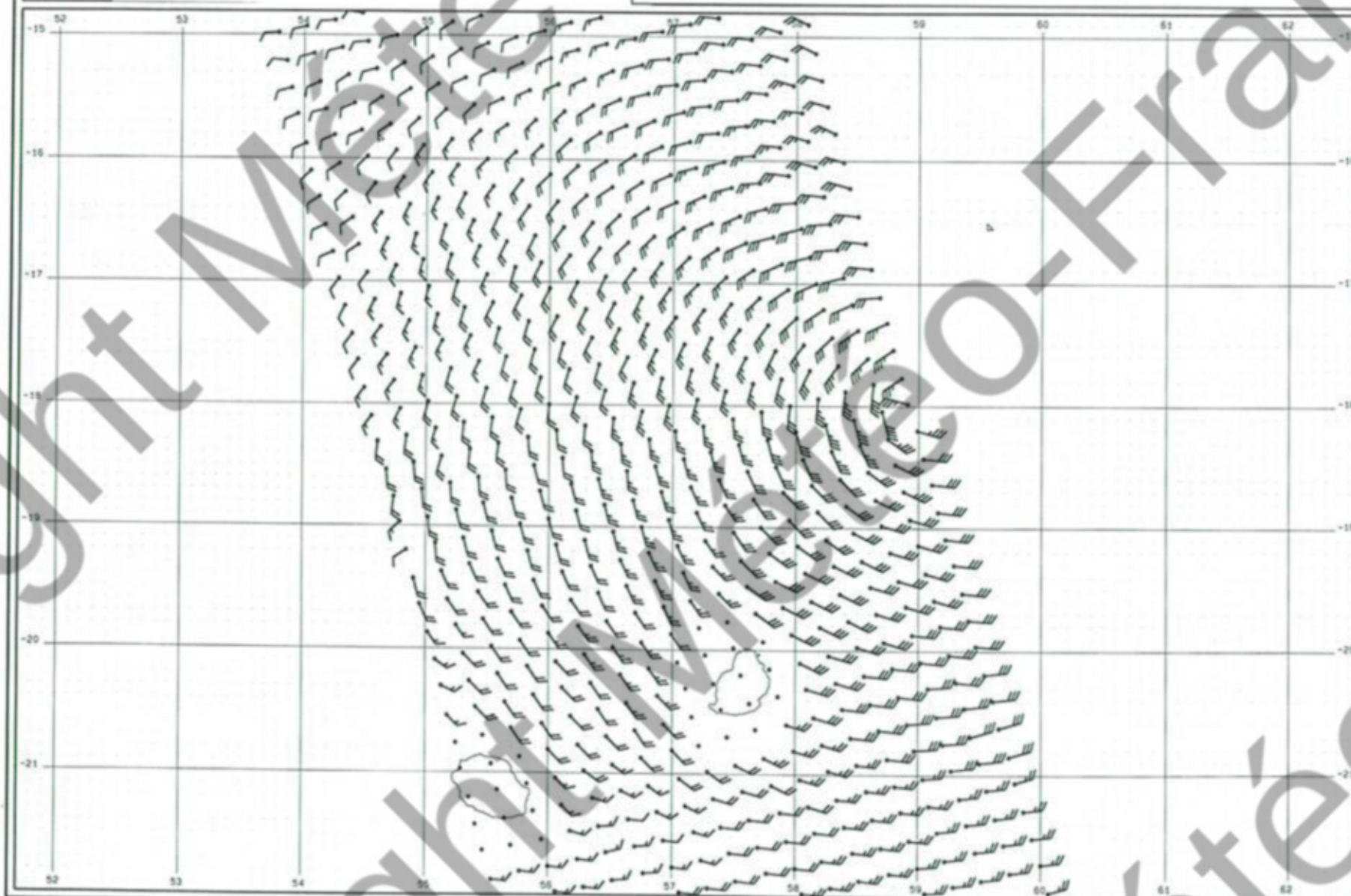


EVOLUTION DU NOMBRE T (DE DVORAK) DE 6 HEURES EN 6 HEURES
6 - HR T NUMBER (DVORAK) EVOLUTION



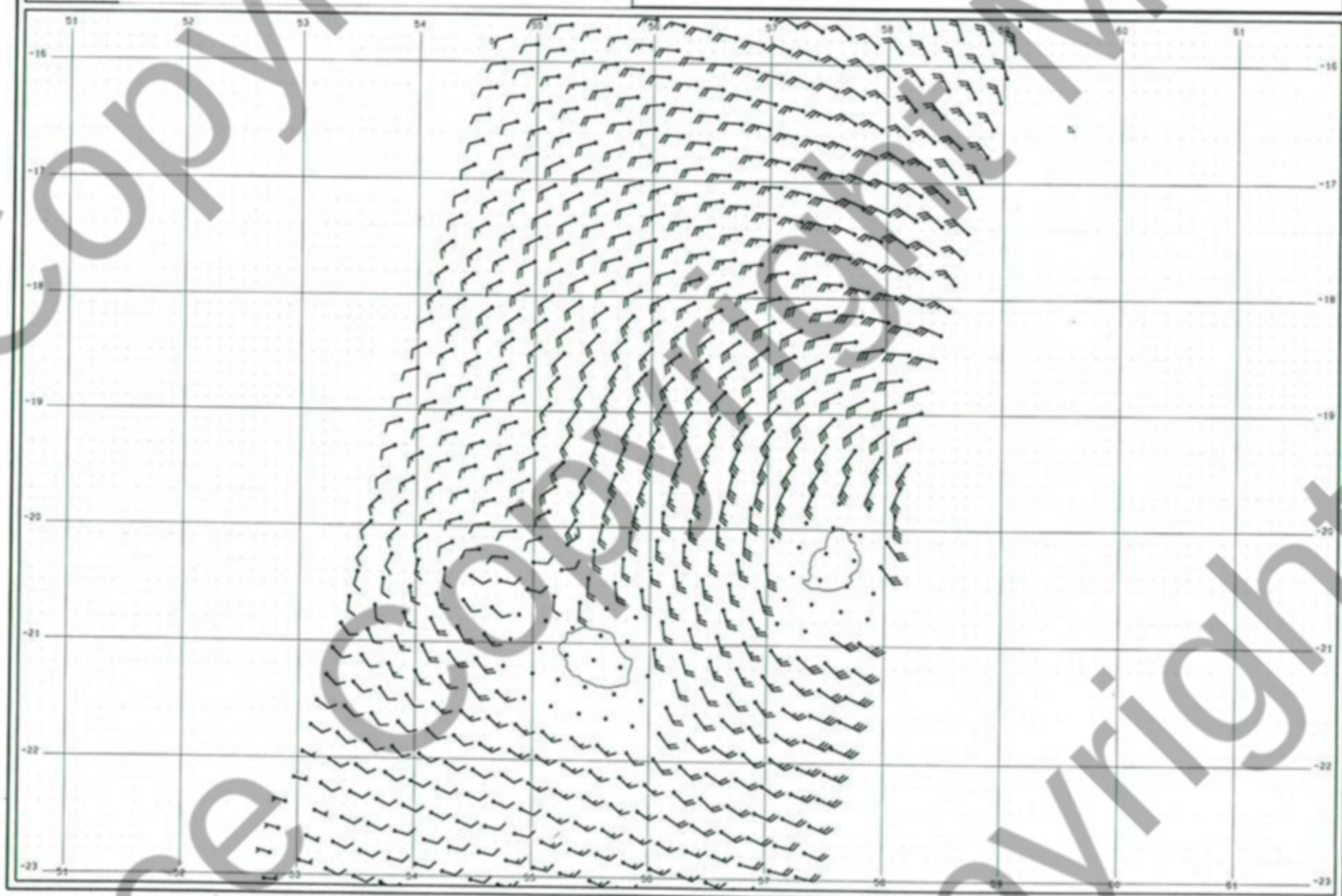
ANACELLE (le 10/02/98 à 1910 utc)

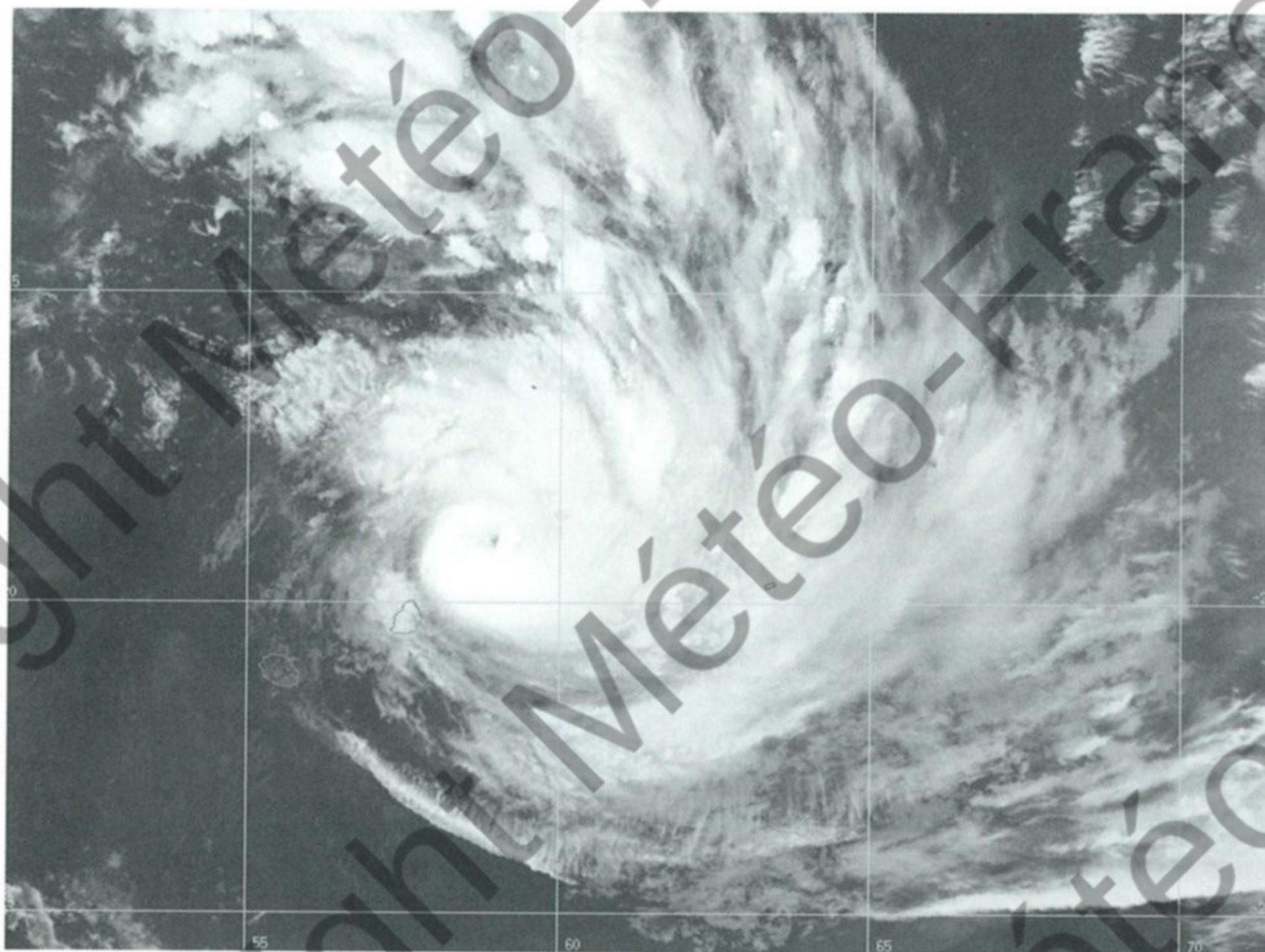
DIRECTION REGIONALE DE METEO-FRANCE POUR LA RÉUNION
vent en mer par satellite ERS
Surface winds over sea derived from ERS



ANACELLE (le 11/02/98 à 0616 utc)

DIRECTION REGIONALE DE METEO-FRANCE POUR LA RÉUNION
vent en mer par satellite ERS
Surface winds over sea derived from ERS





CYCLONE TROPICAL «ANACELLE»

LE 11 FEVRIER 1998 À 0159 UTC (CI 5.0)

ORBITE 35033 DU SATELLITE NOAA 12

ANACELLE à l'intensité de cyclone tropical (pas tout à fait à son intensité maximale), dans le nord-est de l'île MAURICE. Celle-ci, située dans le bon demi-cercle, dit maniable, va être effleurée par la masse nuageuse convective dense associée à la partie active du système. L'extension de cette masse nuageuse correspond en l'occurrence à celle du coup de vent (35 noeuds de vents moyens, soit des vents avec des rafales de l'ordre de 100 km/h en mer), si l'on se réfère aux deux orbites ERS acquises à quelques heures d'intervalle, avant et après l'heure de l'image ci-dessus (cf. page opposée). Les vents maximaux soufflant autour de l'œil mal défini étant estimés approcher les 200 km/h en rafales à cet instant, on a là une illustration de la décroissance rapide des vents quand on s'éloigne du centre d'un cyclone (vents divisés par deux à un peu plus de 100 km du centre).

TROPICAL CYCLONE «ANACELLE»

11 FEBRUARY 1998 AT 0159 UTC (CI 5.0)

SATELLITE NOAA 12 - ORBIT 35033

ANACELLE at tropical cyclone intensity (not yet at peak intensity), in the northeast of MAURITIUS. The island, situated in the good semi-circle, the navigable one, will be grazed by the central dense overcast associated to the active convective part of the system. The extension of this cloud mass corresponds, in this case, to that of the gale force winds (mean winds of 35 knots, that means winds gusting at 100 km/h in open sea), as derived from the two orbits of ERS acquired a few hours before and after the time of acquisition of the above picture (see opposite page). This illustrates the rapid weakening of the winds as moving away from the centre of a tropical cyclone (winds divided by two at a distance a little more than 100 km, compared to the maximum winds around the poorly-defined eye, estimated to gust at 200 km/h at this moment).

TEMPÊTE TROPICALE

3 au 20 février 1998

«BELTANE»

Tropical storm «Beltane» (3 - 20 February 1998)

FORMATION

Après la dissipation de la dépression tropicale A1, un marais barométrique s'est réinstallé sur le canal de MOZAMBIQUE. Le flux de mousson, qui devrait normalement être établi sur la partie nord, est très faible ou inexistant en cette fin janvier. Comme il a été dit à propos d'ANACELLE, il faut attendre le changement de mois pour voir les choses commencer à bouger, et observer les prémices d'un flux transéquatorial issu de l'hémisphère nord.

Cette modification primordiale de la situation débute sur l'extrême Ouest du bassin cyclonique. Un courant de nord à nord-ouest s'établit dans les couches inférieures de l'atmosphère, le long des côtes africaines et depuis la TANZANIE, puis se propage à l'ensemble de la partie septentrionale du canal de MOZAMBIQUE, avant de gagner ensuite l'Océan Indien, où il sera à l'origine, quelques jours plus tard, de la formation de la dépression initiale de la future ANACELLE.

Sur le canal de MOZAMBIQUE, concerné en premier lieu, la réaction est plus rapide. Une zone de basses pressions se forme dès le 1er février sur le centre du canal, à la convergence avec le flux d'alizé issu des latitudes subtropicales. Un premier minimum de pression apparaît sur les observations de surface au voisinage du 20° parallèle sud, au large des côtes mozambicaines, avant de se décaler en direction du nord-est. Le 3, l'alimentation de mousson se renforce le long des côtes tanzaniennes ; le champ de pression est en baisse assez sensible sur le centre du canal, et la circulation dépressionnaire s'affirme autour de 20° sud. Des amas pluvio-orageux inorganisés sont présents au sein de cette circulation. La convection s'intensifie au cours de la nuit suivante, plus particulièrement autour de l'île de JUAN DE NOVA, et le système est alors classé perturbation tropicale.

EVOLUTION

Le 4, le centre dépressionnaire, estimé à 1000 hPa, continue de se décaler lentement vers l'est, comme en attestent le suivi de l'imagerie satellitale et la rotation progressive, du nord-ouest au sud-ouest, du vent de JUAN DE NOVA (établi à

FORMATION

After the dissipation of tropical depression A1, a flat low settled over the MOZAMBIQUE channel. The monsoon flow, which normally should be established over the northern part of the channel, was very weak or non-existent at the end of January. As was said concerning ANACELLE, not until the end of the month did things start to change and the beginning of a cross-equatorial flow coming from the northern hemisphere was observed.

This prime modification in the situation began over the extreme West of the cyclone basin. A northerly to northwesterly flow set up in the lower layers of the atmosphere, along the african coasts and from TANZANIA, then spread to the whole northern MOZAMBIQUE channel, before reaching the Indian ocean, where it was at the origin, a few days later, of the formation of the initial depression of the future ANACELLE.

Over the MOZAMBIQUE channel, the first to be affected, the reaction was faster. An area of low pressure formed as from the 1st February over the central channel, at the convergence with the trade winds coming from the subtropical latitudes. Surface observations registered a first barometric minimum near latitude 20° South. It was located off the mozambican coast, before it drifted towards the northeast.

On the 3rd, the monsoon flow gathered strength along the tanzanian coast; the pressure field fell quite noticeably over the central channel, and the low level cyclonic circulation gathered around 20° South. Disorganized thunderstorm clusters were present within this circulation. The convection strenghtened during the night, more particularly around the island of JUAN DE NOVA, and the system was then classified as a tropical disturbance.

EVOLUTION

On the 4th, the low centre, estimated at 1000 hPa, continued to move slowly eastwards, as can be seen by following the satellite imagery and the progressive rotation of the wind, from northwest to southwest, at JUAN DE NOVA (wind settled at 40/50 km/h). This

40/50 km/h). Ce déplacement le rapproche insensiblement des côtes occidentales de MADAGASCAR, dont la proximité grandissante inhibe tout développement supplémentaire, alors que la perturbation bénéficie par ailleurs de conditions très favorables à une intensification (cellule divergente d'altitude venue notamment se positionner en phase).

Le minimum pénètre finalement sur terre dans l'après-midi du 5, entre MAINTIRANO et MORONDAVA. Il poursuit encore quelques heures durant en direction du nord-est, puis hésite, avant d'effectuer une boucle et de changer de cap, en direction du sud, au matin du 6.

La dépression, tout en continuant de faire mouvement en direction générale du sud, se comble lentement sur terre, et les vents, qui soufflaient encore à 20/25 nœuds en mer dans la nuit, tombent à 10/15 nœuds (observations dérivées de deux orbites du satellite ERS2). Le centre résiduel devient de plus en plus difficile à localiser sur l'imagerie satellitale, mais peut encore être suivi grâce aux observations de surface. Après être ressorti très temporairement en mer, au passage du 20° parallèle sud, il passe au voisinage immédiat de MORONDAVA, et s'enfonce de nouveau dans les terres, pouvant laisser augurer d'une fin de vie définitive.

Il n'en sera rien. La circulation dépressionnaire a cessé de se combler, et va transiter telle quelle à travers tout le Sud malgache. Ayant accéléré, le minimum ne met que 36 heures à effectuer le trajet, et ressort en mer en fin de nuit du 8 au 9, à moins de trente kilomètres à l'est du cap SAINTE-MARIE. Des enroulements nuageux de basses couches viennent se reconstituer aussitôt autour.

Cette réorganisation, spectaculaire par sa rapidité, a toutefois ses limites, car, si de la convection se reforme également, c'est assez loin du centre, dans son secteur sud-est. Ceci résulte de la présence d'un environnement d'altitude cisailé de nord-ouest. Avec une telle structure de dépression subtropicale cisailée, et, qui plus est, issue d'une ex-perturbation sur terre en partie comblée, l'analyse satellitale de type DVORAK ne s'applique pas.

Pour estimer l'intensité d'un tel système, l'apport de données annexes, en l'occurrence des observations du satellite ERS2, va se révéler, une fois encore, d'un précieux secours. La structure des vents, révélée par ce biais, reste à peu près inchangée entre la nuit du 8 au 9 et la matinée du 10, et ce logiquement, compte tenu du peu d'évolution également constaté sur l'imagerie satellitale, ainsi que dans l'environnement (persistance des conditions cisailées). Les vents, de 20 nœuds en moyenne

track brought it gradually towards the west coast of MADAGASCAR, the increasing proximity of which inhibited any further development, while the disturbance otherwise benefited from very favourable conditions for its intensification (a diverging cell having positioned aloft in phase).

The minimum finally landed in the afternoon of the 5th, between MAINTIRANO and MORONDAVA. It maintained its trajectory towards the northeast for a few hours, then hesitated before making a loop, heading towards the south, from the morning of the 6th.

The depression, while continuing in a generally southerly direction, filled up slowly over land, and the winds, which were still blowing at 20/25 knots at sea during the night, fell to 10/15 knots (observations gathered from two orbits of the ERS2 satellite). The residual centre became more and more difficult to locate on the satellite imagery, but could still be tracked from surface observations. After having come back to sea very temporarily, when crossing the 20th parallel south, it passed very close to MORONDAVA, and penetrated inland once again, which allowed to augur its nearing death.

It was not to be. The depression stopped filling up and travelled across the whole of South of MADAGASCAR in the same state. Having speeded up, the low took only 36 hours to make the crossing and came back to sea at the end of the night of 8 to 9th, at less than thirty kilometres east of cape SAINTE-MARIE. Bands of low-level clouds immediately regenerated and wrapped round it.

This spectacularly rapid reorganization had its limits, however, since, if convection also rebuilt, it was quite far from the centre, in its southeastern sector. This was the result of the presence of a northwesterly sheared environment in the upper-troposphere. With such a sheared subtropical depression structure, and, in addition, stemmed from an ex-disturbance partly filled overland, DVORAK satellite analysis was useless.

In order to estimate the intensity of such a system, the contribution of annex data, in this case ERS2 satellite observations, was going to prove, once again, to be of great help. The wind structure, thus revealed, remained more or less unchanged between the night of 8 to 9th and the morning of the 10th, and this was logical, taking into account the small change also visible on the satellite imagery, as well as in the environmental conditions (persistence of sheared conditions). The winds, of 20 knots on average, near the centre and in its eastern semi-circle, reached near

près du centre et dans son demi-cercle est, atteignent le grand frais 30 nœuds dans les secteurs ouest et sud, du fait de l'influence additionnelle d'un gradient de pression se renforçant avec une dorsale qui gagne depuis l'Afrique du Sud.

La poussée de cette dorsale va, par ailleurs, avoir une seconde influence majeure, à savoir provoquer un changement brutal de trajectoire de notre dépression subtropicale. Celle-ci, qui, depuis sa ressortie en mer, progressait en direction du sud-ouest, vient en effet buter sur cette dorsale. La perturbation reflue dans un premier temps vers le nord-est, le 10, avant de se voir repousser, le 11, en direction générale du nord-nord-ouest.

Le minimum, repris dans le courant d'alizé de sud-sud-est assez rapide généré par la dorsale, pénètre à nouveau sur terre, soixante-dix kilomètres à l'ouest du cap SAINTE-MARIE cette fois, et retransverse tout le Sud-Ouest de MADAGASCAR à vitesse accélérée.

Ce nouveau parcours terrestre, s'il parvient à désorganiser totalement la circulation nuageuse autour de la dépression, n'affecte que de manière négligeable la structure barique de la dépression de surface. Le minimum de pression est, en effet, encore estimé à 1000 hPa dans l'après-midi du 11, au moment où il ressort de nouveau en mer, au nord de MOROMBE. Des vents forts sévissent toujours en mer avec, la nuit suivante, du grand frais observé, jusqu'à assez loin au large, dans le quadrant sud-ouest.

Sur sa lancée, la dépression poursuit son déplacement vers le nord, mais en ralentissant sensiblement, à mesure de l'affaiblissement de la dorsale sur les côtes mozambicaines. De la convection, à peu près inexistante dans un premier temps, se forme, d'abord sur terre dans l'après-midi du 12, puis, de manière spectaculaire, sur mer, autour de JUAN DE NOVA, dans la nuit du 12 au 13. On se retrouve ainsi, avec une configuration nuageuse, à l'allure très semblable à celle observée neuf jours plus tôt, à la différence près que le centre de basses pressions est cette fois positionné sous la convection, au lieu de se situer en marge...

Malgré cela, le système végète durant les 48 heures qui suivent. Aucune évolution significative n'est observée, si ce n'est au contraire une remontée du champ de pression. La convection fluctue au gré de l'évolution diurne et le centre, difficile à suivre, stationne plus ou moins dans le secteur nord-est de JUAN DE NOVA.

A l'arrière de la cellule anticyclonique associée à la dorsale précédemment évoquée, s'ouvre maintenant un col barométrique au sud du canal de MOZAMBIQUE. Le système réagit

gale force 30 knots in the western and southern sectors, due to the additional influence of a strengthening pressure gradient with a ridge spreading from South Africa.

This pushing ridge will, moreover, have a second major influence, that of provoking a brutal change in trajectory of our subtropical depression, when it came up against this ridge. The disturbance, that was progressing southwestwards, first turned back towards the northeast, on the 10th, before being driven off, on the 11th, in a general north-northwesterly direction.

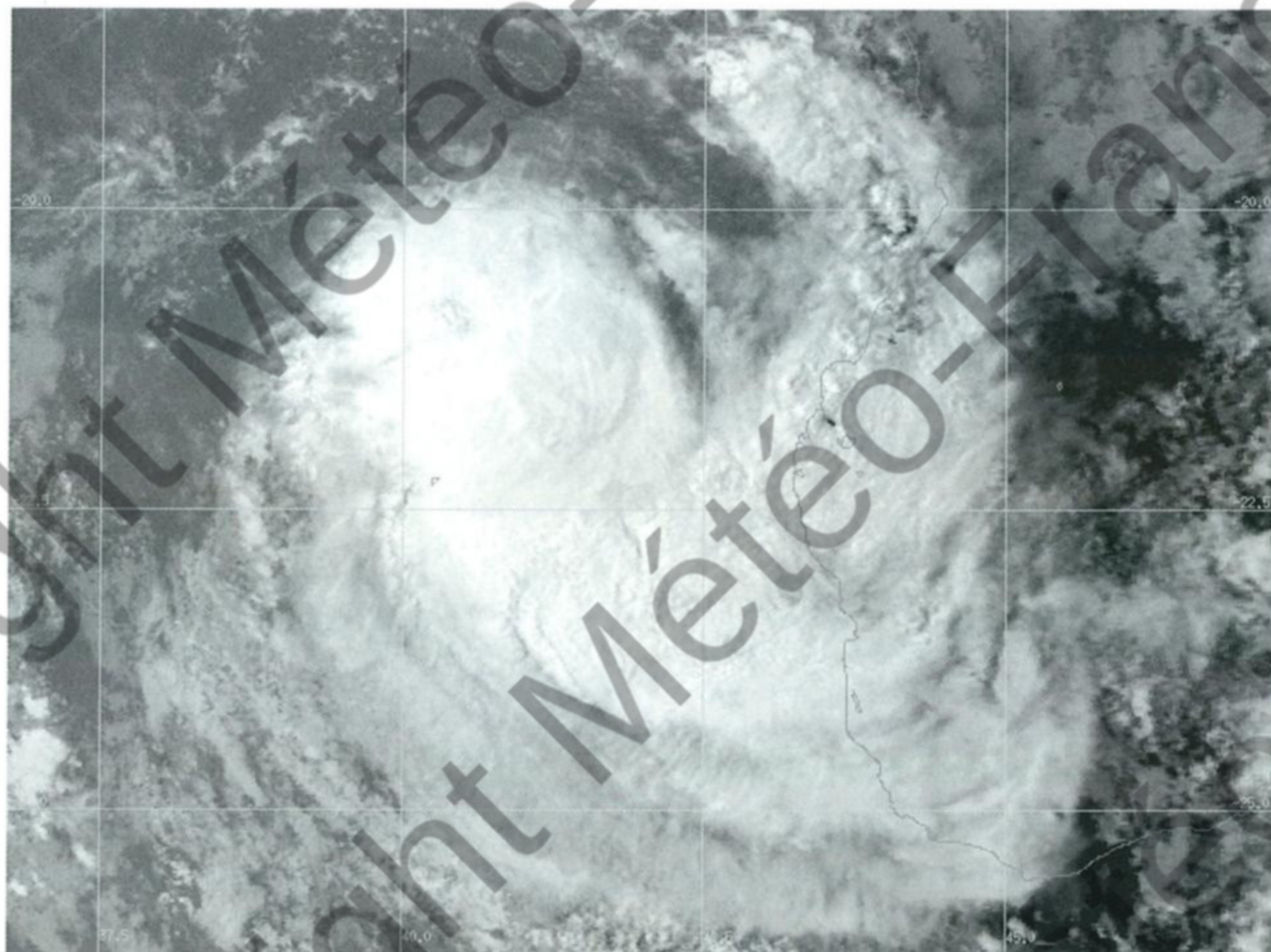
The low, carried in the fairly rapid south-southeasterly trade current generated by the ridge, landed once again, seventy kilometres west of cape SAINTE-MARIE this time, and crossed back the whole South-West of MADAGASCAR at increasing speed.

This new trajectory over land, if it succeeded to totally disorganize the cloud circulation around the low, only affected minimally the baric structure of the surface depression. The minimum was, in fact, still estimated at 1000 hPa in the afternoon of the 11th, when it emerged once again over the sea, to the north of MOROMBE. Strong winds still prevailed at sea, during the following night, since near gale force winds were observed quite far out to sea, in the southwestern quadrant.

With the momentum gained, the minimum of low pressure pursued its route northwards, but while during the same time slowing down considerably, in proportion with the weakening of the ridge on the mozambican coast. Convection, almost non-existent initially, built, firstly inland during the afternoon of the 12th, and then, in a spectacular manner, at sea, around JUAN DE NOVA, during the night of 12 to 13th. So that the cloud configuration was looking very much like that observed nine days earlier, the difference being that the centre of the low was now positioned beneath the convection, instead of at its margin...

Despite of this, the system remained listless during the next 48 hours. No significant evolution was observed, if only, on the contrary, a rise in the pressure field. The convection fluctuated, following the diurnal cycle, and the centre, difficult to discern, remained more or less stationary in the northeastern sector of JUAN DE NOVA.

At the rear of the anticyclonic cell that extended with the ridge mentioned previously, a barometric col now opened to the south of the MOZAMBIQUE channel. The system reacted immediately and resumed moving



TEMPETE TROPICALE «BELTANE»

LE 16 FEVRIER 1998 À 0330 UTC (CI 3.0)

ORBITE 35105 DU SATELLITE NOAA 12

BELTANE atteint son intensité maximale de tempête tropicale modérée (image en canal proche infra-rouge), et sera baptisée à la suite de cette image. A noter la bande incurvée très active dans la partie nord-est du système, à l'origine de fortes pluies à ce moment là sur le sud-ouest de MADAGASCAR, en particulier dans la région de MOROMBE.

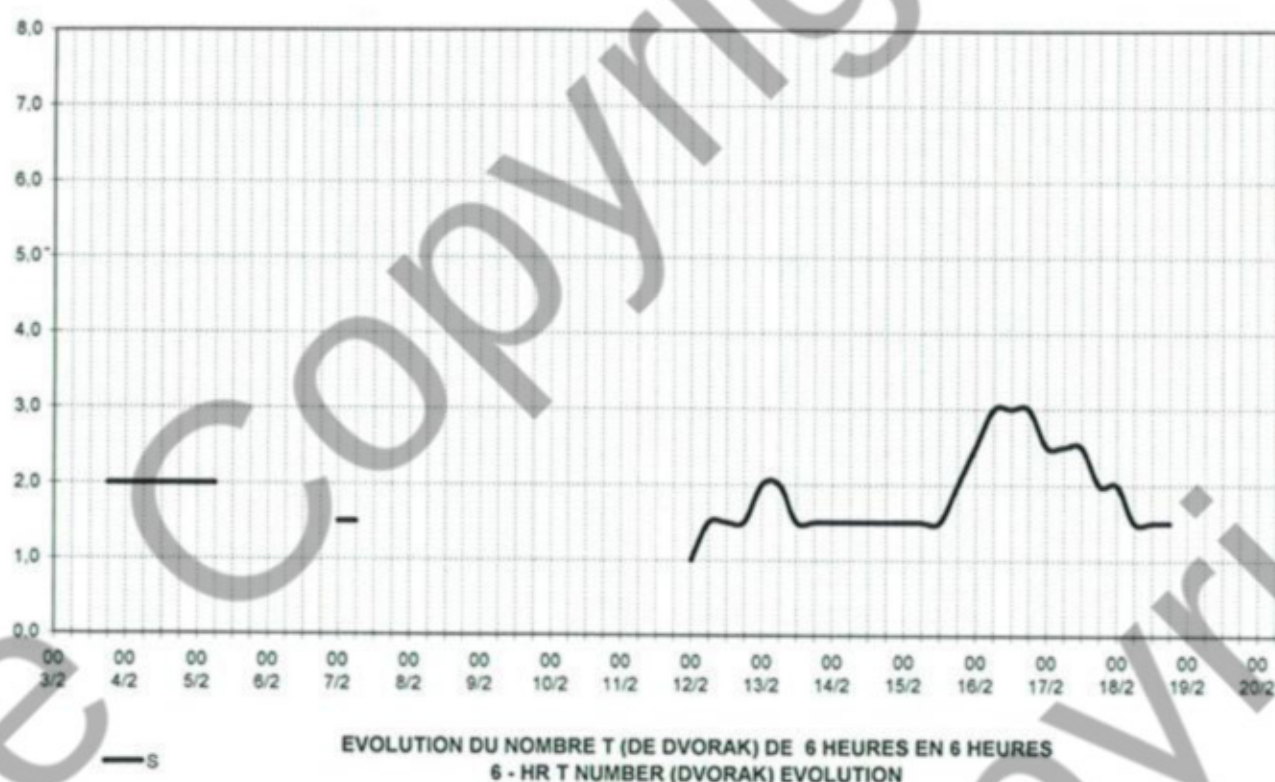
TROPICAL STORM «BELTANE»

16 FEBRUARY 1998 AT 0330 UTC (CI 3.0)

SATELLITE NOAA 12 - ORBIT 35105

BELTANE reaches peak intensity, that of moderate tropical storm (near infra-red channel for this picture which justified the naming of BELTANE). Notice the very active curved band in the northeastern part of the system, beneath which heavy rain was falling at this moment over the South West of MADAGASCAR, especially in the district of MOROMBE.

BELTANE DU 03/02/98 AU 20/02/98



EVOLUTION DU NOMBRE T (DE DVORAK) DE 6 HEURES EN 6 HEURES
6 - HR T NUMBER (DVORAK) EVOLUTION

aussitôt et redémarre en direction du sud-ouest. Toujours aussi peu organisé et en partie comblé, le minimum dépressionnaire résiduel survit tant bien que mal. Il accélère franchement en journée du 15, avant de ralentir ensuite aux abords de 20° sud, sur un cap qui s'établit simultanément au sud.

Ce troisième franchissement du 20° parallèle sud va marquer un tournant dans la vie pour le moins tourmentée de cette perturbation. Il s'accompagne en effet d'un développement explosif de la convection, qui s'organise dans la nuit du 15 au 16 en une bande incurvée s'enroulant de manière de plus en plus prononcée. Dépression tropicale en fin de nuit, BELTANE est baptisée au premier stade de la tempête tropicale modérée, au matin du 16. Sa structure évolue ensuite vers un CDO (Central Dense Overcast) irrégulier.

La justification la plus évidente que l'on puisse donner à cette intensification brutale (au taux d'accroissement d'un demi-point toutes les 6 heures, sur l'échelle de DVORAK), est à chercher dans la situation d'altitude, avec la présence, toujours aussi stable, d'une cellule divergente centrée au voisinage de 20° sud.

Sur la façade méridionale de cette cellule, circule un courant d'ouest à nord-ouest, que BELTANE, qui file toujours plein sud, à plus de 20 km/h désormais, ne tarde pas à rencontrer, peu après son passage au plus près de l'île d'EUROPA (à 80 km à l'est). Il en résulte une tendance au cisaillement, faible à modéré dans un premier temps, et, parallèlement, une modification du flux directeur de la perturbation, qui incurve en direction de l'est-sud-est, puis du sud-est le 17. BELTANE se rapproche ainsi de la pointe sud-ouest de MADAGASCAR et est cisailée brutalement à l'approche des côtes.

Le système se retrouve dès lors, dans une situation analogue à celle qu'il avait connue une semaine auparavant au sud de MADAGASCAR, lorsqu'il avait été refoulé vers le nord par l'arrivée d'une dorsale. Une nouvelle poussée anticyclonique se fait, en effet, de nouveau sentir, du sud du canal de MOZAMBIQUE jusqu'aux côtes africaines, et va produire à peu près les mêmes effets !

Le tourbillon résiduel cisailé de BELTANE rebondit cette fois carrément sur les hautes pressions du sud. Expulsé en direction du nord-ouest, il repart ainsi en sens inverse, dans le lit du flux d'alizé de sud-est qui circule sur la bordure nord de l'anticyclone. BELTANE se comble assez rapidement, et ce qu'il en reste, retransverse tout aussi prestement une bonne partie du canal.

Cette traversée sera la dernière. Se dirigeant droit vers le littoral du MOZAMBIQUE, elle ne l'atteindra finalement pas. Une grosse bouffée de convection redémarre bien entre le 19

towards the southwest. Still very ill organized and partly filled, the residual low managed to survive somehow. It speeded up during the day of the 15th, before slowing down then near latitude 20° South, on a track heading simultaneously south.

This third crossing of the 20th parallel south, marked a turning point in the somewhat tormented life of this disturbance. It was accompanied in fact by an explosive development of convection, which formed, during the night of 15 to 16th, a curved band then wrapping better and better. Tropical depression at the end of the night, BELTANE was named at the first stage of a moderate tropical storm in the morning of the 16th. Its structure then evolved towards that of an irregular Central Dense Overcast.

The most obvious justification that can be given to this brutal intensification (at a rate of increase of half a point every 6 hours on the DVORAK scale), is to be found in the upper-level situation, with the presence, as stable as ever, of a cell of divergence centred nearby latitude 20° South.

On the southern side of this cell, a westerly to northwesterly current was blowing, which BELTANE, still heading due south at more than 20 km/h, soon encountered, just after having passed to the closest distance from the islet of EUROPA (80 km to the east). The result was a tendency to shearing, weak to moderate in the first place, and, at the same time, a modification of the steering flow of the disturbance, which recurved towards the east-southeast, then towards the southeast on the 17th. BELTANE thus approached the southwestern tip of MADAGASCAR and was brutally sheared as it neared the coastline.

The system was henceforth in a similar situation to that underwent one week ago to the south of MADAGASCAR, when it had been pushed back northwards by the arrival of a ridge. A new high pressure surge was now felt once again, from the south of the MOZAMBIQUE channel to the coasts of Africa and was going to produce more or less the same effects!

The sheared residual vortex of BELTANE, this time, bounced off the high pressure to the south. Expelled towards the northwest, it thus backtracked, in the bed of the southeasterly trades blowing on the northern edge of the anticyclone. BELTANE filled up fairly rapidly, and its remnants crossed once again and just as promptly a large part of the channel.

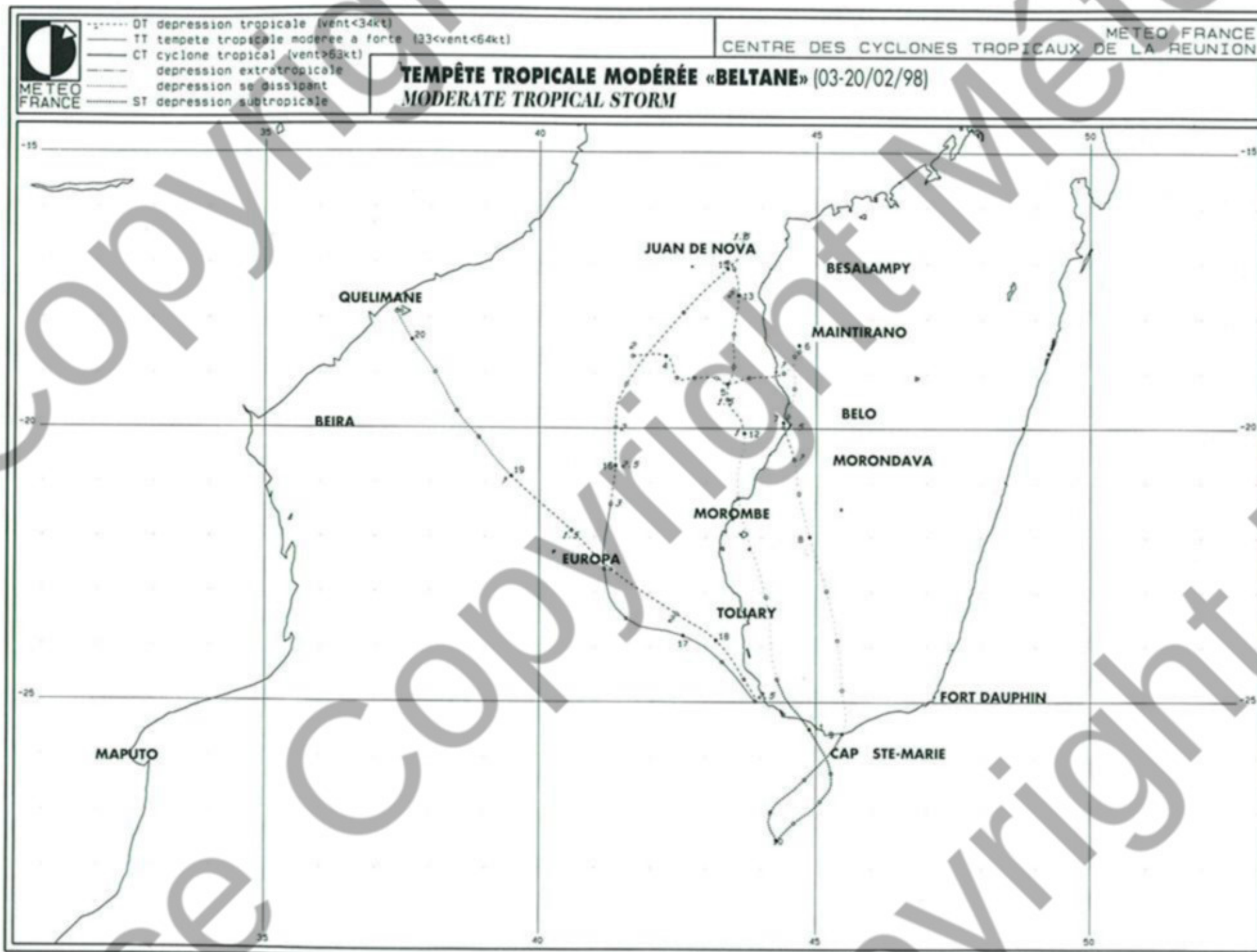
This crossing will be the ultimate one. Heading straight for the MOZAMBIQUE shore, it will finally never reach it. A burst of convection resumed again

et le 20, et laisse craindre un moment la perspective d'un nouvel avatar de ce système, dont les caprices durent déjà depuis plus de 15 jours... Mais ce n'est, finalement, que le chant du cygne, sans autre conséquence que quelques fortes précipitations dans la région de l'embouchure du ZAMBEZE et plus au nord. Le minimum disparaît peu après, cette fois définitivement, à proximité des côtes.

Perturbation avec la plus longue durée de vie, et de loin, de cette saison cyclonique, BELTANE, phénomène à tout moment potentiellement dangereux pour les populations riveraines du canal de MOZAMBIQUE, aura mobilisé beaucoup d'attention et d'énergie, pour, au bout du compte, simplement quelques jours d'existence à une intensité significative (dont seulement 24 heures à l'intensité de tempête tropicale modérée). De par l'acharnement dont elle a fait preuve, pour résister aux multiples contraintes hostiles auxquelles elle a eu à faire face, et de par sa trajectoire "ping-pong" dans le canal de MOZAMBIQUE, elle mérite toutefois de rester en mémoire, comme un bel exemple de vie chaotique d'une perturbation tropicale. Elle aura, par ailleurs, eu le mérite, moins anecdotique celui-là, de contribuer de manière non négligeable, à la pluviométrie de cette saison sur MADAGASCAR.

between the 19th and the 20th, opening up the perspective of yet another caprice as during the last 15 days or more... But it was finally the swan song, causing no more than some heavy rainfall in the region near the mouth of the ZAMBEZI and to the north. The minimum vanished shortly later, for good this time, near the coast.

This disturbance having, by far, the longest lifetime of this cyclone season, BELTANE, always potentially dangerous for the populations living on both sides of the MOZAMBIQUE channel, will have required to summon up much attention and energy, though, in the end, having reached significant intensity for simply a few days (of which only 24 hours were of the intensity of a moderate tropical storm). For its obstinacy in resisting the multiple hostile constraints it encountered, and for its «ping-pong» trajectory in the MOZAMBIQUE channel, it is memorable as a good example of a chaotic lifetime of a tropical disturbance. It will also have had the merit of contributing quite substantially to this season's rainfall over MADAGASCAR.



DEPRESSION TROPICALE

16 au 19 février 1998

«D1»

Tropical depression «D1» (16-19 February 1998)

FORMATION

En cette mi-février, après l'évacuation d'ANACELLE vers les latitudes tempérées, et tandis que la saga de la future BELTANE se poursuit dans le canal de MOZAMBIQUE, l'activité ne se relâche pas sur le sud de l'océan Indien.

Tout d'abord, l'ex-cyclone tropical VICTOR, issu de la zone Nord-Ouest australienne (et donc suivi par le Centre de PERTH), vient mourir sur le Sud-Ouest de l'océan Indien. Sévèrement cisailé après avoir atteint son intensité maximale le 13, il a poursuivi assez rapidement son déplacement vers l'ouest-sud-ouest en bordure des hautes pressions subtropicales. En phase d'affaiblissement rapide, le système franchit le 90° méridien est (limite de la zone de responsabilité du Centre de LA REUNION), au petit matin du 16, sous la forme d'un vortex résiduel de basses couches encore bien formé.

L'intensité, déduite des informations de PERTH (et corroborées par celles de GUAM), est alors estimée à 2.5 sur l'échelle de DVORAK, correspondant au stade de la dépression tropicale ; même si du coup de vent est encore observé dans le demi-cercle sud du système, du fait de la vitesse de déplacement rapide de la dépression (supérieure à 30 km/h). L'affaiblissement se poursuivant, la dépression est déclassée en perturbation dans la journée.

C'est alors que le Service météorologique de MAURICE prend, dans l'après-midi, l'initiative unilatérale, de rebaptiser ce tourbillon, résidu de l'ex-dépression tropicale VICTOR, du nom de CINDY. Le vortex de basses couches perdra ensuite lentement de son organisation nuageuse et de sa vorticité, pour finalement se dissiper définitivement le 19,   la lisière du domaine tropical, après avoir incurvé en direction d'un thalweg polaire au sud.

Notons que CINDY ne figure pas explicitement dans le compte rendu détaillé des perturbations de cette saison, car n'ayant pas perduré 24 heures au stade de dépression tropicale sur notre zone.

Dans le même intervalle de temps, un autre  v nement aura retenu l'attention plus à l'ouest, puisque, entre BELTANE, au

FORMATION

In mid-February, after the exit of ANACELLE towards the temperate latitudes, and while the saga of the future BELTANE was ongoing in the MOZAMBIQUE channel, activity continued without respite in the southern Indian ocean.

Firstly, ex-tropical cyclone VICTOR, coming from the North-West Australian basin (and so monitored by the Centre of PERTH), went to die out into the South-West Indian ocean. Severely sheared off after having reached its maximum intensity on the 13th, it pursued its course quite rapidly towards the west-southwest, on the edge of the subtropical high. In a rapid weakening phase, the system crossed the 90th meridian East (boundary of the zone of responsibility of the Centre of LA REUNION), in the early morning of the 16th, in the form of a low-level residual vortex that was still well formed.

The intensity, according to information received from PERTH (and corroborated by that received from GUAM), was then estimated at 2.5 on the DVORAK scale, corresponding to the stage of a tropical depression; even if gale force winds were still observed in the southern semi-circle of the system, due to the rapid speed of movement of the depression (more than 30 km/h). As the system continued to weaken, the depression was downgraded to a tropical disturbance during the day.

This was when the Meteorological Service of MAURITIUS took the unilateral initiative, during the afternoon, to rename this vortex, residue from the ex-tropical depression VICTOR, as CINDY. The low-level vortex then slowly lost its cloud organisation and vorticity, to finally dissipate on the 19th, on the boundary of the tropical area, after having recurved towards a polar trough to the south.

It should be noted that CINDY does not appear explicitly in the detailed report of this season's disturbances, since it did not last 24 hours at the stage of a tropical depression over our zone.

In the same interval of time, another event caught our attention more to the west, since, between BELTANE, to

sud-ouest de MADAGASCAR, et VICTOR, à l'est du bassin, une troisième circulation dépressionnaire est venue s'intercaler. Tout démarre après qu'ANACELLE fut devenue extra-tropicale. La tempête a laissé derrière elle un vaste marais barométrique faiblement dépressionnaire, qui recouvre une large zone s'étendant autour des MASCAREIGNES. Mais elle a surtout drainé, dans son sillage, beaucoup d'humidité dans les couches moyennes et supérieures de la troposphère, ainsi que quelques foyers d'activité convective isolée, parmi lesquels se singularise, toutefois, un amas nuageux moins insignifiant que les autres, localisé, ce 14 février, à quelque 700 km au nord-est de l'île RODRIGUES. A la faveur d'une légère contrainte cisailée de sud, l'imagerie satellitale de l'après-midi laisse clairement apparaître la présence, en bordure immédiate de la convection, d'un embryon de minimum dépressionnaire, encore indécélable sur les observations de surface.

EVOLUTION

Durant les 36 heures qui suivent, l'amas convectif se décale en direction du sud-ouest et tend à prendre de l'ampleur, tout en subissant les importantes variations liées au cycle de l'évolution diurne. A l'aube du 16 février, un début de courbure apparaît dans la configuration nuageuse et oblige à classer le système en perturbation tropicale. Le centre se situe à cet instant à un peu plus de 200 km dans le sud-est de RODRIGUES, où le vent et la pression ne réagissent pas vraiment, traduisant une structure assez dissymétrique de la perturbation, qui se retrouve également au niveau des nuages associés.

L'intensification se poursuit le reste de la journée, avec une configuration nuageuse qui évolue vers un CDO. Le système est classé en dépression tropicale dans l'après-midi. Mais l'intensification est stoppée dès la nuit suivante, et des indices de prémices de cisaillement transparaissent dans l'allure des épanchements de cirrus. Canalisée en bordure occidentale d'un anticyclone positionné au sud-est qui tend à se renforcer dans les couches inférieures et moyennes, la dépression se dirige toujours vers le sud-ouest à environ 20 km/h, en direction d'un col barométrique, qui s'ouvre vers 30° sud dans la ceinture anticyclonique subtropicale.

Ce faisant, elle se retrouve confrontée au flux perturbé d'ouest d'altitude. Le cisaillement de nord-ouest demeure modéré, mais devient suffisant pour produire ses effets. Et, au matin du 17, la circulation de basses couches commence à sortir de la convection, à l'approche de 25° sud. Le découplage s'opère ensuite, lentement mais régulièrement. Parallèlement, la trajec-

the southwest of MADAGASCAR, and VICTOR, to the east of the basin, a third cyclonic circulation took up position.

It all began after ANACELLE had become extra-tropical. The storm left in its wake a vast area of weak flat low pressure, which covered a wide area around the MASCARENES. But it had above all drained, a great deal of humidity in the middle and upper layers of the troposphere, as well as some isolated convective activity, among which was distinguished a cloud cluster less insignificant than the others, and located, on this 14th February, some 700 km to the northeast of the island of RODRIGUES. Thanks to a slight southerly shear, the satellite visible imagery of the afternoon clearly showed the presence, on the immediate border of the convective mass, of a low in embryo, still undetectable by surface observations.

EVOLUTION

During the following 36 hours, the cloud mass moved in a southwesterly direction and presented an expansion trend, while undergoing important variations linked to the diurnal cycle. At dawn on 16th February, the beginning of a curvature appeared in the cloud formation and caused the system to be classified as a tropical disturbance. The centre was situated at this time at a little more than 200 km to the southeast of RODRIGUES, where the wind and pressure did not really react, showing a quite dissymmetrical structure of the disturbance, reflected also in the associated cloud pattern.

The system went on intensifying during the rest of the day, with the cloud pattern evolving into a Central Dense Overcast (CDO). The system was classified as a tropical depression in the afternoon. However, the intensification was stopped as from the following night, and the first signs of shearing appeared in the outflow of the cirrus clouds. Channelled on the western edge of an anticyclone to the southeast, which tended to strengthen in the lower and mid layers of the atmosphere, the depression continued to move on a southwestward heading at about 20 km/h, towards a barometric col which opened in the subtropical high belt, around 30° South. This led it to be confronted with the perturbed westerly flow. The northwesterly shearing remained moderate, but became sufficient to produce its effects. In the morning of the 17th, the low-level circulation began to come outside the convection, when approaching latitude 25° South. The uncoupling then took place, slowly but regularly. In parallel, the trajectory progressively recurred towards the south,

toire s'incurve progressivement en direction du sud, puis du sud-est, et ce en liaison avec l'arrivée, en lieu et place du col précité, d'un thalweg mobile polaire plus prononcé.

La dépression, qui circule alors exactement sur les traces d'ANACELLE, avec seulement cinq jours de décalage, est finalement aspirée dans le thalweg et franchit le 30^e parallèle sud dans la nuit du 18 au 19. Les résidus nuageux associés sont absorbés dans la foulée par les masses nuageuses du front froid.

D1, héritière posthume d'ANACELLE en quelque sorte, aura connu une existence très éphémère, contrastant avec la longévité de sa contemporaine BELTANE, dont elle a ainsi précédé, de peu, la cyclolyse.

Après la dissipation quasi simultanée de D1 et de BELTANE, le calme ne va pas revenir pour autant, et la fin février va demeurer assez agitée. Persiste en effet les jours qui suivent, une vaste zone de basses pressions s'étendant du centre du canal de MOZAMBIQUE jusqu'à l'est de MADAGASCAR, entretenant un flux d'est à nord-est entre MADAGASCAR et LA REUNION, rendu très convergent par la présence concomitante d'un anticyclone assez puissant au sud des MASCAREIGNES.

De cette situation, assez classique au cœur de la saison chaude, va résulter une forte activité perturbée, englobant la majeure partie de la zone allant des MASCAREIGNES jusqu'aux côtes orientales malgaches. Au sein de cette zone perturbée, se formeront plusieurs minimums dépressionnaires successifs, circulant, avec des structures plus ou moins cisailées, du nord-ouest de LA REUNION en direction du sud des MASCAREIGNES, où le plus développé d'entre eux (la perturbation dénommée D2) perdurera jusqu'au changement de mois.

Mais n'ayant pas atteint une intensité suffisante, ces systèmes ne figurent pas parmi les perturbations décrites en détail dans cette revue de la saison cyclonique. Ils ne furent cependant pas sans conséquences, car leur furent associés des épisodes de fortes pluies sur MAURICE et LA REUNION ayant concentré l'essentiel de la pluviométrie de la saison chaude. On a ainsi enregistré à LA REUNION, entre le 19 et le 27 février, un cumul de précipitations atteignant localement jusqu'à 2 m en 9 jours (dans le cirque de SALAZIE - dont près de 700 mm en 24 heures, le 24). Des vents temporairement forts accompagnèrent également le passage au plus près de LA REUNION du minimum de D2, le 25 (rafales ayant, sous les grains et avec les accélérations liées au relief de l'île, atteint les 100 km/h).

then towards the southeast, that linked to the arrival, in place of the col mentioned above, of a more pronounced mobile polar trough.

The depression, which was, at this moment, exactly on the path followed by ANACELLE, five days earlier, was finally sucked into the trough, and crossed the 30th parallel south during the night of 18 to 19th. The associated remnants of clouds were then absorbed by the cloud masses of the cold front.

D1, the posthumous heir of ANACELLE in some ways, had only a short lifetime, in contrast with its contemporary BELTANE, and preceded, very shortly, its cyclolysis.

After the almost simultaneous dissipation of D1 and BELTANE, calm did not return and the end of February remained quite a disturbed period. In fact, the following days, there was a persistent vast low pressure area extending from the centre of the MOZAMBIQUE channel to the east of MADAGASCAR, which maintained an easterly to northeasterly flow between MADAGASCAR and LA REUNION, rendered very convergent by the accompanying presence of a quite powerful anticyclone to the south of the MASCARENES.

From this quite typical situation in mid-summer, it will result a strong disturbed activity, interesting the major part of the area going from the MASCARENES right up to the eastern coastline of MADAGASCAR. Within this zone of disturbed weather, several minima of low pressure developed successively, running, with more or less sheared structures, from the northwest of LA REUNION towards the south of the MASCARENES, where the most developed of these (the disturbance named D2) will last until the end of the month.

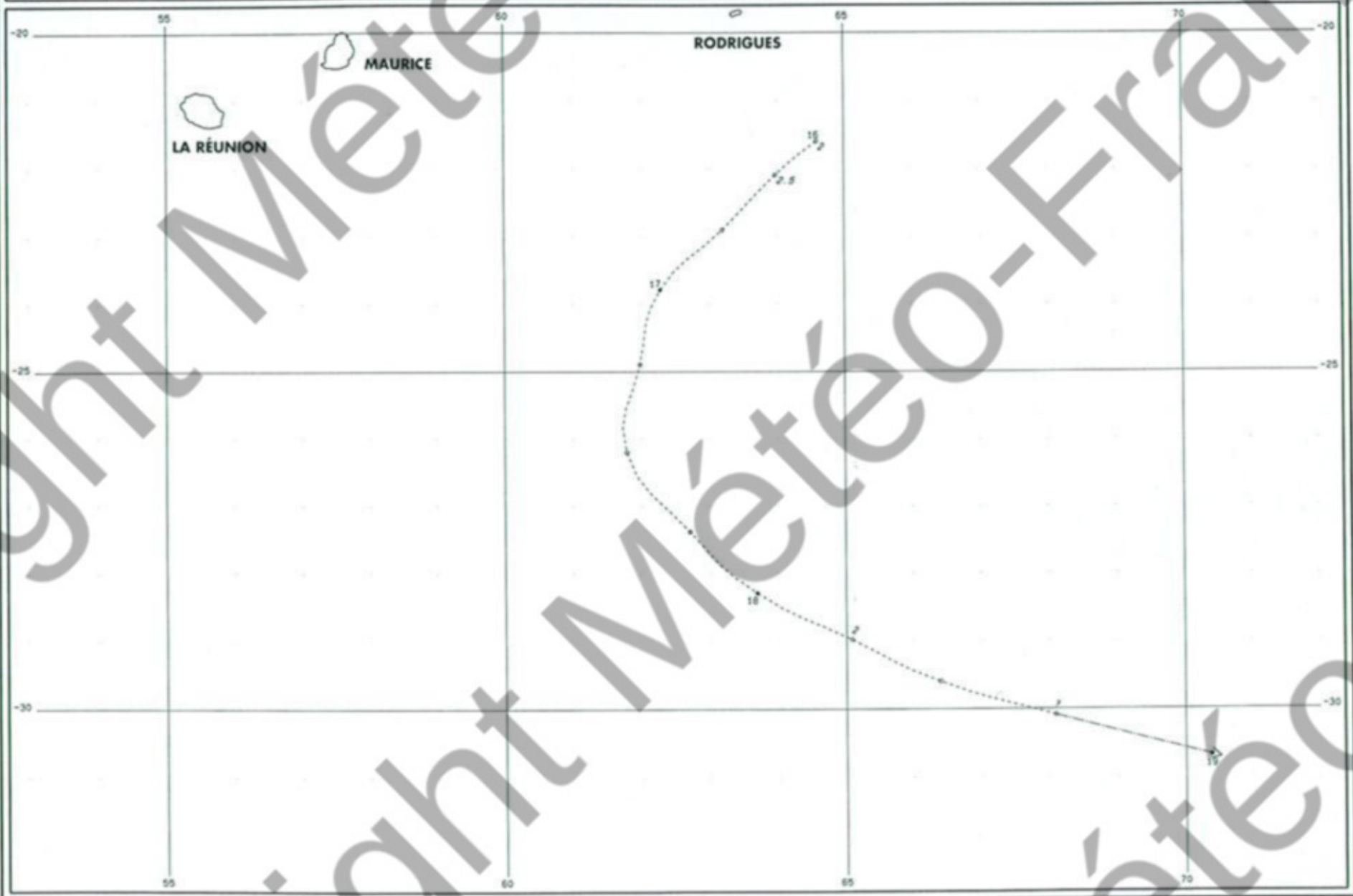
But because they did not reach a sufficient intensity, these systems are not described in detail in this review of the cyclone season. They were not, however, without consequences, since they were associated with episodes of heavy rainfall over MAURITIUS and LA REUNION, concentrating most of the rainfall amount of that summer season. There was thus recorded at LA REUNION, between the 19th and 27th February, an accumulated amount of precipitations reaching locally up to 2 m in 9 days (in the cirque of SALAZIE, where nearly 700 mm fell in 24 hours, on the 24th). Winds were also temporarily strong, when the minimum of D2 passed to its closest distance from LA REUNION, on the 25th (gusts, strengthened by the orography of the island, reached 100 km/h in the squalls).



- DT dépression tropicale (vent < 34 kt)
- TT tempête tropicale modérée à forte (33 < vent < 64 kt)
- CT cyclone tropical (vent > 63 kt)
- depression extratropicale
- depression se dissipant
- ST depression subtropicale

METEO FRANCE
CENTRE DES CYCLONES TROPICAUX DE LA REUNION

DÉPRESSION TROPICALE «D1» (16-19/02/98) TROPICAL DEPRESSION

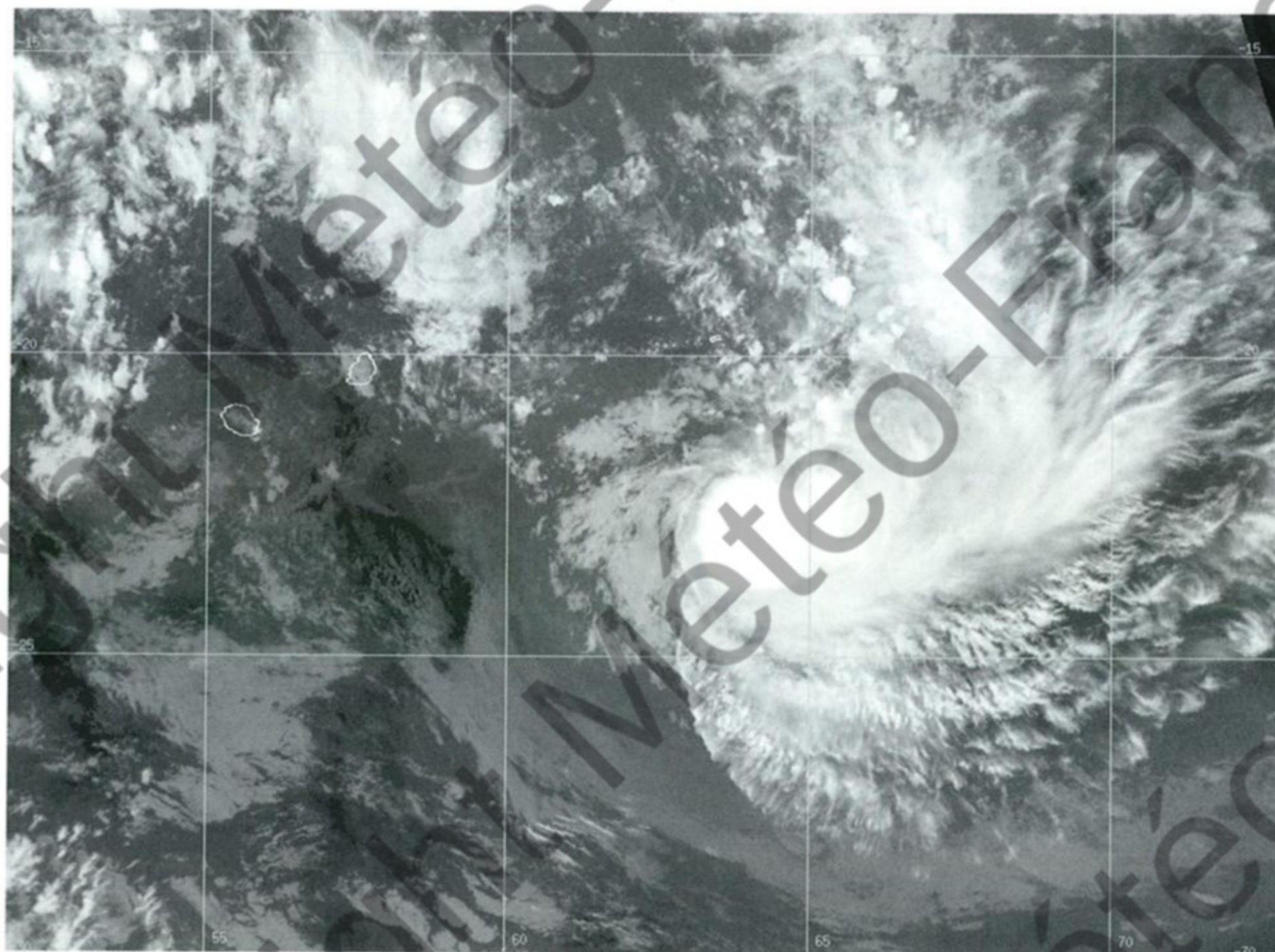


D19798 DU 16/02/98 AU 19/02/98



EVOLUTION DU NOMBRE T (DE DVORAK) DE 6 HEURES EN 6 HEURES
6 - HR T NUMBER (DVORAK) EVOLUTION

— S



DEPRESSION TROPICALE «D1»

LE 16 FEVRIER 1998 A 1418 UTC (CI 2.5)

ORBITE 35112 DU SATELLITE NOAA 12

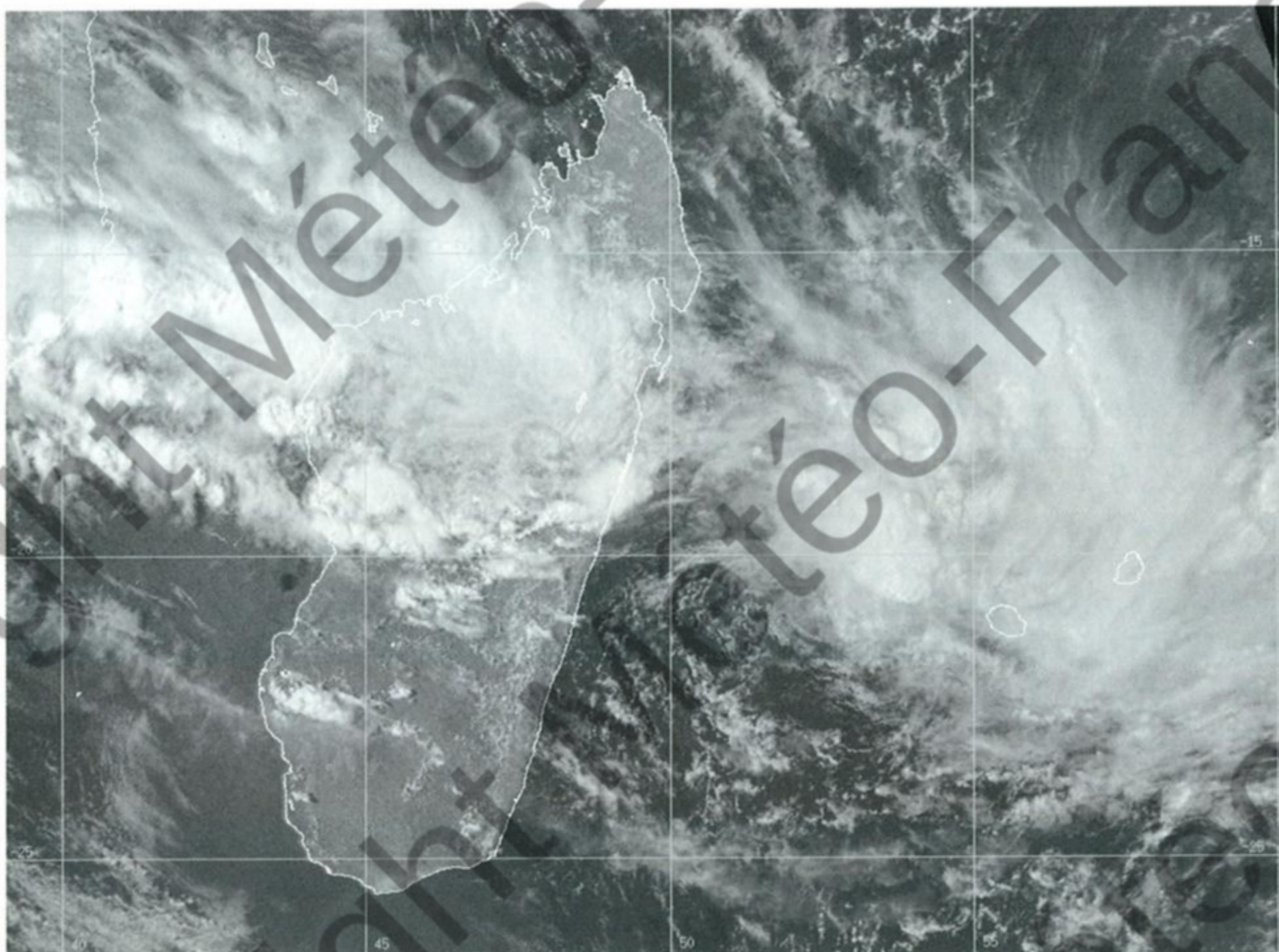
La dépression tropicale D1 atteint son intensité maximale au sud de RODRIGUES.

TROPICAL DEPRESSION «D1»

16 FEBRUARY 1998 AT 1418 UTC (CI 2.5)

SATELLITE NOAA 12 - ORBIT 35112

Tropical depression D1 reaches peak intensity south of RODRIGUES.



PERTURBATION TROPICALE «D2»

LE 24 FEVRIER 1998 À 1130 UTC (CI 1.5)

ORBITE 16254 DU SATELLITE NOAA 14

Deuxième décade de février, la Zone de Convergence Intertropicale est positionnée à son niveau le plus méridional de la saison chaude, quasiment au niveau du 20° parallèle sud, et affecte les MASCAREIGNES, qui, sous les masses nuageuses importantes et très fluctuantes associées à cette situation, subissent de fortes pluies par intervalles. Plusieurs minimums dépressionnaires se formeront au sein de cette vaste Zone de Convergence. Ici, on peut discerner, en bordure de la convection profonde, et grâce aux petits enroulements de nuages bas, la présence de deux minimums côte à côte, presque à mi-distance entre LA REUNION et MADAGASCAR, un des deux constituant le minimum initial de la perturbation D2. Ce minimum suivra ensuite une trajectoire en direction de l'est-sud-est, puis du sud-est (voir images pages 57 et 71).

TROPICAL DISTURBANCE «D2»

24 FEBRUARY 1998 AT 1130 UTC (CI 1.5)

SATELLITE NOAA 14 - ORBIT16254

After 20th February, the Intertropical Convergence Zone went to its most southern position of the summer season, nearby latitude 20° South. It thus affected the MASCARENES, where intervals of heavy rainfall were underwent under the important and very fluctuating cloud masses associated to this situation. Several minimums of low pressure formed within this wide Convergence Zone. Here, two of these minimums can be discerned side by side, thanks to the low-level clouds wrapping round the centres, on the edge of the deep convection, and almost at mid distance between LA REUNION and MADAGASCAR; one of those two minimums being the initial minimum of tropical disturbance D2. This minimum will then track towards the east-southeast, and then towards the southeast (see pictures pages 57 and 71).

TEMPÊTE TROPICALE

4 au 12 mars 1998

«DONALINE»

Tropical storm «Donaline» (4-12 March 1998)

FORMATION

Après un très bref intermède de calme, se limitant aux tout premiers jours du mois, l'activité perturbée reprend le 4 mars. Une nouvelle perturbation naît au sein d'une large zone dépressionnaire occupant l'espace entre les CHAGOS et les Mascareignes. Clairement isolée sur les observations de surface, cette dépression est le siège d'une activité convective plus localisée, et matérialisée sous la forme d'un amas nuageux situé au nord-est de SAINT-BRANDON. Cet amas forme une excroissance marquée en marge sud de la Zone de Convergence Intertropicale (active et axée, quant à elle zonalement, légèrement au nord de 10° sud) ; mais, se décalant en direction du sud-est puis du sud, il ne tardera pas à s'en détacher.

EVOLUTION

S'ensuit une lente intensification jusqu'au 6. Le système bénéficie d'une bonne alimentation de mousson issue de la zone entre les SEYCHELLES et les CHAGOS, mais il est encore balbutiant et tributaire de l'évolution diurne. Il est surtout contrarié par l'existence d'un courant d'altitude unidirectionnel de nord-ouest, qui mollit cependant le 6 sur la façade nord-est de la perturbation. Le flux divergent d'altitude peut ainsi s'organiser plus aisément au-dessus de la convection.

DONALINE, baptisée, de manière quelque peu anticipée, dès le 5, s'intensifie dès lors franchement. Les quelques bandes incurvées malingres de l'après-midi laissent place à des bandes à la courbure affirmée, et au sein desquelles du grand frais est présent, dès le début de nuit, dans l'alimentation de mousson (observation d'ERS2). La convection vient ensuite se concentrer autour du centre de la dépression, et la structure nuageuse évolue vers une configuration en CDO, analysée en tempête tropicale modérée en milieu de nuit du 6 au 7.

La trajectoire, orientée plutôt vers l'est précédemment, s'établit, simultanément, en direction du sud-est. DONALINE reste gouvernée par le flux directeur imprimé par les couches moyennes et supérieures de l'atmosphère, et se rapproche ainsi du vaste anticyclone subtropical qui recouvre une bonne partie de l'océan Indien sud. Celui-ci est assez puissant en basses couches (maximum supérieur à 1030 hPa en surface), mais

FORMATION

After a very brief period of calm, restricted to the very first days of the month, cyclonic activity resumed on the 4th March. A new tropical system formed within a large low pressure area laying between the CHAGOS and the MASCARENES. Clearly isolated on surface observations, this depression was the seat of more localised convective activity, which materialized in the form of a cloud cluster situated to the northeast of SAINT-BRANDON. This cloud mass formed a marked bulge on the southern margin of the Intertropical Convergence Zone (active and zonally oriented, slightly to the north of latitude 10° South), but shifting southeastward and then southward, it soon became separated.

EVOLUTION

The disturbance then intensified slowly until the 6th. The system benefited from a good monsoon feeder flow coming from the area between the SEYCHELLES and the CHAGOS, but was still very weak and was relying upon diurnal variation. It was especially hindered by the existence of a unidirectional upper-current coming from the northwest, which nevertheless abated on the 6th on the northeastern sector of the disturbance. The upper outflow could thus become more easily organised above the convection.

Named DONALINE, somewhat in advance, on the 5th, the system then intensified rapidly. The few puny curved bands of the afternoon, gave way to bands with more affirmed curvature, and within which near gale force winds were present, as from the beginning of the night, in the monsoon surge (observation derived from ERS2). The convection then came to converge towards the centre of the depression, and the cloud structure evolved towards a CDO (Central Dense Overcast), which was analysed as a moderate tropical storm in the middle of the night of 6 to 7th.

The trajectory, previously set barely eastwards, now settled simultaneously southeastwards. DONALINE remained governed by the main steering flux of the middle and upper layers of the atmosphere, and thus moved towards the vast subtropical high, which covered a major part of the southern Indian ocean. This high was quite powerful in the lower layers (maximum more than 1030

centré trop loin au sud et d'une extension verticale trop faible, pour pouvoir modifier la trajectoire de la tempête. Son influence se limitera à un simple freinage au fil de la journée du 7 mars, mais sans lendemain. La poussée d'alizé qu'il génère sur sa façade nord est, par contre, suffisante pour procurer un apport de vorticité supplémentaire à DONALINE, qui gagne encore légèrement en intensité en journée du 7 mars.

Mais, cette impulsion favorable est presque aussitôt contrebalancée par l'influence négative du courant de nord-ouest d'altitude qui se fait de nouveau plus sensible. Le cisaillement induit, tout à fait perceptible au niveau de l'imagerie satellitaire (structure caractéristique des cirrus, position du centre proche de la bordure nord-ouest du CDO), demeure modéré dans un premier temps, mais suffit à initier une lente tendance à l'affaiblissement du système.

DONALINE, qui a retrouvé un rythme de croisière soutenu - près de 20 km/h -, franchit le 20  parallèle sud en début d'après-midi du 8. Le courant de nord-ouest se renforce en haute troposphère, à la faveur du creusement et du rapprochement du thalweg d'altitude, qui gagne vers l'est depuis MADAGASCAR et les MASCAREIGNES, tout en s'enfonçant plus profondément vers le nord. La structure nuageuse de DONALINE, qui avait plutôt bien résisté tant que le cisaillement demeurait dans des limites raisonnables, subit cette fois le contrecoup de l'approche du courant-jet d'altitude.

La déstructuration nuageuse devient patente dans la nuit du 8 au 9 et DONALINE est déclassée en dépression tropicale. En journée du 9, le vortex de basses couches apparaît, totalement exposé hors de ce qu'il reste de la convection, pour sa part très affaiblie et rejetée loin à l'est et au sud.

Le tourbillon résiduel de DONALINE continuera ensuite, toujours aussi peu affecté par la présence des hautes pressions, de s'enfoncer à plus de 20 km/h vers le sud. Il prendra à l'approche de 30  sud une belle structure de transition extra-tropicale, générant encore des vents forts jusqu'à assez loin du centre dans ses secteurs est et sud, compte tenu du gradient de pression existant avec l'anticyclone centré au sud-est de l' le d'AMSTERDAM.   l'arrière de cet anticyclone, désormais en décalage assez rapide vers l'est, lui succ dera un thalweg polaire, à l'avant duquel la dépression de l'ex-DONALINE sera aspirée. Passant ainsi à un peu plus de 100 km dans le nord-est de l' le d'AMSTERDAM le 12 mars (pression minimale de 997 hPa à la station), elle int grera finalement le thalweg sous forme d'ondulation du front froid associé.

Troisième et dernière perturbation de la saison à terminer son existence dans le domaine extra-tropical, DONALINE aura présenté comme intérêt essentiel, le caractère atypique de sa trajectoire.

hPa at the surface), but centred too far south and having a too weak vertical extension, it was unable to modify the storm's path. Its influence will be limited to a simple slowing down as time went on the 7th March, but short-lived. The trade winds surge it generated on its northern front, was, on the contrary, sufficient to give an impulse to the vorticity of DONALINE, which slightly intensified during the day of 7th March.

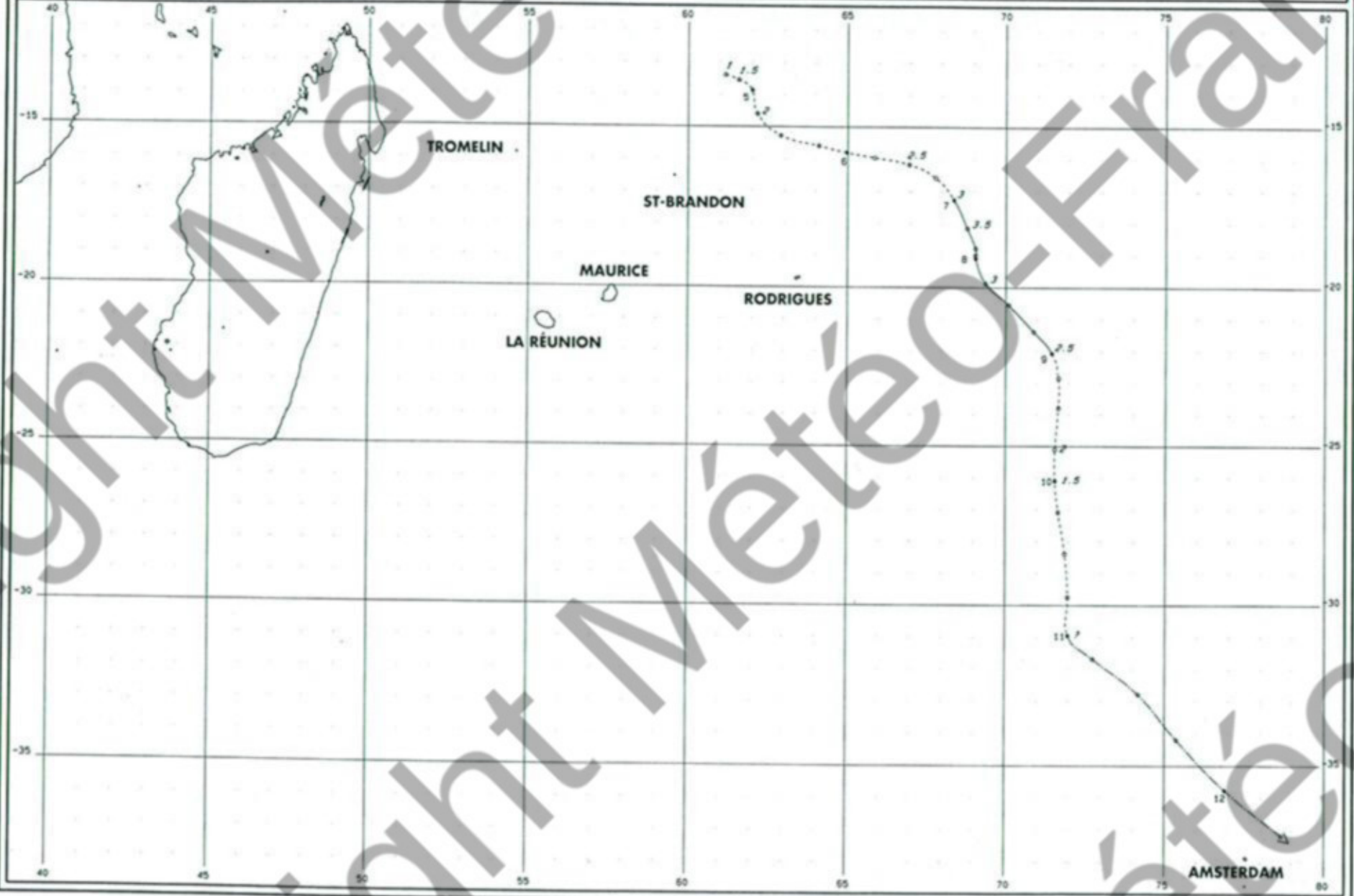
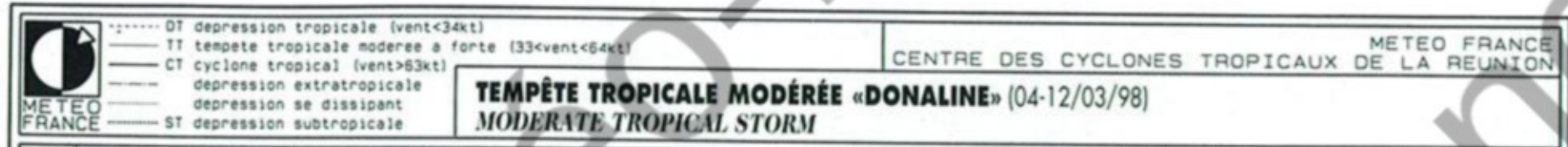
But, this favourable impulsion, was very soon counterbalanced by the negative influence of the northwesterly upper-current, which made itself felt once again, but with more strength. The shearing thus caused, was quite clearly discernible on the satellite imagery (characteristic structure of the cirrus, centre near the northwestern rim of the CDO), remained moderate at first, but was enough to bring about a slowly weakening trend of the system.

DONALINE, which had found a sustained cruising speed -nearly 20 km/h-, crossed the 20th parallel south in the afternoon of 8th. The northwesterly flow strengthened in the high troposphere, as the upper-trough deepened and drew nearer, moving eastwards from MADAGASCAR and the MASCARENES, while at the same time extending more deeply northwards. The cloud structure of DONALINE, which had resisted rather well as long as the shear remained within reasonable limits, this time suffered from the approach of the altitude jet-stream.

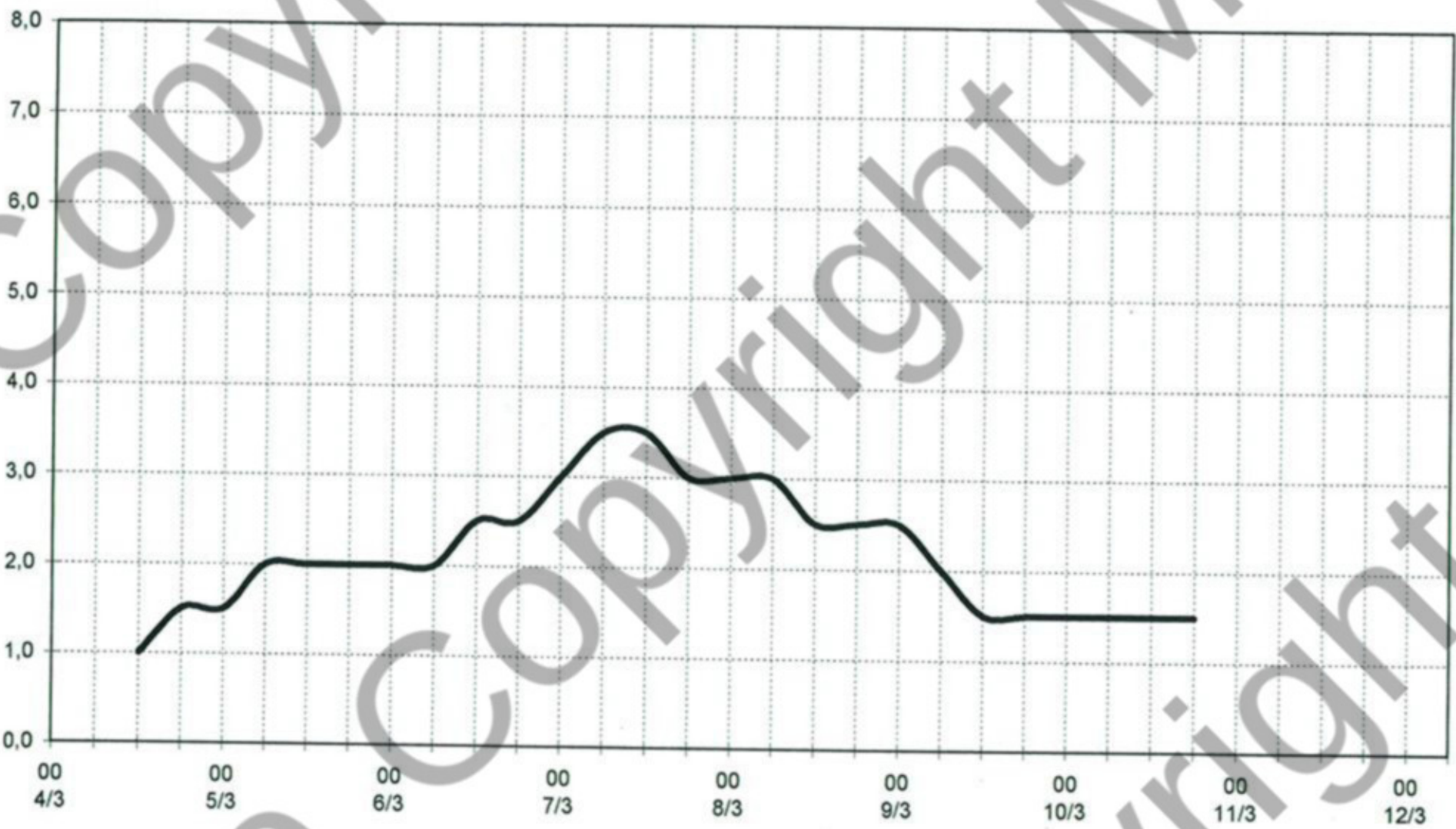
The cloud disorganization became obvious during the night of 8 to 9th and DONALINE was downgraded to a tropical depression. On the 9th, the low-level vortex appeared, totally exposed apart from the remnant of convection, which itself was very weakened and pushed away far to the east and to the south.

The residual low of DONALINE then continued its movement southwards at more than 20 km/h, still not at all affected by the presence of the high. When approaching latitude 30  South, it displayed a nice extra-tropical transition structure, while still generating strong winds quite far from the centre in the eastern and southern sectors, taking into account the pressure gradient existing with the anticyclone centred to the southeast of the island of AMSTERDAM. Behind this anticyclone, now moving quite rapidly eastwards, came a polar trough, ahead of which the depression that was formerly DONALINE was sucked in. Thus passing at a distance of a little more than 100 km to the northeast of the island of AMSTERDAM on 12th March (minimum of pressure recorded at the station : 997 hPa), it will finally integrate the trough in the form of a wave of the associated cold front.

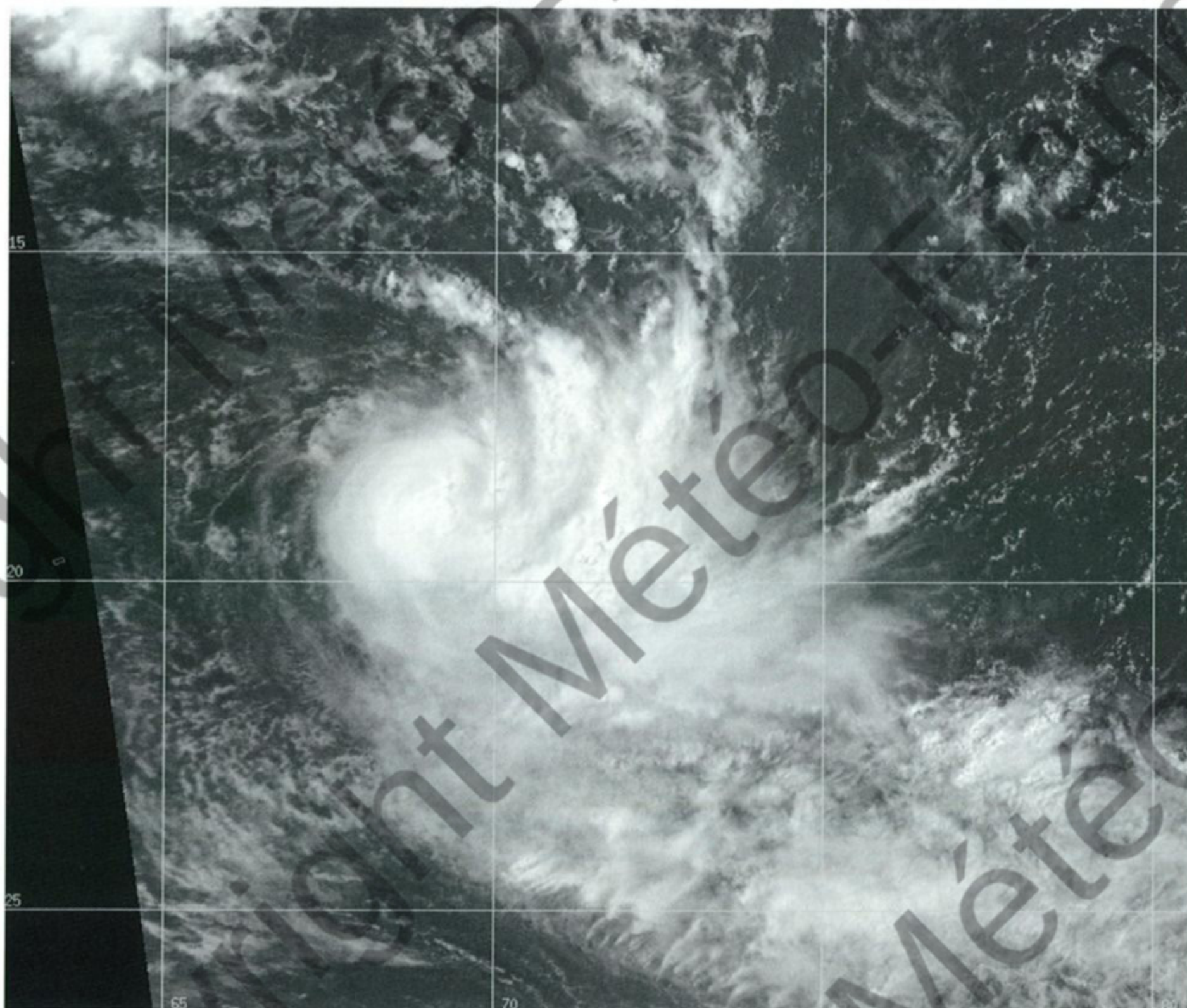
The third and last disturbance of the season to end its existence in the extra-tropical domain, the main interest of DONALINE will have been the unusual character of its trajectory.



DONALINE DU 04/03/98 AU 12/03/98



— S
EVOLUTION DU NOMBRE T (DE DVORAK) DE 6 HEURES EN 6 HEURES
6 - HR T NUMBER (DVORAK) EVOLUTION



TEMPETE TROPICALE «DONALINE»

LE 07 MARS 1998 À 0930 UTC (CI 3.5-)

ORBITE 16408 DU SATELLITE NOAA 14

DONALINE culmine à l'intensité maximale de tempête tropicale modérée, à près de 600 km dans l'est-nord-est de RODRIGUES.

TROPICAL STORM «DONALINE»

07 MARCH 1998 AT 0930 UTC (CI 3.5-)

SATELLITE NOAA 14 - ORBIT 16408

DONALINE is peaking at moderate tropical storm intensity, at nearly 600 km to the east-northeast of RODRIGUES.

TEMPÊTE TROPICALE

8 au 20 mars 1998

«ELSIE»

Tropical storm «Elsie» (8-20 March 1998)

FORMATION

ELSIE est issue d'un minimum de basses pressions formé hors de la zone de responsabilité du CMRS de LA REUNION. Le 7 mars, alors que DONALINE s'apprête à atteindre son maximum d'intensité, un nouveau minimum dépressionnaire est en effet détecté près de 3 000 km plus à l'est, à l'ouest de l'île de COCOS. Ce système reste peu organisé les jours suivants, tout en se décalant vers l'ouest, ce qui le fait franchir le 90^e méridien est dans la nuit du 8 au 9 et quitter la zone de responsabilité australienne. Les informations parcellaires disponibles confirment l'absence d'intensification significative jusqu'au 10.

Il faut attendre le début de nuit du 10 au 11 pour bénéficier de la première image satellitale haute résolution. L'intensité analysée demeure faible, au vu du manque de convection profonde structurée dans l'environnement du centre. Mais l'épanchement généreux des nombreux nuages d'altitude autour, qui constitue la signature claire de conditions divergentes d'altitude manifestement favorables, laisse entrevoir un potentiel de développement désormais à considérer. Plus de 24 heures supplémentaires seront toutefois nécessaires avant de voir se réaliser cette perspective.

EVOLUTION

Le creusement se poursuit entre-temps le 11, mais de manière toujours aussi lente. Ce qui est désormais une perturbation tropicale, continue de se déplacer en bordure de dorsale, en direction du sud-ouest, attirée vers la faiblesse dans le champ de pression liée à la présence au sud de la dépression résiduelle de DONALINE, qui vient de quitter le domaine tropical et se dirige vers l'île d'AMSTERDAM.

Des données fiables (orbite ERS2 et orbite NOAA14) permettent de classer la perturbation à la limite du seuil de dépression tropicale en cours de nuit du 11 au 12. La suite est plus floue. Du fait de son positionnement trop à l'est sur le bassin, l'imagerie satellitale de qualité exploitable se limite, à ce moment-là, à une orbite de satellite défilant par jour. Et, quand survient l'image NOAA14 de la nuit du 12 au 13, celle-ci révèle une configuration nuageuse correspondant à une intensité de forte

FORMATION

ELSIE originated in a low pressure area which formed outside the zone of responsibility of the RSMC of LA REUNION. On 7th March, when DONALINE was about to reach its peak intensity, a new minimum was in fact spotted nearly 3000 km to the east, west of the island of COCOS. This system remained poorly organized during the following days, while still drifting westwards, so that it crossed longitude 90° East during the night of 8 to 9th and thus left the Australian zone of responsibility. The very few information available confirmed the absence of any significant intensification until the 10th.

The first high resolution satellite picture was only acquired during the early night of 10 to 11th. The intensity analysed remained weak, considering the lack of structured deep convection near the centre. However, the generous outflow of numerous surrounding upper-clouds, were the clear signature of favourable divergent conditions aloft, which thus led to foresee the potential for development of this system. Nevertheless, it was only 24 hours later before this actually took shape.

EVOLUTION

The deepening continued meanwhile on the 11th, but still as slowly. What was now a tropical disturbance, pursued its displacement on the northern boundary of a ridge, towards the southwest, drawn towards the weakness in the pressure field linked to the presence to the south of the remnants of the residual low of DONALINE, which had just left the tropical domain and was moving towards the island of AMSTERDAM. Reliable data (orbits of ERS2 and of NOAA14) allowed the classification of the disturbance at the threshold of a tropical depression during the night of 11 to 12th. What followed was not so clear. Due to its position far to the east of the basin, satellite imagery that could be exploited was limited at that time to one swath of a polar orbiter per day. And when the NOAA14 image of the night of 12 to 13th arrived, this revealed a cloud pattern corresponding to the intensity of a severe, mature, tropical storm (curved

tempête tropicale mature (structure en bande incurvée, s'enroulant autour d'un petit CDO central présentant un embryon de centre chaud). ELSIE est baptisée sur le champ.

Cette évolution explosive, qui implique une intensification au taux d'accroissement moyen d'un demi-point toutes les 6 heures sur l'échelle de DVORAK, au cours des 24 heures précédentes, n'avait été appréhendée par aucun modèle numérique, alors qu'elle intervient au moment précis de l'arrivée de la perturbation sous l'axe de divergence d'altitude présent un peu au nord de 20° sud (et pourtant bien analysé par les modèles).

Mais ELSIE ne va guère avoir le temps de bénéficier plus durablement de ces conditions de développement optimales. La tempête est, en effet, toujours attirée au sud par le couloir dépressionnaire de l'ex-dépression tropicale DONALINE, qui s'évacue maintenant au sud-est de l'île d'AMSTERDAM. La cellule anticyclonique suivante gagne assez rapidement à l'arrière, mais pas suffisamment pour bloquer à temps la progression d'ELSIE, qui ne ralentit que dans la journée du 13.

Mais à ce moment, le centre de la tempête a déjà quitté l'axe de divergence d'altitude évoqué ci-dessus, et au sud duquel circule un courant d'ouest à nord-ouest assez rapide, qu'ELSIE va commencer d'affronter à l'approche du 20° parallèle sud. Cette bataille s'annonce cependant par trop inégale.

Et aussitôt atteint son maximum d'intensité, ELSIE commence à s'affaiblir. Dès le début de journée du 13, l'embryon de cœur chaud a disparu, et l'imagerie satellitale de l'après-midi est encore plus explicite et révélatrice de l'existence du début de cisaillement de nord-ouest. La tempête résiste encore 24 heures, et profite en fait de l'arrivée, au sud, de la cellule anticyclonique précitée, qui provoque le redressement de la trajectoire d'ELSIE vers l'ouest.

Mais ce répit n'est que temporaire, car l'anticyclone transite rapidement vers l'est et laisse place à un col barométrique qui vient se positionner vers 30° sud, dans le sud-ouest d'ELSIE, qui réagit immédiatement et met le cap en conséquence, sur une trajectoire s'orientant progressivement au sud-ouest. La tempête subit derechef un cisaillement à la virulence croissante, au fur et à mesure de son enfoncement vers le sud.

La circulation de basses couches sort de sous la convection résiduelle en journée du 14 et s'en éloigne ensuite peu à peu. ELSIE est déclassée en dépression tropicale à l'aube du 15, statut qu'elle perd dès la nuit suivante. La situation de col perdure au sud jusqu'au 16, date à laquelle le col commence à se décaler franchement vers l'est, sous la pression d'une nouvelle cellule anticyclonique. La dépression résiduelle d'ELSIE, en cours de comblement, suit dans un premier temps le déplacement du col, en se dirigeant vers le sud, puis le

band structure, round a small central CDO within which the embryo of a warm centre was depicted).

The storm was immediately named ELSIE.

This explosive evolution, which implied intensification at a mean rate of increase of a half-point every 6 hours on the DVORAK scale, during the preceding 24 hours, had not been forecasted by any numerical model, although it occurred at the very time when the disturbance arrived under the upper-divergence axis present slightly to the north of 20° South (though well analysed by the models).

ELSIE, however, was hardly going to have time to take advantage of these optimum conditions to develop further. The storm was still, in fact, attracted to the south by the trough in the wake of ex-tropical depression DONALINE, which was now flushed to the southeast of AMSTERDAM island. The anticyclonic cell that followed at the rear, came up quite rapidly, but not enough to block the progression of ELSIE, which only slowed down during the day of the 13th.

But at this moment, the centre of the storm had already left the axis of the upper-divergence mentioned above, to the south of which was flowing a fairly rapid westerly to northwesterly current, that ELSIE was going to come up against towards the 20th parallel South. Hence, the battle was not going to be won.

As soon as ELSIE reached its peak intensity, it started to weaken. In the morning of the 13th, the embryo of a warm centre had already disappeared, and the satellite picture of the afternoon was even more explicit and revealed that the northwesterly shear was setting in. The storm resisted for another 24 hours and took advantage in fact of the arrival, to the south, of the anticyclonic cell mentioned above, which caused the trajectory of ELSIE to shift towards the west.

However, this respite was only temporary, since the anticyclone moved rapidly eastwards leaving in its place a col that was positioned near 30° South, to the southwest of ELSIE, which reacted immediately and moved off consequently, on a track heading gradually towards the southwest. The storm yet again underwent increasing shear, as it continued its path towards the south.

The low-level vortex came outside the residual convective cloud mass during the day of the 14th and then moved away progressively. ELSIE was downgraded into a tropical depression at dawn on the 15th, and lost this status the following night. The col situation to the south remained until the 16th, from this time onwards it started to move eastwards, under the influence of a new high. The residual low of ELSIE, while filling up, first followed the track of the col, thus moving southwards, then southeastwards during the morning of the 17th, before being pushed back

sud-est en matinée du 17, avant de refluer en direction du nord-est l'après-midi, sous la poussée de l'anticyclone.

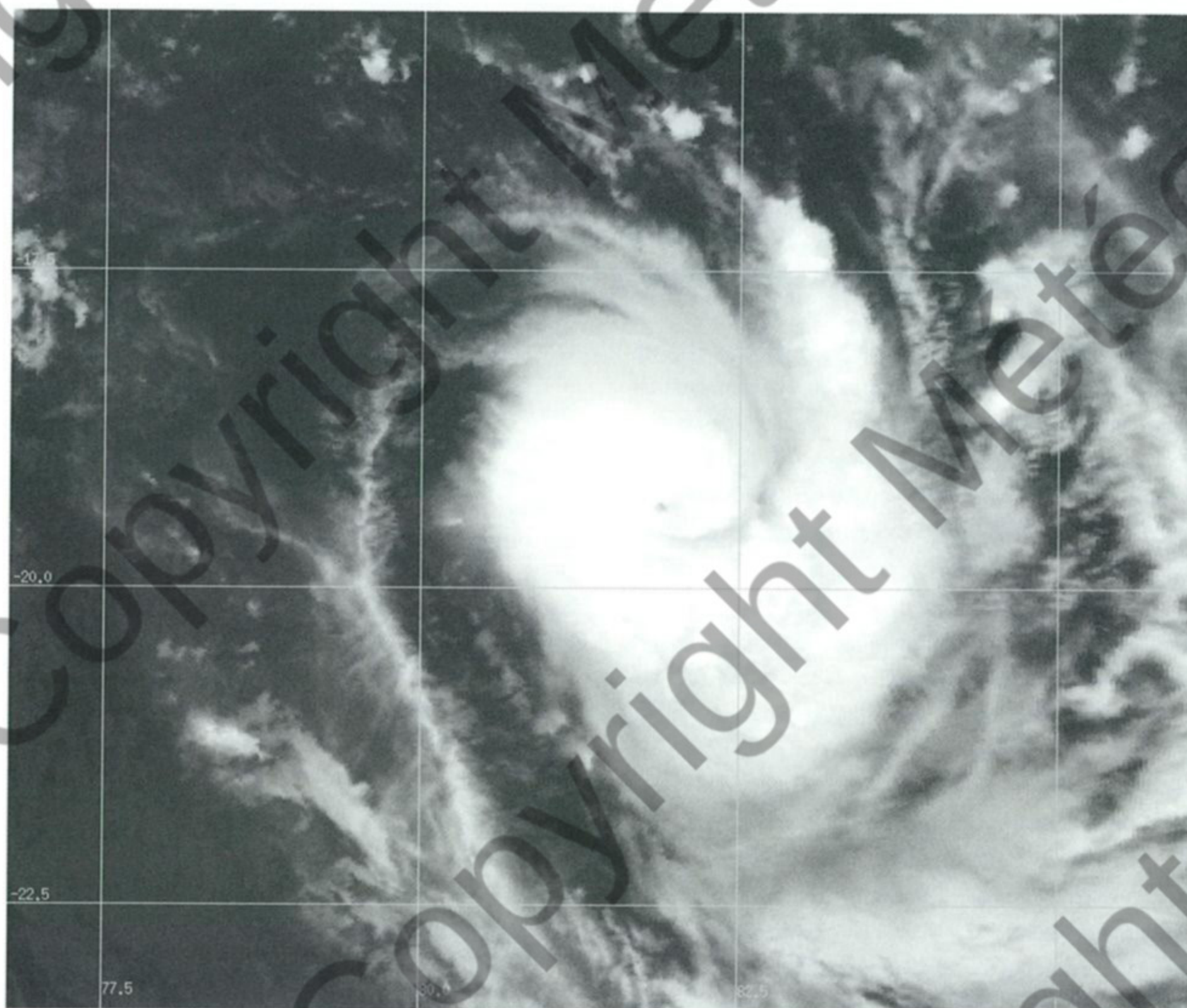
Le minimum, repris ensuite par le courant d'alizé de sud-est, circulant sur la bordure septentrionale de l'anticyclone, poursuit son déplacement en direction du nord-ouest, fermant ainsi, le 19, une large boucle accomplie depuis le 14. Il achève de se dissiper le 20 au cœur du domaine tropical.

ELSIE, seule tempête tropicale forte de cette saison, aura évolué sur l'extrême est du bassin cyclonique et posé, de ce fait, quelques problèmes techniques de suivi. L'absence d'imagerie satellitaire régulière n'a, ainsi, pas permis de gérer au mieux l'intensification brutale de la perturbation.

northeastwards during the afternoon, under the pressure of the high.

The low, then embedded into the southeasterly trade winds, blowing on the northern edge of the high, continued to move towards the northwest, thus completing, on the 19th, a large loop initiated on the 14th. It finally dissipated on the 20th in the middle of the tropical domain.

ELSIE, the only severe tropical storm this season, evolved on the extreme east of the cyclonic basin and thus was technically difficult to monitor. So, the absence of regular satellite imagery did not allow the best management of the brutal intensification of the disturbance.



TEMPETE TROPICALE «ELSIE»

LE 12 MARS 1998 À 2129 UTC (CI 4.0+)

ORBITE 16485 DU SATELLITE NOAA 14

ELSIE à son intensité maximale de forte tempête tropicale, présente un point chaud (amorce d'œil) en son centre.

TROPICAL STORM «ELSIE»

12 MARCH 1998 AT 2129 UTC (CI 4.0+)

SATELLITE NOAA 14 - ORBIT 16485

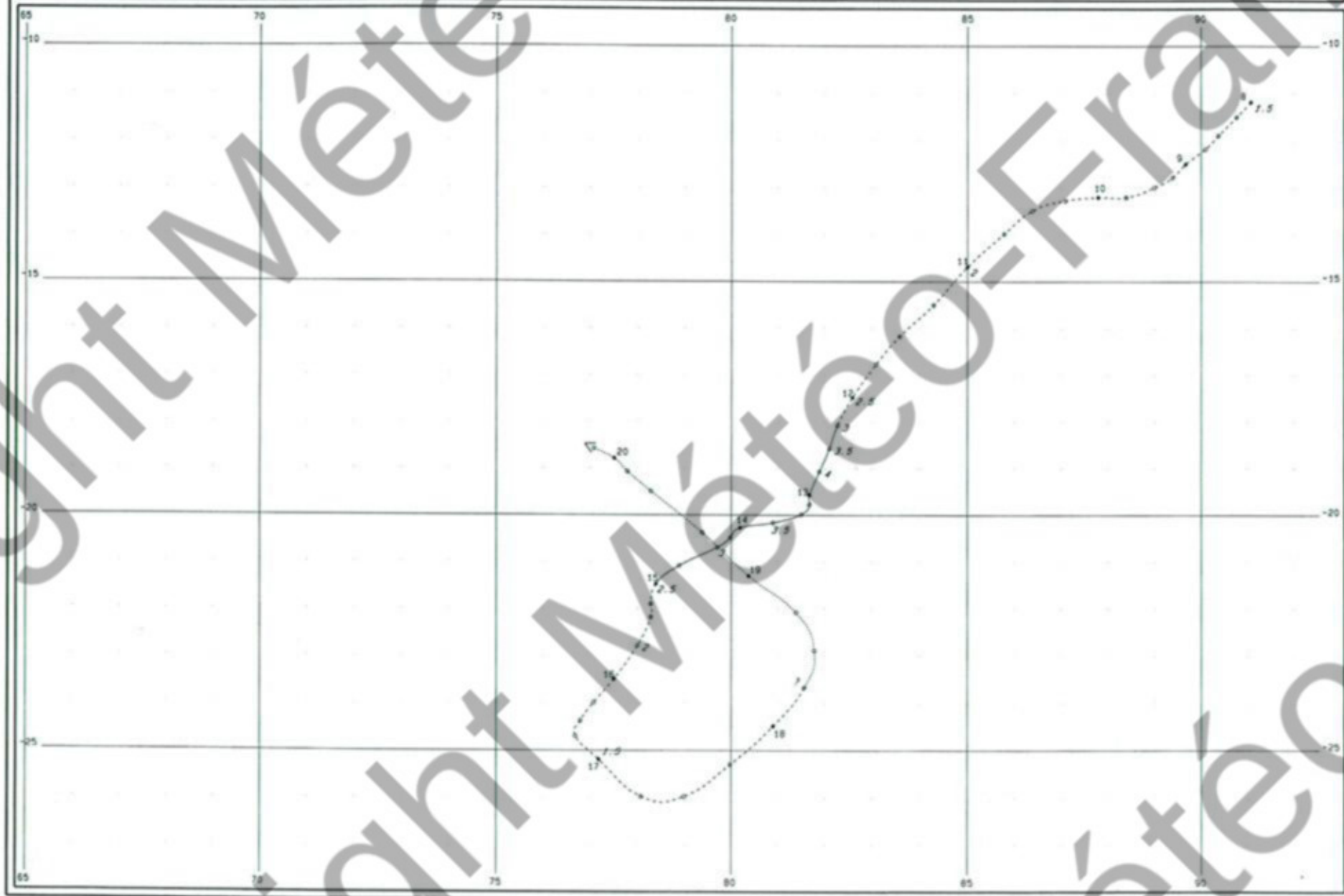
ELSIE at peak intensity of severe tropical storm. A warm point is visible in its centre (initial building of an eye).



- DT depression tropicale (vent<34kt)
- TT tempête tropicale modérée à forte (33<vent<64kt)
- CT cyclone tropical (vent>63kt)
- depression extratropicale
- depression se dissipant
- ST depression subtropicale

CENTRE DES CYCLONES TROPICAUX DE LA REUNION

FORTE TEMPÊTE TROPICALE «ELSIE» (08-20/03/98) **SEVERE TROPICAL STORM**



ELSIE DU 08/03/98 AU 20/03/98



EVOLUTION DU NOMBRE T (DE DVORAK) DE 6 HEURES EN 6 HEURES
6 - HR T NUMBER (DVORAK) EVOLUTION

DEPRESSION TROPICALE

15 au 21 mars 1998

«FIONA»

Tropical depression «Fiona» (15-21 March 1998)

FORMATION

Un second système dépressionnaire tropical vient coexister avec ELSIE durant sa fin de vie. Il se forme plus à l'ouest, dans le secteur nord-est de SAINT-BRANDON, là même où DONALINE était née une dizaine de jours auparavant.

Depuis le 13 mars, des bandes convectives présentes de part et d'autre de l'axe de basses pressions correspondant à l'équateur météorologique (alors positionné au voisinage de 10° sud), tendaient à converger vers une zone légèrement à l'ouest du 65° méridien est. Le 14, les hautes pressions subtropicales s'affaiblissent au sud des MASCAREIGNES, et le champ de pression est en baisse sensible sur la zone. L'analyse des observations de surface, permet d'isoler une dépression fermée, en fin de nuit suivante, tandis que les bandes de convection situées sur la face sud du thalweg équatorial, ont laissé place à un "cluster" à surveiller de près.

EVOLUTION

L'allure de cet amas nuageux reste à peu près inchangée jusqu'en soirée du 15. Mais, au cours de la nuit du 15 au 16, la convection tend à s'organiser, marquant une intensification du système, ce que confirment deux observations successives du satellite ERS2, données qui, en l'occurrence, permettent de suivre, avec une bonne fiabilité, l'évolution de l'intensité du phénomène. Les vents, encore faibles dans la nuit, tout particulièrement près du centre, se sont renforcés, et atteignent 25 nœuds en matinée du 16 dans la circulation dépressionnaire à l'est du minimum - alors estimé à 999 hPa et classé en perturbation tropicale -.

Compte tenu de cette tendance au creusement observée dans la nuit, du potentiel de développement que laisse entrevoir à cet instant la structure nuageuse de la perturbation - bénéficiant, en outre, d'un environnement divergent d'altitude pour l'instant favorable -, et surtout considérant les délais nécessaires à la mise en alerte des populations (le centre de la perturbation se situe à cet instant à moins de 450 km dans le nord de l'île RODRIGUES, et se décale vers le sud à près de 20 km/h), le Service Météorologique de MAURICE décide, alors, de baptiser prématurément le système, qui prend le nom de FIONA.

L'intensification va bien se poursuivre ensuite, mais seulement durant 24 heures et de manière excessivement timide, de sorte

FORMATION

A second tropical system coexisted with ELSIE as this was living its last days. It formed more to the west, in the northeastern sector of SAINT-BRANDON, almost on the same place where DONALINE had yet formed ten days earlier.

Since the 13th March, convective cloud bands were present on either side of the monsoon trough, then positioned near latitude 10° South, and tended to converge towards an area slightly to the west of longitude 65° East. On the 14th, the subtropical high weakened to the south of the MASCARENES, and the pressure field fell noticeably in the area. A closed depression could be isolated on surface analysis, at the end of the following night, while the cloud bands of convection situated on the southern side of the trough had given place to a cluster requiring close watch.

EVOLUTION

This cloud mass remained more or less unchanged up to the evening of the 15th. During the night of 15 to 16th, however, the convection became more organized, as the system intensified. This intensification was confirmed by two successive observations derived from orbits of ERS2 satellite, which enabled reliable monitoring of the intensity of the phenomenon. The winds, still weak during the night, particularly near the centre of the system, had strengthened to 25 knots during the morning of the 16th in the eastern part of the cyclonic circulation associated with the low, which was then estimated at 999 hPa and classified as a tropical disturbance.

Taking into account the deepening trend of the system during the night, its potential for further development, as foreseen when looking at that moment at the cloud structure - benefiting moreover from a currently favourable divergent environment aloft -, and especially considering the required time to alert the populations (the centre of the disturbance was located at this time at less than 450 km to the north of the island of RODRIGUES, and was moving southwards at nearly 20 km/h), the Mauritius Meteorological Service decided to name prematurely the system FIONA.

But, as a matter of fact, if the intensification went on indeed, it was only during 24 hours more and for a tiny gain, so that FIONA never reached the intensity of a

que FIONA n'atteindra, en fait, jamais l'intensité de tempête tropicale. Elle ne parvient que laborieusement au stade de dépression tropicale en début de journée du 17.

Le centre de la dépression, localisé plus ou moins précisément sous le CDO irrégulier, a ralenti depuis la veille et pris un cap en direction du sud-ouest, en bordure d'une dorsale de moyenne troposphère. Il passe dans l'après-midi à un peu moins de 200 km au sud-est de SAINT-BRANDON, alors que la configuration nuageuse du système a, entre-temps, subi de sérieuses transformations par rapport au matin. La convection s'est amoindrie et déstructurée, tandis que l'ensemble des masses nuageuses associées à la perturbation présente une allure extrêmement élonguée. Si cette évolution négative devient moins flagrante dans la nuit du 17 au 18 (d'autant plus qu'elle est masquée par un regain nocturne naturel de la convection), la présence persistante dans les secteurs ouest et sud de la masse convective, d'un rouleau de cirrus - temporairement bifide en cours de nuit - de plusieurs centaines de kilomètres de long, est éloquent et révélatrice de l'existence d'un courant-jet d'ouest à nord-ouest en altitude, à désormais faible distance, et dont la dépression se rapproche inéluctablement au fil des heures.

Du fait de sa progression assez lente (à une vitesse moyenne inférieure à 10 km/h), FIONA va toutefois disposer du sursis de la journée, avant de commencer à subir l'influence du cisaillement attendu, qui intervient finalement en soirée de ce 18 mars. L'imagerie satellitale de la nuit ne laisse planer aucun doute quant à la véracité de ce cisaillement, et c'est sans surprise que l'on voit la circulation nuageuse de basses couches autour du centre de FIONA, apparaître, à l'aube du 19, totalement exposée en bordure ouest de la convection.

FIONA s'affaiblit, dès lors, rapidement. Le vortex résiduel franchit à vitesse réduite le 20° parallèle sud en milieu de journée, avant de passer dans la foulée à proximité de MAURICE (à 80 km à l'est au plus près), sans influence significative sur l'île. FIONA est déclassée au même moment en perturbation tropicale, et se comble ensuite progressivement, tout en accélérant et en incurvant en direction du sud puis du sud-est, à l'avant d'un thalweg polaire qui gagne depuis le sud de MADAGASCAR. FIONA ne peut finalement intégrer ce thalweg et achève son existence dans le domaine tropical, se dissipant assez loin au sud-est de MAURICE.

A l'instar de quasiment toutes les perturbations de cette saison, FIONA n'aura pu connaître des conditions durablement propices à un développement substantiel et aura été cisailée assez rapidement, subissant, tout comme ELSIE quelques jours auparavant, l'influence négative fatale du flux perturbé d'ouest d'altitude, déjà établi cette saison à la mi-mars, jusqu'à 20° sud, sur l'ensemble de l'océan Indien sud.

tropical storm. It reached only laboriously the stage of a tropical depression at dawn on the 17th.

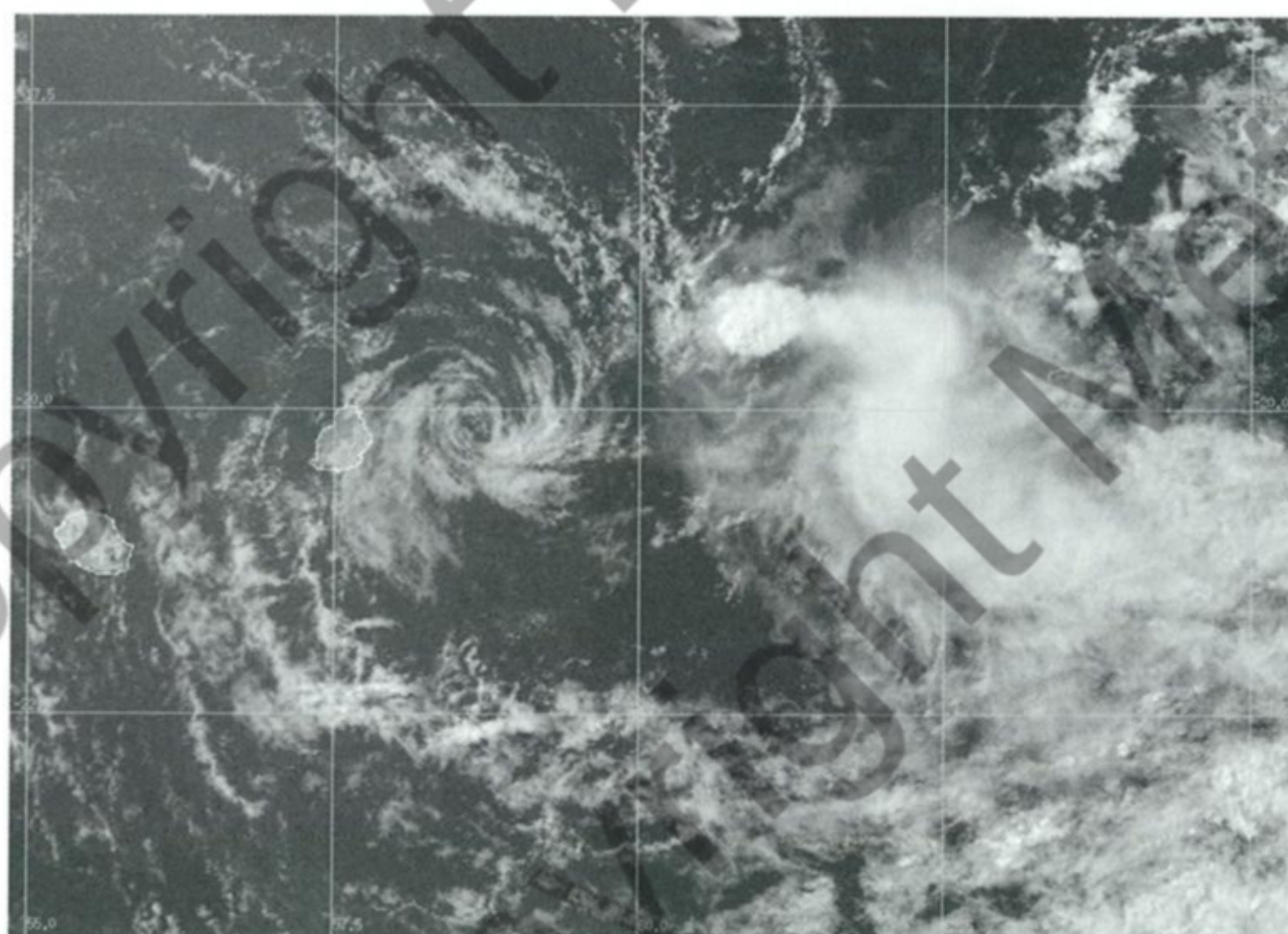
The centre of the depression, spotted more or less precisely under the irregular CDO, had slowed down since the previous day and was heading towards the southwest, on the edge of a mid-troposphere ridge. In the afternoon, it passed at a distance a little less than 200 km to the southeast of SAINT-BRANDON, while the cloud mass pattern had meanwhile changed considerably since the morning. The convection had lessened and become disorganized, and the associated cloud masses presented a very elongated appearance.

This negative evolution became less obvious during the night of 17 to 18th, the more so since it was masked by the natural nocturnal increase in convection. However, the persistent presence, in the western and southern sectors of the cloud mass, of a wide band of cirrus - temporarily bifid during the night - of several hundred kilometres long, was eloquent proof of the existence of an upper-level westerly to northwesterly jet-stream, a short distance away, and towards which the depression was moving inexorably.

Because of its rather slow progression (at an average speed of less than 10 km/h), FIONA finally had a daytime's respite before beginning to undergo the influence of the expected shear, which finally took place during the evening of this 18th March. The satellite imagery during the night confirmed without any doubt this shearing, and, as was expected, the low-level cloud circulation around the centre came outside the convection, appearing, at dawn on the 19th, totally exposed on the western edge of the cloud mass.

FIONA thereafter weakened rapidly. The residual vortex crossed the 20th parallel south at reduced speed in the middle of the day, before passing quite near MAURITIUS (80 km to the east at the nearest point), having no significant influence on the island. FIONA was downgraded at the same time into a tropical disturbance and then filled up gradually, while gathering speed and recurving towards the south, then towards the southeast, ahead a polar trough coming from the south of MADAGASCAR. FIONA in the end, could not integrate this trough and finally ended its existence in the tropical area, dissipating quite far away to the southeast of MAURITIUS.

Like practically all the disturbances of this season, FIONA did not benefit from durably propitious conditions in order to develop substantially and was fairly rapidly sheared, undergoing, just like ELSIE a few days before, the fatal blow of the upper disturbed westerly flow, which had settled, as early as mid-March this year, right up to latitude 20° South, over the whole southern Indian ocean.



DEPRESSION TROPICALE «FIONA»

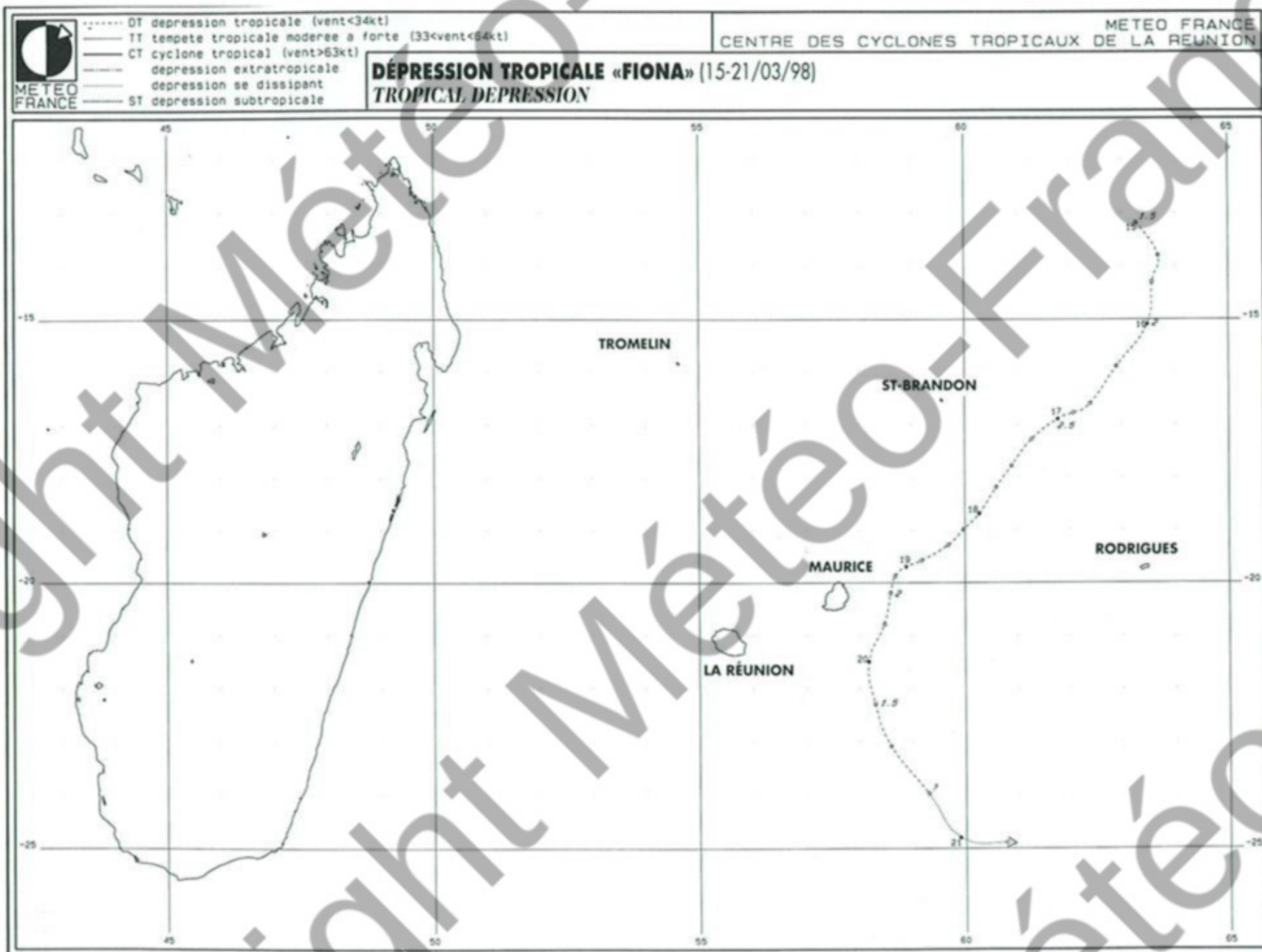
LES 18 MARS 1998 À 1048 UTC (CI 2.5)
 ORBITE 16564 DU SATELLITE NOAA 14 (en haut)
 ET 19 MARS 1998 À 1037 UTC (T 1.5/CI 2.5-)
 ORBITE 16578 DU SATELLITE NOAA 14 (en bas)

En haut : FIONA, à son intensité maximale, est analysée en dépression tropicale (configuration à nébulosité centrale froide; pour évolution comparer avec l'image page 61 prise 12 heures plus tôt). En bas : 24 heures plus tard, FIONA a été complètement cisailée. Le petit tourbillon résiduel de basses couches transite dans l'est proche de l'île MAURICE.

TROPICAL DEPRESSION «FIONA»

18 MARCH 1998 AT 1048 UTC (CI 2.5)
 SATELLITE NOAA 14 - ORBIT 16564 (above)
 AND 19 MARCH 1998 AT 1037 UTC (T 1.5/CI 2.5-)
 SATELLITE NOAA 14 - ORBIT 16578 (below)

Above : FIONA, at peak intensity, is analysed as a tropical depression (Central Cold Cover pattern; for evolution compare to picture of page 61 acquired 12 hours before). Below : 24 hours later, FIONA has been completely sheared off. The residual low-level vortex is passing close to the east of MAURITIUS island.



FIONA DU 15/03/98 AU 21/03/98



EVOLUTION DU NOMBRE T (DE DVORAK) DE 6 HEURES EN 6 HEURES
6 - HR T NUMBER (DVORAK) EVOLUTION

TEMPÊTE TROPICALE

6 au 16 avril 1998

«GEMMA»

Tropical storm «Gemma» (6-16 April 1998)

FORMATION

La dissipation de FIONA marque le début de la première pause durable après un mois et demi d'activité perturbée. La dernière décade de mars voit cependant la ZCIT demeurer relativement active autour du 10° parallèle sud, principalement du nord de MADAGASCAR jusqu'au nord des MASCARENES. Cette activité se décale ensuite, début avril, plus vers l'est, au sud des CHAGOS. Dans la nuit du 4 au 5 avril, une circulation dépressionnaire faible s'esquisse au sein de la ZCIT, autour d'un centre situé à un peu plus de 550 km au sud-sud-ouest de DIEGO-GARCIA (d'après une observation de vents dérivés du satellite ERS2). Mais il faut attendre la nuit du 5 au 6 pour voir la convection, très présente jusque là, mais un peu plus au nord dans l'alimentation de mousson, venir se positionner au-dessus de ce centre.

Un second minimum apparaît, simultanément, à moins de 900 km à l'est-sud-est, légèrement au sud de 15° sud, générant du grand frais, et même localement du coup de vent dans les grains, sur une large étendue de son demi-cercle sud, du fait d'un gradient de pression important existant avec les hautes pressions subtropicales.

EVOLUTION

Les deux systèmes, de poids équivalent, évoluent de conserve jusqu'au matin du 7, où ils sont analysés tous deux en perturbations tropicales. Interagissant mutuellement (d'où, par effet FUJIWHARA, un déplacement en direction générale du sud-est pour le minimum G1 situé le plus à l'ouest), ils s'inhibent également, mutuellement, au niveau de leur développement, de par leur proximité.

Mais, dans l'après-midi, la perturbation située au sud-est (G2) subit un cisaillement d'ouest brutal et fatal, sur la façade septentrionale d'un profond et très incliné thalweg polaire d'altitude. Le minimum résiduel de G2 se fendra ensuite, la nuit suivante, dans la circulation de la perturbation G1.

Celle-ci, à l'écart des influences négatives liées à l'environnement d'altitude (situation de col), se retrouve maintenant seule en piste et va profiter pleinement de cette opportunité nouvelle de développement qui s'offre désormais à elle.

FORMATION

The dissipation of FIONA marked the beginning of the first lasting pause after a month and a half of disturbed activity. The last ten days of March saw nevertheless the ITCZ remaining relatively active around the 10th parallel south, principally from the north of MADAGASCAR to the north of the MASCARENES. At the beginning of April, this activity then drifted further east to the south of the CHAGOS. During the night of 4 to 5th April, a weak cyclonic circulation was isolated within the ITCZ, around a centre spotted at a little more than 550 km to the south-southwest of DIEGO-GARCIA (according to wind fields derived from ERS2 satellite). But it was not before the night of the 5 to 6th that the convection, very present until then, but slightly further north in the monsoon flow, took up position above this centre.

A second low formed, simultaneously, at less than 900 km to the east-southeast, slightly to the south of latitude 15° South, generating near gale force winds, and even local gale force winds in the squalls, over a large section of its southern semi-circle, due to a strong gradient of pressure existing with the subtropical high.

EVOLUTION

The two systems, of similar weight, evolved together until the morning of the 7th, when they were both analysed as tropical disturbances. Interacting mutually (whence, by FUJIWHARA effect, a general southeastwards movement for the minimum of G1 - the low that was situated more to the west -), they also mutually inhibited their development, through their proximity.

However, in the afternoon, the disturbance located to the southeast (G2) underwent a brutal and fatal westerly shear, on the northern side of a deep and very tilted upper polar trough. The residual low of G2 then merged with the cyclonic circulation of G1 during the following night.

The latter, apart from the negative influences of the upper-level environment (col situation for it), henceforth remained alone and would take full

L'intensification se produit sans délai et se matérialise de façon nette sur l'imagerie satellitale, sous la forme d'un gros CDO irrégulier, pourvu de bandes convectives d'alimentation dans son quadrant nord-est. Dépression tropicale dès la soirée du 7, puis tempête tropicale modérée en cours de nuit (analyse DVORAK corroborée par une orbite d'ERS2), G1 est baptisée du nom de GEMMA, en matinée du 8 avril. Parallèlement, GEMMA a également réagi au niveau de son déplacement, à la disparition de l'influence de G2, en rebroussant chemin vers l'ouest.

Le comportement de la tempête devient, ensuite, plus difficile à décrypter. Des indices d'un léger cisaillement d'ouest sont visibles dans la configuration des nuages d'altitude. La convection subit par ailleurs des variations diurnes importantes pour un système de cette intensité, le CDO dégénérant et se morcelant en cours de journée, avant de se reconstituer en cours de nuit. Cette évolution constatée entre le 8 et le 9 se renouvelle entre le 9 et le 10. Mais la comparaison entre images satellitales acquises aux mêmes heures, montre sans ambiguïté un petit gain supplémentaire d'intensité au cours de cette période, qui permet de classer GEMMA au stade supérieur de la tempête tropicale modérée en cours de nuit du 9 au 10.

Depuis la nuit du 8 au 9, GEMMA a opéré un nouveau changement de cap radical, faisant route désormais en direction de l'est-sud-est. L'allure, très modérée dans un premier temps, se fait plus soutenue à partir du début de journée du 10, et ce sur un cap qui s'établit quasiment plein est. Pour comprendre une telle trajectoire, inhabituelle à cette latitude, et à contre-courant du flux généré par les hautes pressions subtropicales régnant dans les couches inférieures de l'atmosphère, en bordure desquelles se situe GEMMA, il faut se reporter à la situation d'altitude, assez singulière en l'occurrence.

Au sein du vaste thalweg d'altitude d'origine polaire évoqué précédemment, et toujours présent, loin au sud-est de GEMMA, une goutte froide s'est isolée. S'ensuit une situation de cut-off qui voit le creusement d'une dépression, en altitude d'abord, puis jusque dans les couches moyennes de l'atmosphère. Cette dépression évolue, au début, de manière rétrograde, se décalant un temps vers l'ouest, avant de venir se fixer sur l'extrême sud-est de la zone, pour demeurer quasi-stationnaire vers 30°S/90°E. Et c'est le courant directeur de secteur ouest généré entre cette zone dépressionnaire, au sud-est, et la cellule de hauts géopotentiels relatifs, centrée au nord-est, qui est responsable du déplacement de GEMMA vers l'est.

Enfin, il faut noter, comme curiosité ultime induite par cette situation originale, la genèse successive en liaison avec cette dépression d'altitude de deux micro-vortex de basses

advantage of this new opportunity to develop further. Intensification soon began and was clearly displayed on the satellite imagery, in the form of a large, irregular CDO, with feeder bands of clouds in its northeastern quadrant. Classified as a tropical depression as from the evening of the 7th, then as a moderate tropical storm during the night (DVORAK analysis corroborated by an ERS2 orbit), G1 was then named GEMMA in the morning of the 8th. During this same time, its trajectory also reacted to the dissipation of G2, backtracking westwards.

The storm's behaviour then became more difficult to depict. There was some indications of a slight westerly shear visible in the upper-level clouds pattern. The convection moreover underwent important diurnal variations for a system of such intensity, the CDO degenerating and breaking up during the day, before rebuilding during the night. This evolution noted between the 8 and 9th, repeated itself between the 9 and 10th. However, the comparison of satellite pictures acquired at the same hours, showed quite unambiguously a slight gain in intensity during this period, which allowed GEMMA to be classified at the upper threshold of a moderate tropical storm during the night of 9 to 10th.

Since the night of 8 to 9th, GEMMA had once again changed its course radically, now heading towards the east-southeast. The speed of movement, very moderate at first, increased from the early hours of the 10th, as heading set almost due east. To understand such a trajectory, unusual at this latitude, and counter-current to the flow in the lower layers of the atmosphere, issued from the subtropical high on the edge of which was lying GEMMA, it is necessary to have a look at the upper-level situation, which was quite original in this case.

Within the vast upper trough, mentioned previously and still present, far to the southeast of GEMMA, an isolated cold-air drop had formed. The cut-off situation that resulted saw the formation of a deepening depression, first at upper-levels and then at mid-layers as well. This polar low evolved at first backward, moving for a while towards the west, before settling over the extreme southeast of the zone, to remain almost stationary nearby 30°S/90°E. And it is the westerly steering flow generated between this polar low to the southeast and the cell of high relative geopotentials, centred to the northeast, that was responsible for GEMMA moving eastwards.

Lastly, it should be noted, as the final curiosity of this quite singular situation, the successive genesis, linked with this upper-tropospheric depression, of two low-level micro-vortices. Immediately embedded in the

couches. Aussitôt pris par le flux d'alizé de sud-est associé aux hautes pressions subtropicales régnant en surface, ils seront rapidement expulsés en direction du nord-ouest (le premier viendra notamment se dissiper ainsi à quelque 900 km dans le sud de GEMMA, dans la nuit du 11 au 12).

Au fur et à mesure de la progression de GEMMA vers l'est le 10, le gradient se renforce et la tempête pénètre dans une zone de vents, s'orientant au nord-ouest, de plus en plus forts en altitude. Si bien qu'à partir de l'après-midi du 10, l'imagerie satellitale laisse apparaître une tendance au cisaillement, de nord-nord-ouest maintenant, de plus en plus affirmée (signature caractéristique d'un arc de cirrus, devenant impressionnant dans la nuit du 10 au 11). Le cisaillement intervient finalement, de manière drastique, en matinée du 11.

Dès lors GEMMA s'affaiblit rapidement et, suite au cisaillement, se retrouve découplée de l'environnement d'altitude, qui la gouvernait précédemment. Le minimum dépressionnaire résiduel cesse son mouvement vers l'est et hésite durant plus de 48 heures, quasiment sur place, pour finalement boucler au niveau du 15° parallèle sud. Il redémarre vers l'ouest le 14, puis vers le sud-ouest à partir du 15. Malgré des reprises de convection par bouffées, il ne pourra se régénérer, et achèvera de se combler loin à l'est de RODRIGUES, le 17 avril.

Seul phénomène de cette saison à être né dans la zone au sud des CHAGOS (zone de cyclogenèse habituellement féconde), GEMMA se sera singularisée par sa trajectoire plutôt zonale (contrairement à celles de toutes les autres perturbations de la saison qui avaient été plutôt globalement méridiennes), et également très tortueuse, à l'image du comportement lui-même de cette perturbation, soumise à des influences complexes durant une bonne partie de son existence.

Si GEMMA clôt la liste des phénomènes dépressionnaires retenus pour ce compte rendu annuel, il ne met pas pour autant un terme définitif à la saison cyclonique. Peu de temps après la cyclolyse de GEMMA, un autre système se formera en effet plus à l'est, cette fois au sud-est des CHAGOS. Suivi quelques jours durant, il n'excédera toutefois jamais le stade de perturbation tropicale.

Enfin, il faut mentionner l'existence notable d'un système dépressionnaire tropical durant la seconde quinzaine du mois de juillet 1998 (fin de saison officielle 97-98 dans le sud-ouest de l'océan Indien). En plein cœur de l'hiver austral, ce système a atteint le stade de dépression tropicale, mais de manière trop éphémère pour figurer ici, contrairement à la dépression M2 en 1997 (qui curieusement avait évolué rigoureusement aux mêmes dates - du 20 au 25 juillet...).

southeasterly trade winds associated with the subtropical anticyclone, they were rapidly pushed towards the northwest (the first will thus dissipate some 900 km to the south of GEMMA, in the night of 11 to 12th).

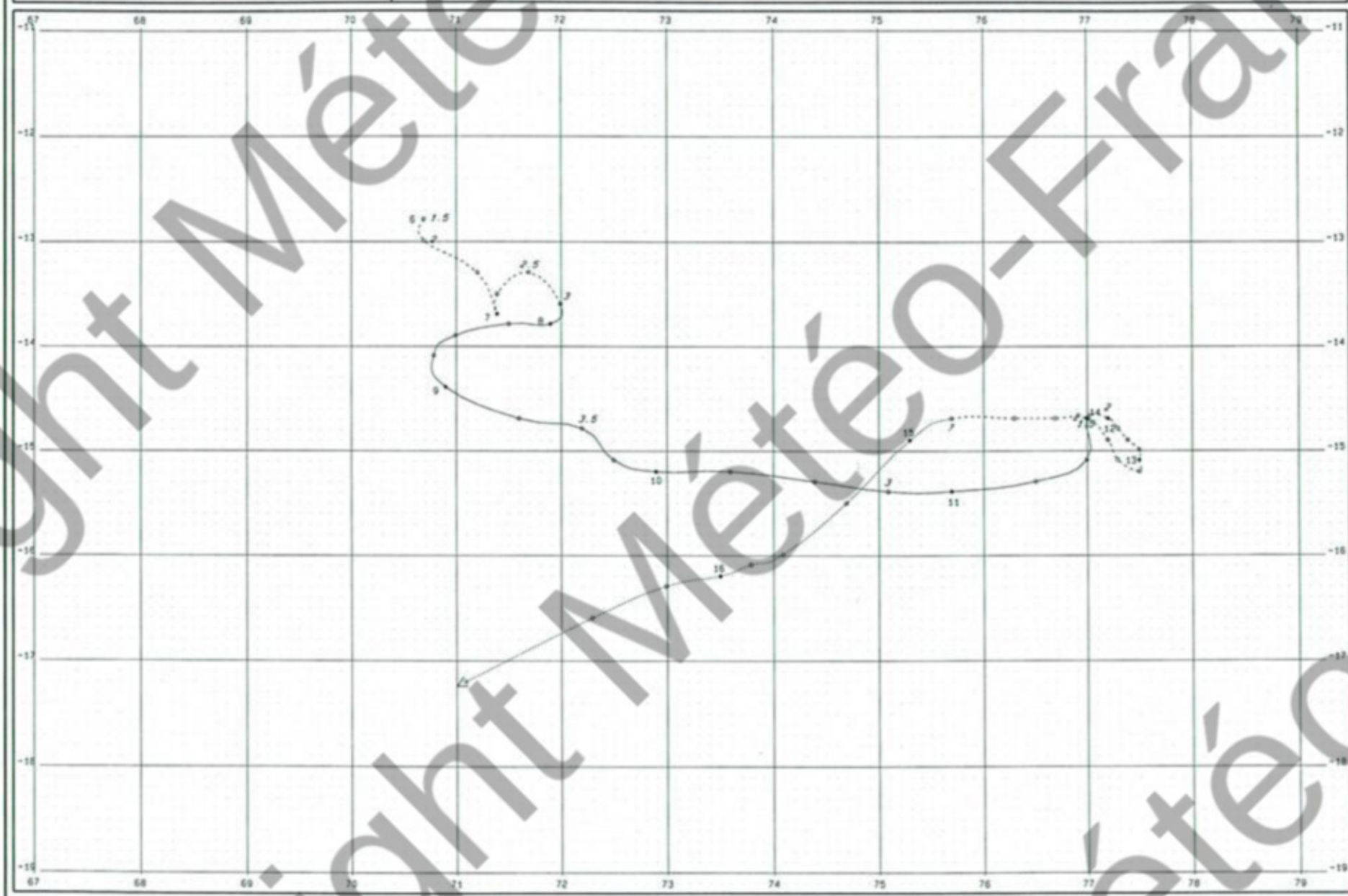
As GEMMA progressed eastwards on the 10th, the gradient strengthened and the storm penetrated into an area where upper-winds increased, while backing northwesterly. So that from the afternoon of the 10th, the satellite imagery showed a tendency to shearing. This shear, now from the north-northwest, became more and more explicit as time went on (characteristic signature of a cirrus bow, becoming quite impressive during the night of 10 to 11th). GEMMA was finally severely sheared off, in the morning of 11th.

Thereafter, GEMMA weakened rapidly and, as an other consequence of the shear, was no more influenced by the upper-level environment. So that the residual low stopped its movement eastwards and hesitated for more than 48 hours, remaining more or less stationary, before finally describing a loop around latitude 15° South. It resumed its movement westwards on the 14th, then towards the southwest as from the 15th. Despite of some resumption of sporadic bursts of convection, it could not regenerate and definitely filled up far to the east of RODRIGUES, on 17th April.

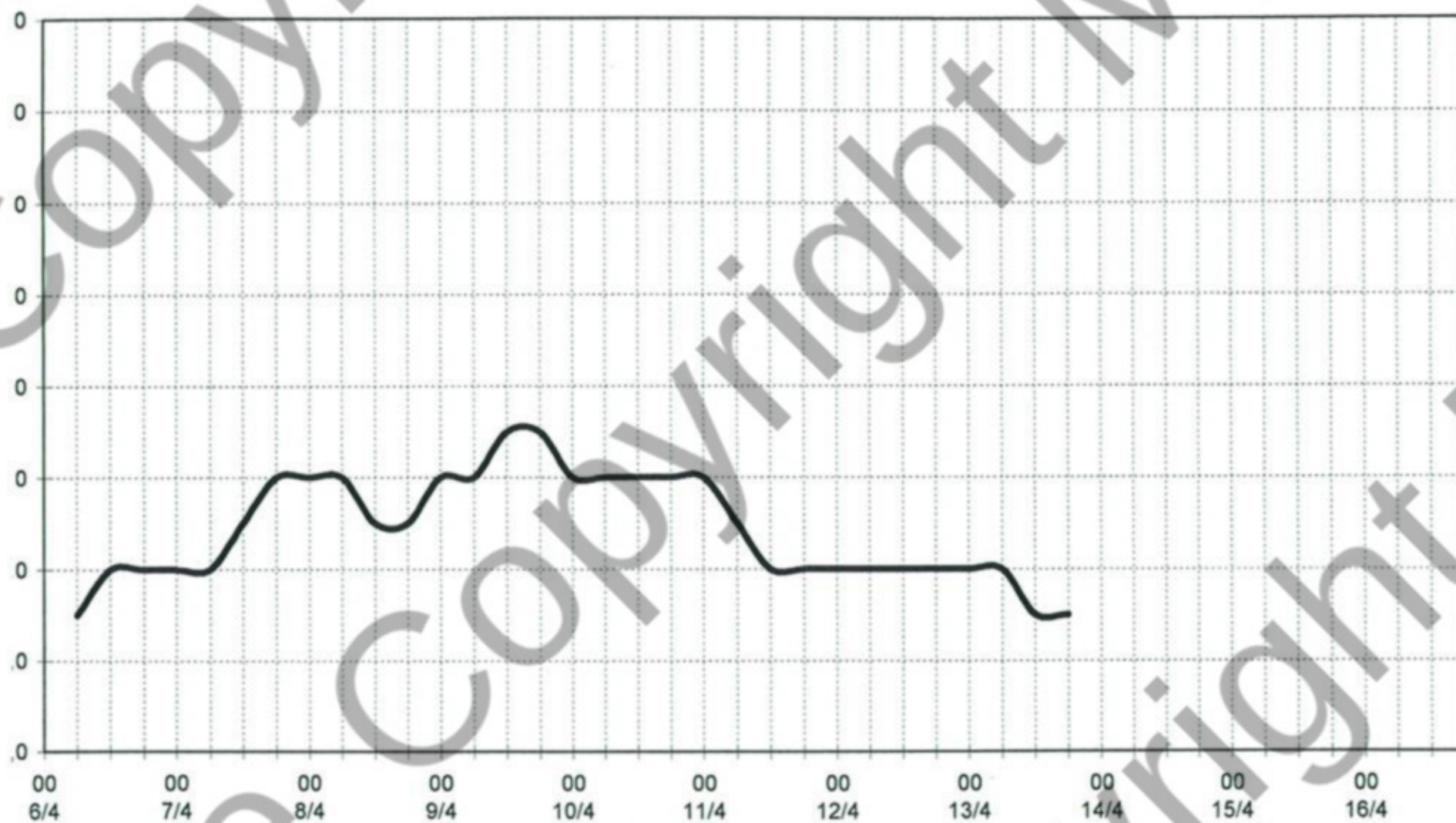
The only phenomenon this season to have begun life in the area to the south of the CHAGOS (a usually productive cyclogenesis area), GEMMA was unique in its zonal trajectory (contrary to those of the other disturbances of this season, which had been globally essentially meridian), and also very tortuous, reflecting its own behaviour, having been subjected to complex influences throughout the major part of its existence.

If GEMMA closes the list of depressions kept for this annual report, it does not mark the final end of the cyclone season. Soon after the cyclolysis of GEMMA, another system formed more to the east, this time to the southeast of the CHAGOS. Watched for several days, it never exceeded in fact the stage of a tropical disturbance.

Lastly, there should be mentioned a tropical system which developed during the second half of July 1998 (the end of the official 1997-98 season in the South-West Indian ocean). In the depth of the austral winter, this system reached the stage of a tropical depression, but was too short-lived at this stage to figure here, contrary to the depression M2 in 1997 (which curiously had evolved during exactly the same period, from 20-25 July).



GEMMA DU 06/04/98 AU 16/04/98

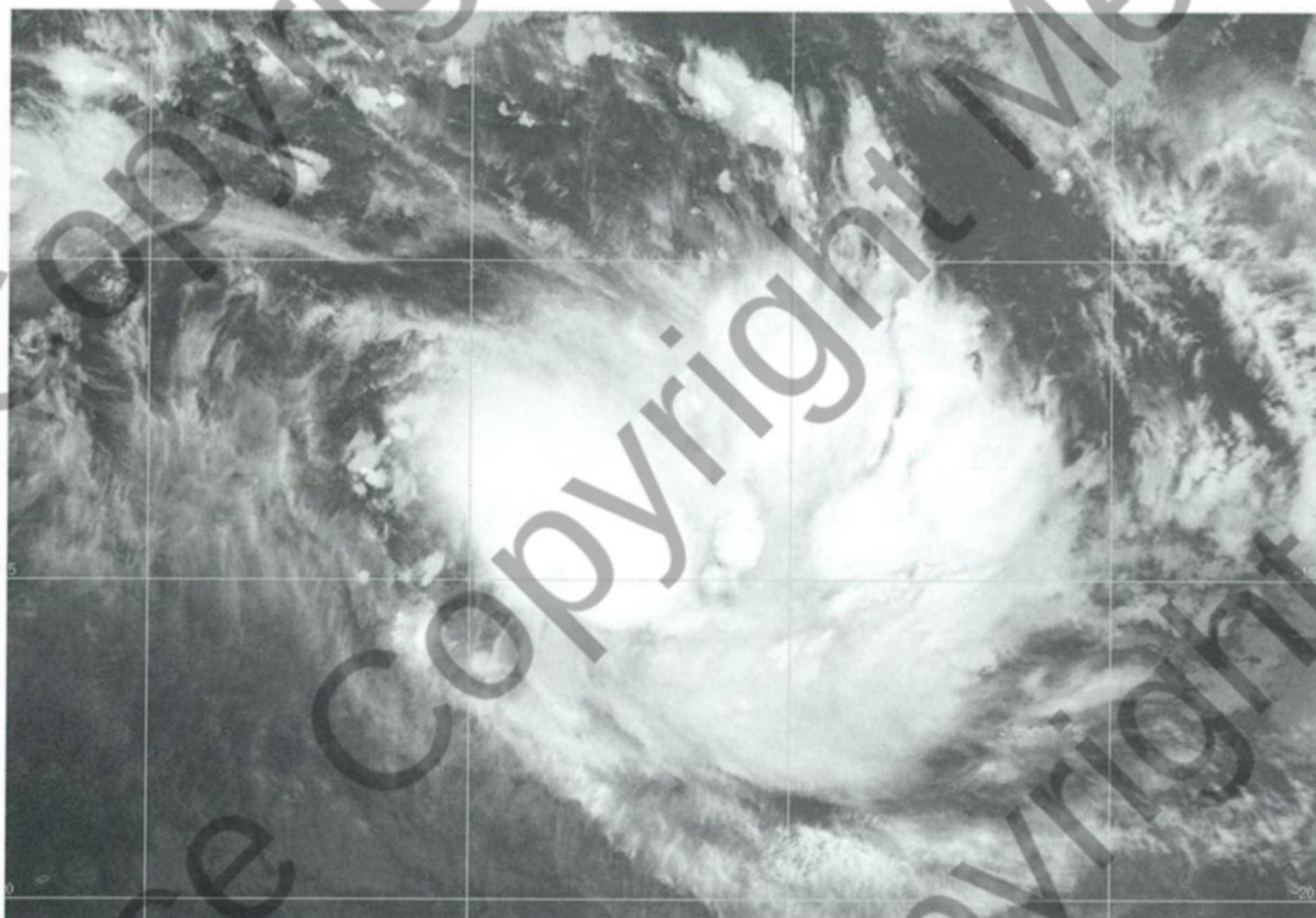
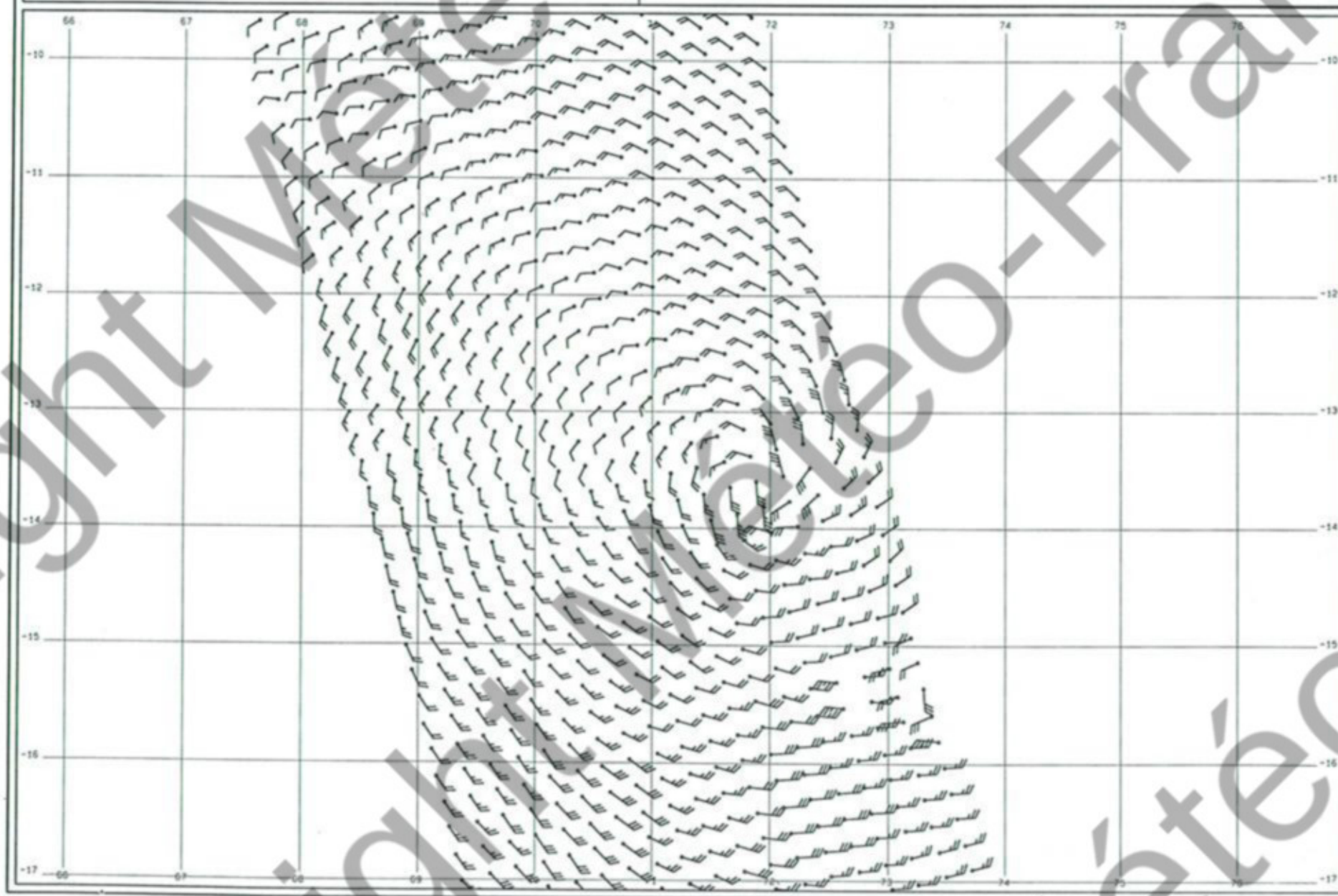


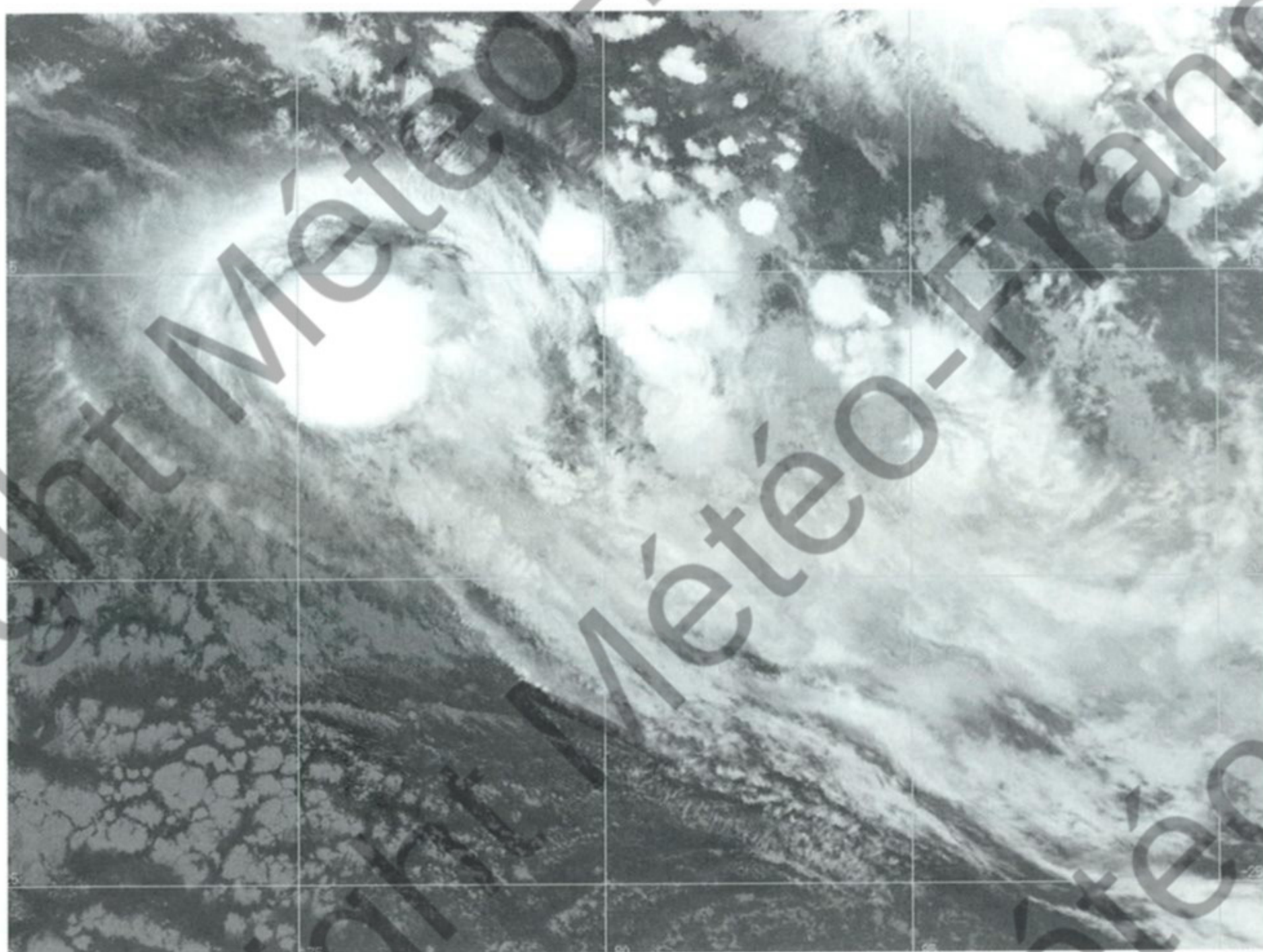
EVOLUTION DU NOMBRE T (DE DVORAK) DE 6 HEURES EN 6 HEURES
6 - HR T NUMBER (DVORAK) EVOLUTION



GEMMA (le 07/04/98 à 1813 utc)

DIRECTION REGIONALE DE METEO-FRANCE POUR LA RÉUNION
vent en mer par satellite ERS
Surface winds over sea derived from ERS





TEMPETE TROPICALE «GEMMA»

Ci-dessus :

LE 10 AVRIL 1998 À 2112 UTC (T 3.0/CI 3.0+)

ORBITE 16894 DU SATELLITE NOAA 14

GEMMA, encore au stade de tempête tropicale modérée, présente ici un spectaculaire arc de cirrus, signature caractéristique de pré-cisaillement. Quelques heures plus tard, le CDO aura disparu, totalement volatilisé sous l'effet du cisaillement.

Page opposée :

LE 07 AVRIL 1998 À 2143 UTC (CI 3.0)

ORBITE 16852 DU SATELLITE NOAA 14

GEMMA, peu après avoir atteint le stade de tempête tropicale modérée. Si l'imagerie satellitaire peut laisser place à interprétation (tout le problème, lors d'une l'analyse DVORAK d'imagerie satellitaire de ce type, résidant dans le fait de déterminer si le CDO est régulier ou irrégulier), les vents dérivés d'une observation du satellite ERS2 (en haut) sont ici sans équivoque : le stade de tempête tropicale modérée a bien été atteint quelques heures auparavant (coup de vent 35 noeuds présent près du centre).

TROPICAL STORM «GEMMA»

Above :

10 APRIL 1998 AT 2112 UTC (T 3.0/CI 3.0+)

SATELLITE NOAA 14 - ORBIT 16894

GEMMA, still at moderate tropical storm intensity, displays here a spectacular bow of cirrus, as a typical signature of pre-shearing conditions. A few hours later, the CDO will disappear, drastically blown out under the effect of the shear.

Opposite page :

07 APRIL 1998 AT 2143 UTC (CI 3.0)

SATELLITE NOAA 14 - ORBIT 16852

GEMMA, a little later having reached the intensity of moderate tropical storm. If interpreting a satellite imagery is somewhat subjective (the main problem, when making a DVORAK analysis of such a picture, being to determine whether the CDO is regular or not), the winds derived from a swath of satellite ERS2 (above) are in this case an objective element of decision : the threshold of moderate tropical storm intensity had really been crossed a few hours earlier (gale force winds 35 knots near the centre).

TERMINOLOGIE

utilisée pour la classification des systèmes dépressionnaires tropicaux dans le Sud-Ouest de l'Océan Indien

A Terminology used for classification of tropical depressions in the South West Indian Ocean

Le terme générique de "perturbation tropicale" est le plus usité pour désigner un quelconque système dépressionnaire tropical évoluant sur la zone de responsabilité du Centre des Cyclones Tropicaux de LA REUNION (bassin cyclonique du Sud-Ouest de l'Océan Indien).

• **ZONE PERTURBEE :**

zone où la pression est basse par rapport au voisinage et où les amas nuageux ne présentent pas de véritable organisation.

• **PERTURBATION TROPICALE :**

zone dépressionnaire d'échelle synoptique non accompagnée d'un système frontal, prenant naissance au-dessus des eaux tropicales et présentant une convection renforcée et une circulation tourbillonnaire dans laquelle les vents n'excèdent pas 27 nœuds (50 km/h, force 6 Beaufort).

• **DEPRESSION TROPICALE :**

dans un tel système, la convection est organisée et la circulation cyclonique caractérisée. Les vents, près du centre, sont compris entre 28 et 33 nœuds (51 à 62 km/h, grand frais, force 7 Beaufort).

• **TEMPETE TROPICALE MODEREE :**

dans un tel système, les vents, près du centre, sont compris entre 34 et 47 nœuds (63 à 88 km/h, coup de vent ou fort coup de vent, force 8 ou 9 Beaufort).

• **FORTE TEMPETE TROPICALE :**

dans un tel système, les vents, près du centre, sont compris entre 48 et 63 nœuds (89 à 117 km/h, tempête ou forte tempête, force 10 ou 11 Beaufort).

• **CYCLONE TROPICAL**

dans un tel système, les vents, près du centre, sont compris entre 64 et 89 nœuds (118 à 165 km/h, ouragan, force 12 Beaufort).

It is worth noting that the generic term of "tropical disturbance" remains the more commonly used for the designation of any tropical system in the South-West Indian Ocean basin.

• **ZONE OF DISTURBED WEATHER**

A zone in which the pressure is low relative to the surrounding region and there are cloud masses which do not appear to be organized.

• **TROPICAL DISTURBANCE**

A non-frontal synoptic-scale low pressure area originating over tropical waters with enhanced convection and/or some indications of cyclonic wind circulation (wind estimated to be not exceeding 50 km/h, wind force 6 in the Beaufort scale).

• **TROPICAL DEPRESSION**

A non-frontal synoptic-scale low pressure area originating over tropical waters with organized convection and definite cyclonic wind circulation in which the maximum of the average wind speed is estimated to be in the range 51 to 62 km/h (28 to 33 knots, wind force 7 in the Beaufort scale).

• **MODERATE TROPICAL STORM**

A tropical storm in which the maximum of the average wind speed is estimated to be in the range 63 to 88 km/h (34 to 47 knots, wind force 8 or 9 in the Beaufort scale).

• **SEVERE TROPICAL STORM**

A tropical storm in which the maximum of the average wind speed is estimated to be in the range 89 to 117 km/h (48 to 63 knots, wind force 10 or 11 in the Beaufort scale).

• **TROPICAL CYCLONE**

A tropical storm in which the maximum of the average wind speed is estimated to be in the range of 118 to 165 km/h (64 to 89 knots, wind force 12 in the Beaufort scale).

• **CYCLONE TROPICAL INTENSE**

dans un tel système, les vents, près du centre, sont compris entre 90 et 115 nœuds (166 à 212 km/h).

• **CYCLONE TROPICAL TRES INTENSE**

dans un tel système, les vents, près du centre, sont supérieurs à 115 nœuds (212 km/h).

• **DEPRESSION EXTRA TROPICALE**

zone dépressionnaire d'échelle synoptique se trouvant hors de la zone tropicale.

• **DEPRESSION SUBTROPICALE**

système hybride présentant au cours de son existence des caractéristiques tantôt des systèmes dépressionnaires tropicaux, tantôt des systèmes dépressionnaires de type polaire.

Sur le Sud-Ouest de l'océan Indien, la genèse de ce type de dépression est régulièrement observée sur le Sud du canal de MOZAMBIQUE.

NB : Dans cette classification, les vitesses de vent données sont définies comme étant les vitesses du vent moyennées sur 10 minutes.

• **INTENSE TROPICAL CYCLONE**

A tropical storm in which the maximum of the average wind speed is estimated to be in the range of 166 to 212 km/h (90 to 115 knots).

• **VERY INTENSE TROPICAL CYCLONE**

A tropical storm in which the maximum of the average wind speed is estimated to exceed 212 km/h (115 knots).

• **EXTRA-TROPICAL DEPRESSION**

A synoptic scale low pressure area outside of the tropics.

• **SUBTROPICAL DEPRESSION**

An hybrid system having during its life some characteristics which could belong to both tropical and extra-tropical depressions.

In the South West Indian Ocean, the genesis of such system is regularly observed over the South of MOZAMBIQUE channel.

NB : In this classification mean wind speed is the mean over ten minutes.



PERTURBATION TROPICALE «D2»

LE 24 FEVRIER 1998 À 2243 UTC (CI 2.0)

ORBITE 16260 DU SATELLITE NOAA 14

Le minimum de D2 se situe à 160 km à l'ouest de LA REUNION, où des pluies localement diluviennes vont s'abattre en cette fin de nuit du 24 au 25 (on va relever jusqu'à 255 mm de précipitations en 3 heures dans le cirque de SALAZIE). Les sommets des cumulonimbus atteignent le sommet de la troposphère (températures des sommets nuageux à -85°C sur cette image), au sein de l'amas orageux d'intense convection situé, comme c'est souvent le cas, à l'est du minimum dans le courant de nord à nord-ouest. Parallèlement, le passage du minimum de D2 dans le sud-ouest proche de l'île, va s'accompagner de vents forts, atteignant les 100 km/h en rafales sous les grains et avec les accélérations générées par le relief. Pour l'évolution de D2, voir aussi les pages 37 et 71.

TROPICAL DISTURBANCE «D2»

24 FEBRUARY 1998 AT 2243 UTC (CI 2.0)

SATELLITE NOAA 14 - ORBIT16260

The minimum of D2 is centred 160 km to the west of LA REUNION, where local torrential rainfall will occur at the end of this night of 24 to 25th (with a maximum of 255mm of rain recorded in 3 hours inside the cirque of SALAZIE). The cumulonimbus climbed to the tropopause (temperatures of the tops of the clouds at -85°C on this image), within this thundery cluster of intense convection situated, as often in this type of situation, east of the minimum, in the northerly to northwesterly circulation. In the same time, the passage of the minimum of D2 to the nearest southwest of the island, will give strong winds, gusting to 100 km/h in the squalls and with the accelerations generated by the orography. For the evolution of D2 see also pages 37 and 71.

INFORMATIONS

satellitaires et techniques d'analyse *Interpretation of satellite imagery*

L'absence de reconnaissance aérienne et le nombre très limité d'observations conventionnelles font de l'imagerie satellitaire, l'outil de base de la surveillance cyclonique dans le Sud-Ouest de l'océan Indien.

A LA RÉUNION, celle-ci repose essentiellement, pour l'instant, sur l'exploitation des images des satellites à défilement de la série américaine TIROS.

Les données du satellite indien INSAT n'étant pas disponibles, le Sud-Ouest de l'océan Indien reste, en effet, le seul bassin cyclonique au monde dont la couverture par un satellite géostationnaire n'est pas assurée en totalité. Les données du satellite géostationnaire européen METEOSAT sont acquises au Centre depuis fin 1996 grâce à une station primaire de réception (PDUS). Des images en haute résolution sont ainsi reçues en direct toutes les 1/2 heures mais elles ne permettent qu'une surveillance de la zone comprise à l'ouest de 60 degrés est et principalement du canal de MOZAMBIQUE.

Durant cette saison, le Centre qui dispose depuis novembre 1990 d'une station de réception et de traitement haute résolution (High Resolution Picture Transmission), station ayant fait en 1995 l'objet d'une refonte complète et, depuis décembre 1991, d'une station APT "numérisé" (doublée en novembre 1993), a donc exploité essentiellement les images des satellites américains NOAA12 et NOAA14 (ce dernier à partir de janvier 1995). Concrètement, 2 à 6 images par jour ont ainsi pu être acquises sur les systèmes dépressionnaires évoluant dans la zone, suivant :

- la distribution des orbites de ces différents satellites,
- l'éloignement par rapport à LA RÉUNION des perturbations suivies.

Pour les perturbations évoluant sur la bordure est de la zone, aucune acquisition ne fut possible certains jours (les images du satellite japonais GMS transmises toutes les 3 heures sur le canal 2 de METEOSAT permettant seules, alors, d'en suivre l'évolution).

Par ailleurs, les données du satellite européen ERS (European

Due to the fact that aircraft reconnaissance is lacking and conventional observations very limited, it is obvious that satellite imagery is the most important tool for maintaining cyclone watch in the South West Indian Ocean.

In LA REUNION, satellite imagery from the polar orbiting American satellites of TIROS series is the main source of data for the time being.

Since data from the Indian satellite INSAT are not available in the region in real time, the South West Indian Ocean is the only cyclone basin in the world which is not monitored totally by a geostationary satellite. Data from the European Geostationary satellite are received at the centre since the end of 1996 thanks to a primary reception station (PDUS). So direct access to high resolution pictures is available every half-hour, but only the area West of longitude 60°E and more specifically the MOZAMBIQUE Channel, is covered.

During this season, the RSMC has been operating a HRPT Station which was installed in November 1990, but which was the subject of a complete overhaul in 1985, as well as 2 APT stations with digital facilities which was installed respectively in December 1991 and November 1993.

Essentially, the imageries from the American satellites NOAA 12 and 14 (from January 1995) have been used. This means that 2 to 6 pictures were received daily for all the depressions which formed in the region, depending on :

- *the orbits of the satellites*
- *the distance from La Reunion of the depressions.*

For the depressions located near the the eastern boundary of the Region, it was not possible to receive HRPT pictures on certain days and the GMS pictures which are transmitted every 3 hours on the channel 2 of METEOSAT (WEFAX) were, in that case, the only possibility for the RSMC to monitor their evolution.

Besides, the winds data derived from the European satellite ERS (European Remote Sensing Satellite) are received daily at the RSMC in LA REUNION. When

Remote Sensing Satellite) sont reçues en routine au Centre des Cyclones Tropicaux de LA REUNION. Lorsqu'elles sont disponibles, les observations de vents de surface (force et direction) recueillies, grâce à ce satellite, dans un système dépressionnaire tropical, apportent des renseignements objectifs précieux sur la position du centre (en particulier dans le cas des systèmes cisailés) et l'étendue du grand frais et du coup de vent.

Toutefois, ce satellite n'est pas un satellite opérationnel mais un satellite expérimental. En particulier, l'étroitesse de la zone d'acquisition est loin d'assurer une couverture terrestre suffisante au vu des besoins opérationnels en matière de suivi de cyclones.

TECHNIQUE D'ANALYSE SATELLITALE UTILISEE :

La méthode d'identification des perturbations tropicales à partir des images satellites utilisée par le Centre est, depuis 1982, celle basée sur la technique développée par Vernon F. DVORAK (cette technique remplaçant à cette date celle de Vincent J. OLIVER utilisée précédemment).

On rappelle que la technique de DVORAK est basée sur l'étude des configurations et des caractéristiques des formations nuageuses associées aux systèmes dépressionnaires. Un certain nombre de schémas types ont été établis qui déterminent des types courants de développement des perturbations tropicales. Différents paramètres des formations nuageuses sont pris en compte ; par exemple l'importance des bandes nuageuses spiralées, le diamètre et l'aspect de la masse nuageuse centrale, le diamètre et le degré d'inclusion de l'œil, le degré de cisaillement, etc. Cette analyse et la prise en compte de l'évolution passée de la perturbation permettent de classer celle-ci sur une échelle d'intensité. Un nombre "CI" (pour "Current Intensity") lui est attribué qui permet d'apprécier la vitesse maximale du vent près du centre ainsi que la pression minimale au niveau de la mer. L'échelle d'intensité de DVORAK est non linéaire. Elle classe les perturbations de CI 1.0 à CI 8.0 par pas de 1/2. Les intensités inférieures ou égales à 4.5 correspondent à des dépressions ou des tempêtes tropicales ; celles supérieures ou égales à 5.0 à des cyclones tropicaux. Les valeurs 7.0 à 8.0 sont réservées à des cyclones de très forte intensité.

Les paramètres pression minimale au niveau de la mer, vents moyens sur 1 et 10 minutes maximaux et rafales maximales ainsi que les avis correspondants à chacun des nombres CI, sont groupés sur le graphique ci-après.

available over a tropical disturbance monitored by the RSMC, these data (direction and speed of the wind) are of great interest because they provide valuable objective information on the position of the surface centre (particularly interesting in the case of sheared systems) and on the extent of the near gale force and gale force winds around the centre (the system is not able to analyse the high speed winds of the core).

However this satellite is not an operational satellite but an experimental one. In particular, the narrowness of its swath is far too small to allow a daily full coverage of the earth and, by way of consequence, of the South West Indian Ocean what is clearly insufficient considering the operational needs of the RSMC.

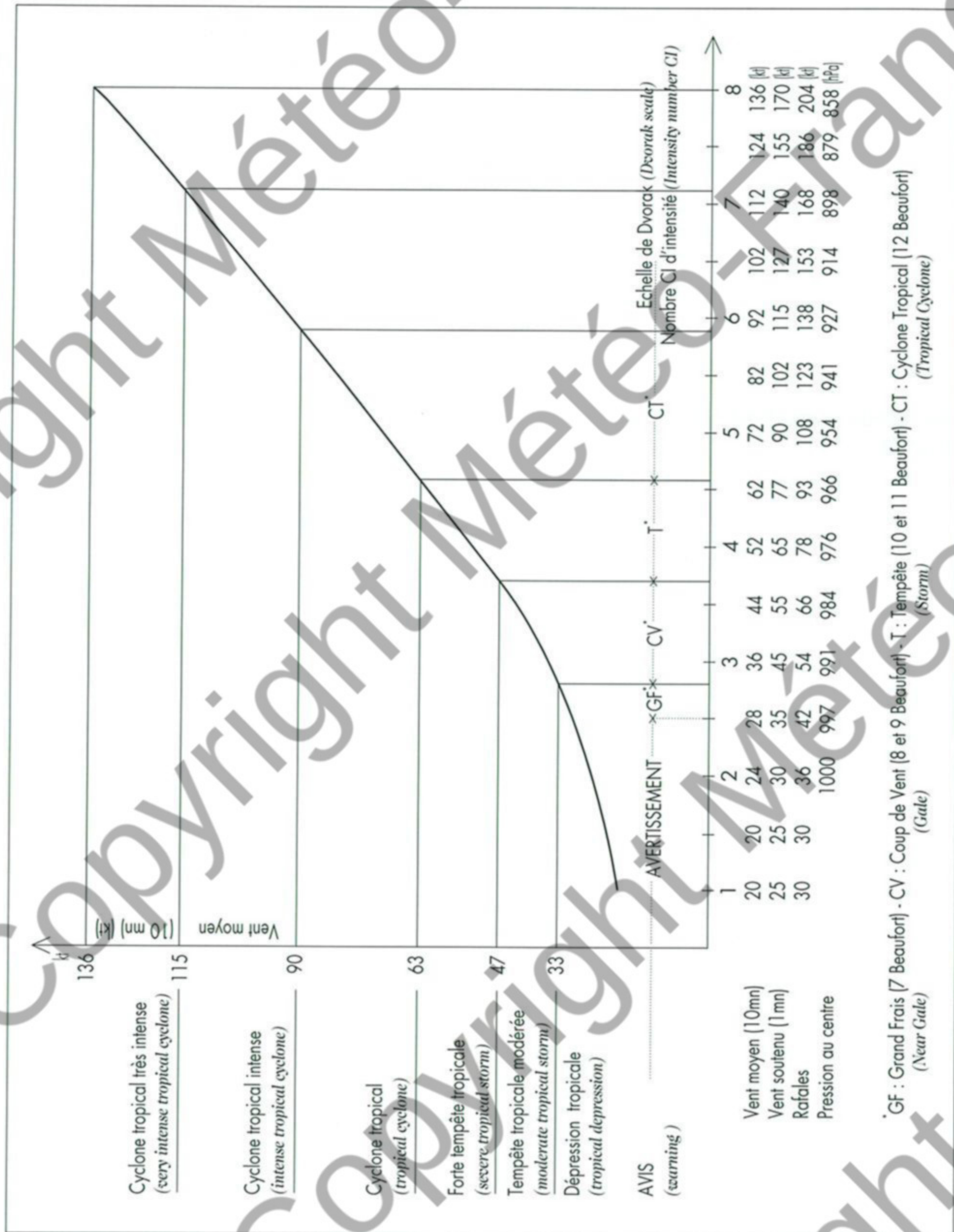
TECHNIQUES USED FOR SATELLITE INTERPRETATION :

Since 1982, the method of classification of tropical disturbances used by the Centre is the technique developed by Vernon F. Dvorak (this technique has replaced the one developed by Vincent J. Oliver which was in use previously).

It is noted that the Dvorak technique is based on the cloud features and distribution around the depressions. Several cloud patterns have been established which determined the most common intensification stages of tropical disturbances.

Several cloud parameters are considered, for example the size of the spiral bands, the diameter and appearance of the central cloud mass, the diameter and the embedded distance of the eye, the degree of shear, etc. This analysis compared to that of previous pictures makes it possible to classify the depression on an intensity scale. A current intensity number (C.I.) is allocated to that depression which gives an indication of the maximum wind speed and lowest mean sea level pressure. The intensity scale of Dvorak is nonlinear. It classifies depressions on the scale from CI 1.0 to CI 8.0 in steps of half a number. Intensities of 4.5 or less are for tropical depressions or storms, those of 5.0 or more are for tropical cyclones. The numbers 7.0 to 8.0 are specifically for very intense cyclones.

The parameters - maximum sea level pressure, maximum mean wind over one and 10 minutes and maximum gusts as well as the category of warnings for each CI number - are presented in the diagram that follows.



Classification des perturbations météorologiques adoptée aux fins de son utilisation dans la partie de la Région I comprenant le Sud-Ouest de l'océan Indien.
CLASSIFICATION OF TROPICAL DISTURBANCES USED IN THE SOUTH WEST INDIAN OCEAN.

NOTE EXPLICATIVE

Explanatory note

L'étude de chaque perturbation s'attache à décrire les conditions de sa formation puis de son évolution, ainsi que l'influence qu'elle a pu avoir sur les régions habitées de la zone.

Le texte est illustré par un certain nombre de documents de base :

1 - une carte de la trajectoire :

- afin de mieux mettre en valeur chacune des trajectoires le fond de la carte est variable.
- les positions sont portées de 6 heures en 6 heures (sous forme d'un rond noir à 00 UTC et d'un rond blanc à 06, 12 et 18 UTC) ;
- le tracé de la trajectoire diffère en fonction du stade d'évolution de la perturbation et, pour plus de précision, les changements d'intensité sur l'échelle de DVORAK apparaissent également.

2 - une image satellitale ou une composition de plusieurs images ;

3 - l'évolution du nombre T (de DVORAK) sous forme graphique (de 6 en 6 heures).

The study of each depression aims at describing the conditions during formation and during development as well as its effect on the inhabited regions of the zone.

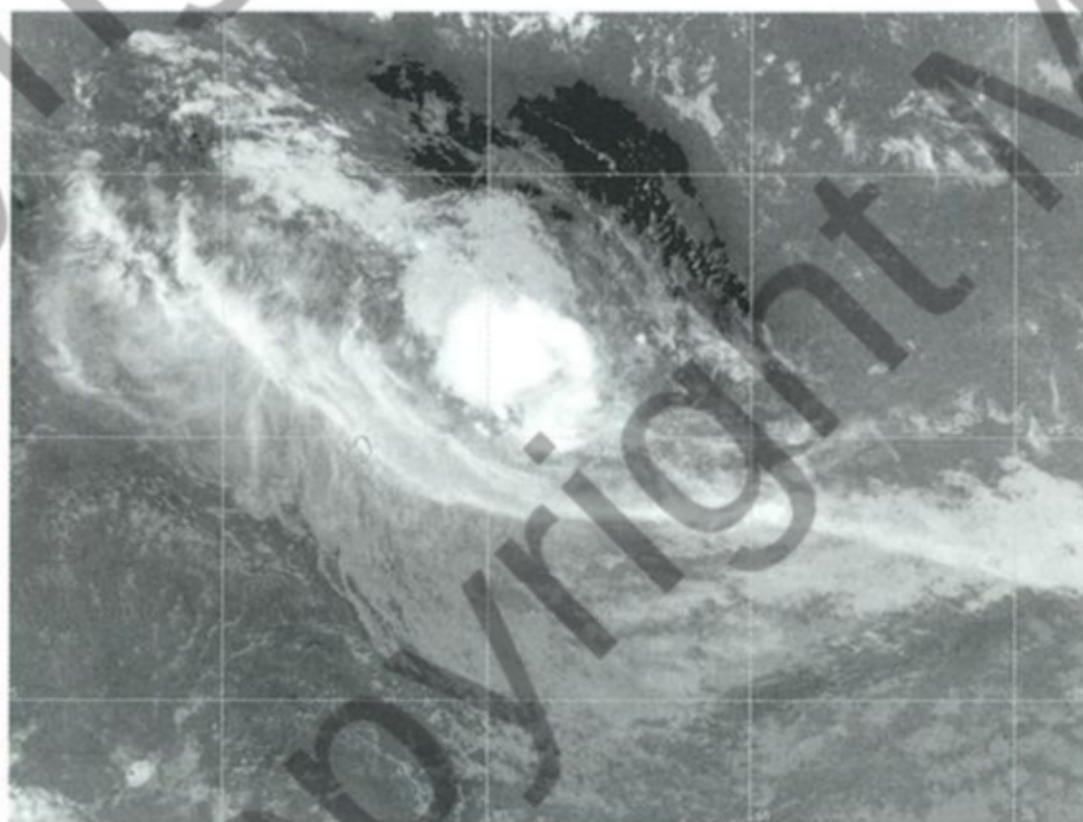
The text is accompanied by several illustrations.

1. A map showing the trajectory

- In order that the trajectories may come out well the latitude and longitude grids have been made variable.
- The positions are given at 6 hourly intervals (a black dot for 00 U.T. and a white dot for 06, 12 and 18 U.T.).
- The plotting of the trajectory differs for each stage of development of the disturbance and for better accuracy the changes in intensity as given by the Dvorak Scale are also indicated.

2. A satellite picture or a composite of several images.

3. A graph with the 6-hr T number (DVORAK) evolution.



DEPRESSION TROPICALE «FIONA»

LE 17 MARS 1998 À 2213 UTC (T 2.0+/CI 2.5)

ORBITE 16556 DU SATELLITE NOAA 14

FIONA, au sud de RODRIGUES, demeure un système faible. Noter la présence, dans le sud-ouest de l'amas convectif, d'un rouleau de cirrus (bifide au nord-est de l'île MAURICE) de plusieurs centaines de kilomètres de long, matérialisant l'existence d'un courant-jet d'altitude, qui sera à l'origine du cisaillement de la dépression le surlendemain (voir images page 48).

TROPICAL DEPRESSION «FIONA»

17 MARCH 1998 AT 2213 UTC (T 2.0+/CI 2.5)

SATELLITE NOAA 14 - ORBIT 16556

FIONA, to the south of RODRIGUES, remains a weak system. Notice the presence, to the southwest of the cluster, of a band of cirrus of several hundreds kilometers width (bifid to the northeast of MAURITIUS), which is the cloud signature of the existence of an upper jet-stream, that will be responsible for the shear of the depression on the 19th (see pictures page 48).

Noms de baptême des tempêtes et cyclones (saison 1998/1999)

Tropical storms and cyclones names for the 1998/1999 Season

Liste des noms à utiliser pour désigner les tempêtes tropicales et cyclones tropicaux dans le Sud-Ouest de l'océan Indien pour la saison cyclonique 1998/1999 (liste établie par le Service Météorologique des SEYCHELLES) :

List established by the Meteorological Service of SEYCHELLES for the naming of tropical storms and cyclones of the South-West Indian Ocean during the 1998/1999 Season :

**ALDA
BIRENDA
CHIKITA
DAVINA
EVRINA
FRANCINE
GENILA
HELVETIA
IRINA
JOCYNTHA
KRISTINA
LINA
MARSIA
NAOMIE
ORACE
PATRICIA
RITA
SHIRLEY
TINA
VERONIQUE
WILVENIA
YASTRIDE**



DEPRESSION TROPICALE «A1»

LES 20 JANVIER 1998 À 1554 UTC (CI 2.5)
ORBITE 34729 DU SATELLITE NOAA 12 (en haut)
ET 21 JANVIER 1998 À 1531 UTC (CI 2.5+)
ORBITE 34743 DU SATELLITE NOAA 12 (en bas)

En haut : A1 est ressortie en mer depuis quelques heures après son long périple sur le MOZAMBIQUE. Le système est quasiment dénué de convection et inanalysable par la technique de Dvorak. Mais l'allure déjà bien constituée du vortex nuageux traduit l'existence d'une circulation dépressionnaire affirmée, où les vents atteignent à cet instant le grand frais.

En bas : 24 heures plus tard, A1 atteint son maximum d'intensité, à la limite supérieure du stade de dépression tropicale. La convection s'est développée rapidement mais demeure à l'est du minimum dépressionnaire (matérialisé en bordure ouest par les enroulements nuageux de basses couches), subissant l'influence d'un cisaillement de nord-ouest, pour l'heure modéré.

TROPICAL DEPRESSION «A1»

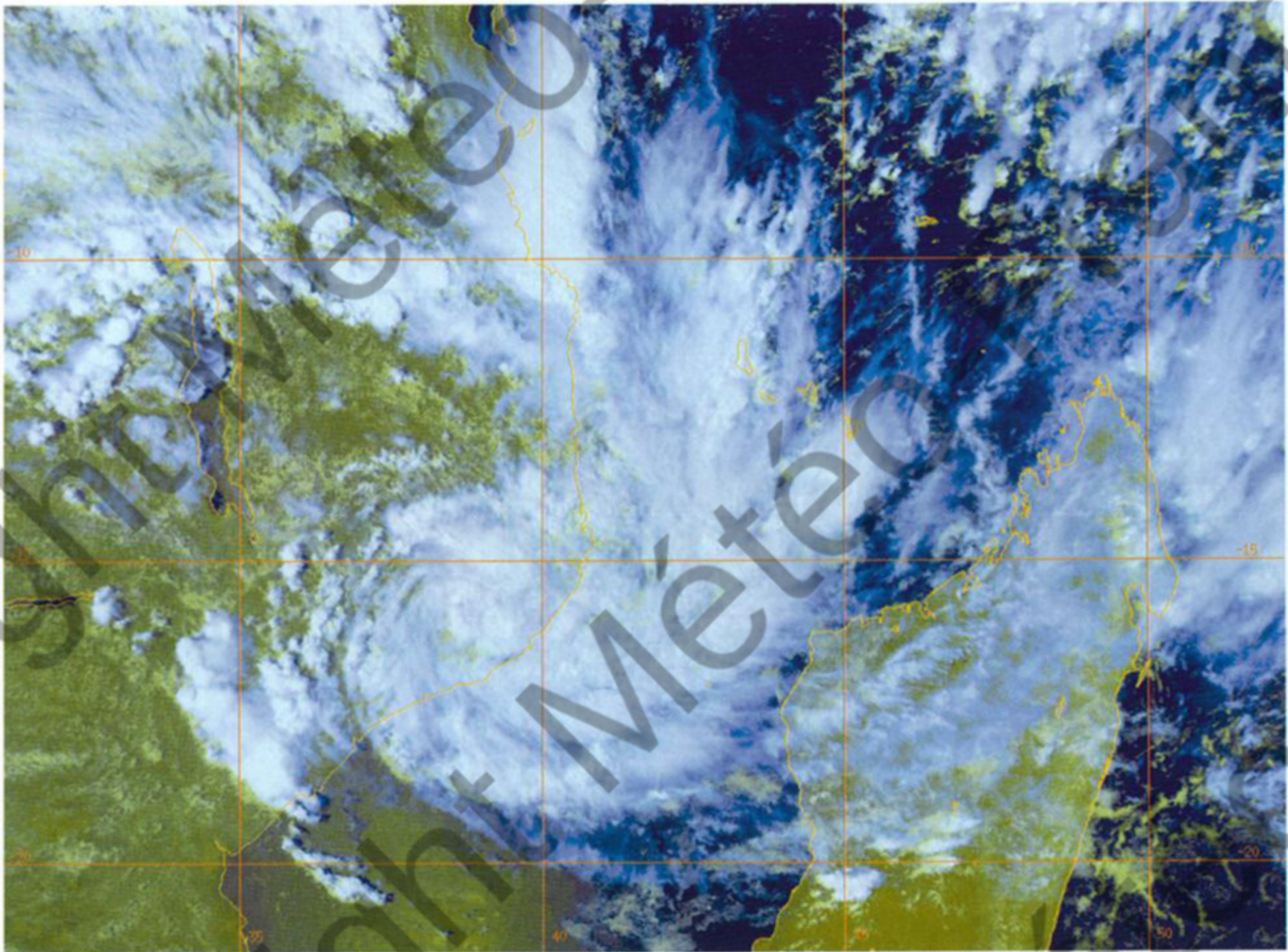
20 JANUARY 1998 AT 1554 UTC (CI 2.5)
SATELLITE NOAA 12 - ORBIT 34729 (above)
AND 21 JANUARY 1998 AT 1531 UTC (CI 2.5+)
SATELLITE NOAA 12 - ORBIT 34743 (below)

Above : A1, after its long travel over the lands of MOZAMBIQUE, has come back to sea a few hours earlier. This is a case where the Dvorak technique does not apply for estimating the intensity of such a system. Almost void of any convection, the cloud vortex is however yet well displayed, indicating the existence of a marked cyclonic circulation, with associated winds reaching at this time near gale force.

Below : 24 hours later, A1 has reached its peak intensity, at the upper stage of a tropical depression. The convection has built rapidly, but remains east of the low-level circulation (clearly depicted on its western side by the bands of low-level clouds), for undergoing a northwesterly shear, hitherto moderate.

Sélection d'images satellitaires de la saison

Selection of satellite pictures of the season



DEPRESSION TROPICALE «A1»

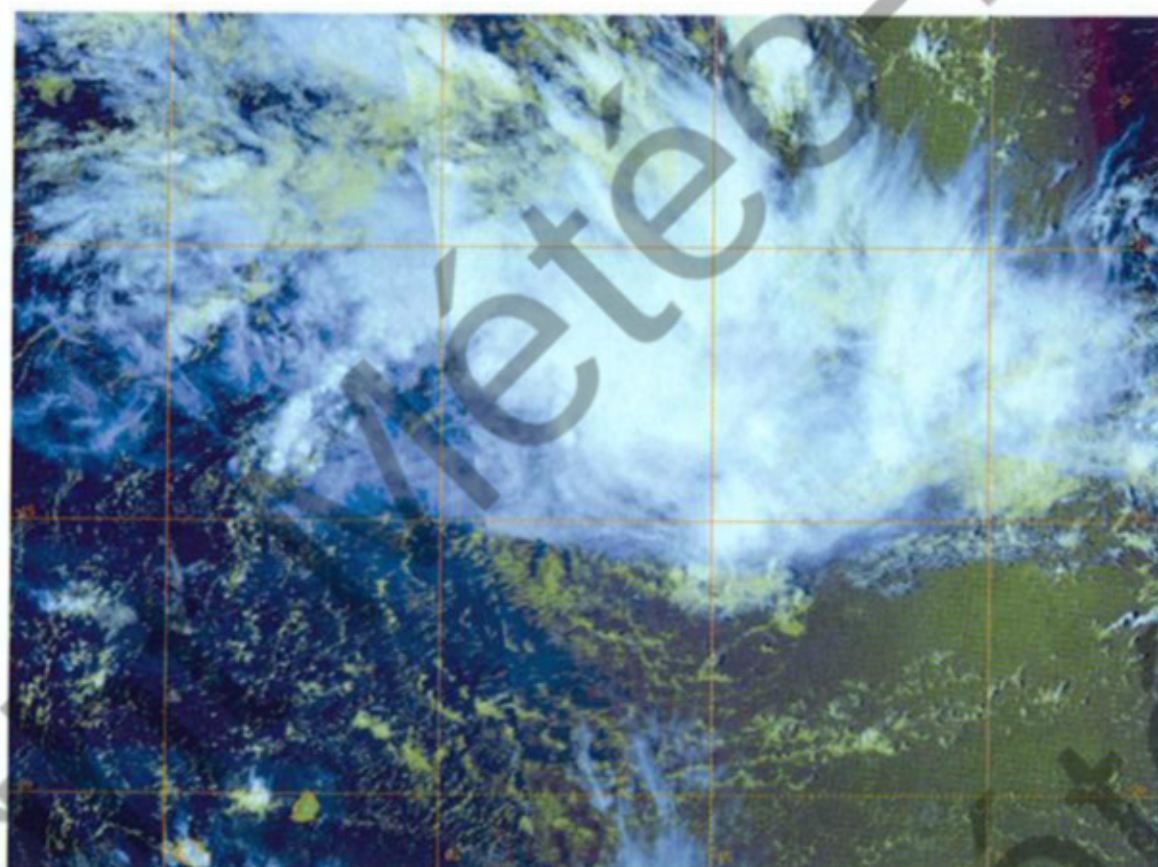
LE 17 JANVIER 1998 À 1147 UTC (SUR TERRE)
ORBITE 15718 DU SATELLITE NOAA 14

Le centre de A1, a « atterri » quelques heures plus tôt sur la côte mozambicaine. La circulation dépressionnaire apparaît encore bien organisée autour du centre. Les bandes incurvées s'étendent loin au nord et au nord-est dans l'alimentation de mousson et intéressent encore les COMORES, qui n'en ont pas tout à fait fini avec les pluies (image à rapprocher de celle prise 24 heures avant et figurant à la page 18), ainsi que le littoral sud tanzanien. A noter sur la partie gauche de l'image, la présence bien visible des lacs MALAWI (en haut) et CABORA BASSA (à l'extrême gauche) sur le ZAMBEZE.

TROPICAL DEPRESSION «A1»

17 JANUARY 1998 AT 1147 UTC (INLAND)
SATELLITE NOAA 14 - ORBIT 15718

The centre of A1 has landed a few hours earlier on the mozambican coast. The cyclonic circulation displayed on this picture, still looks pretty well organized around the centre. The curved bands extends quite far off the central low area to the north and to the northeast. So that these monsoon feeder bands, are still affecting the COMOROS, which have not completely got it over with the rains (for comparison refer to the picture acquired 24 hours before and displayed page 18), and the southern tanzanian shoreline as well. Note otherwise the clearly visible presence of lake MALAWI (above) and lake CABORA BASSA (extreme left) on the ZAMBEZI.

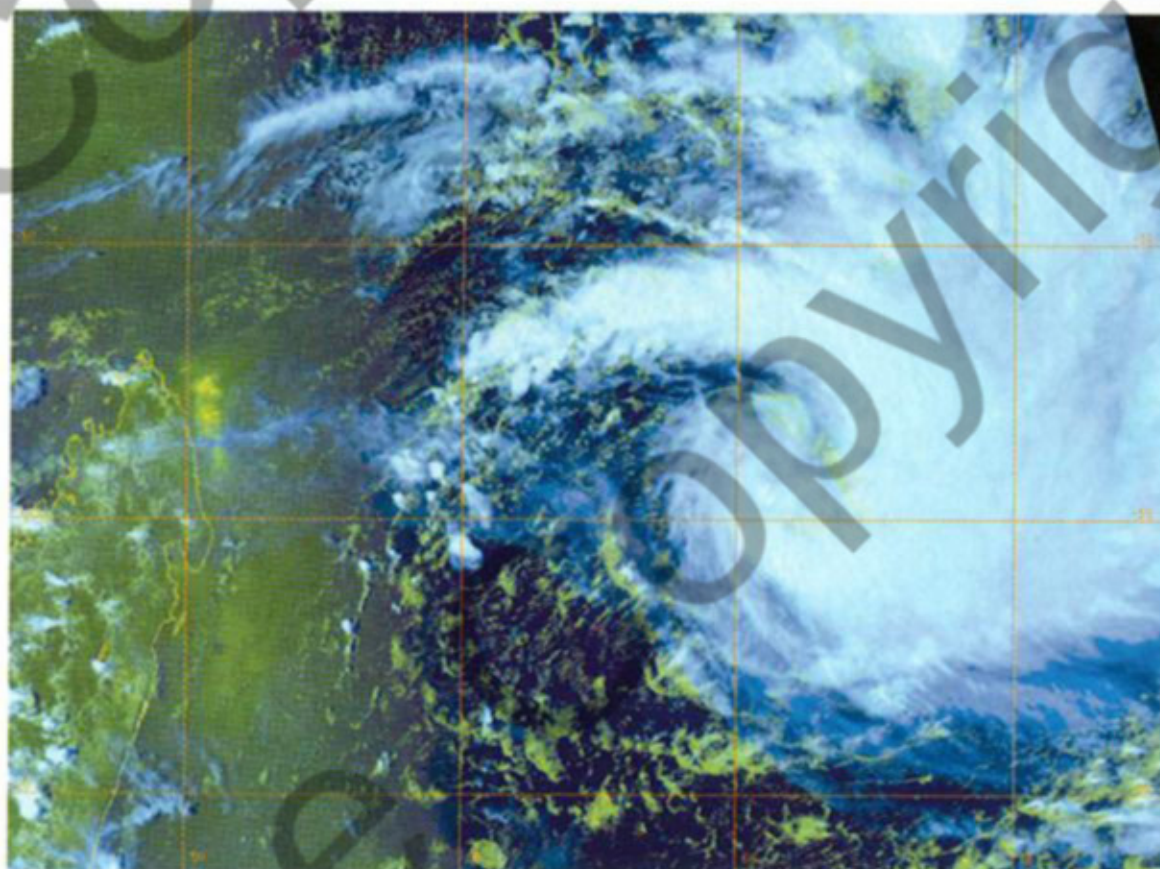
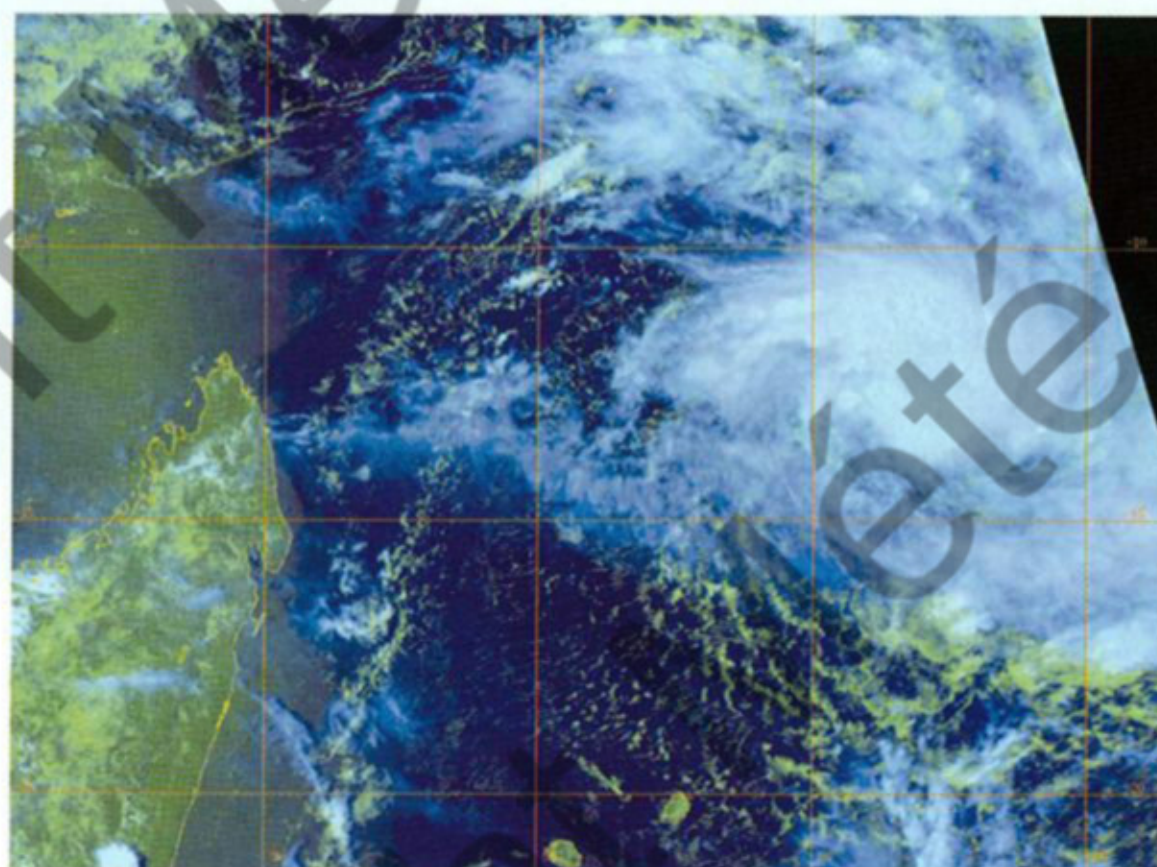


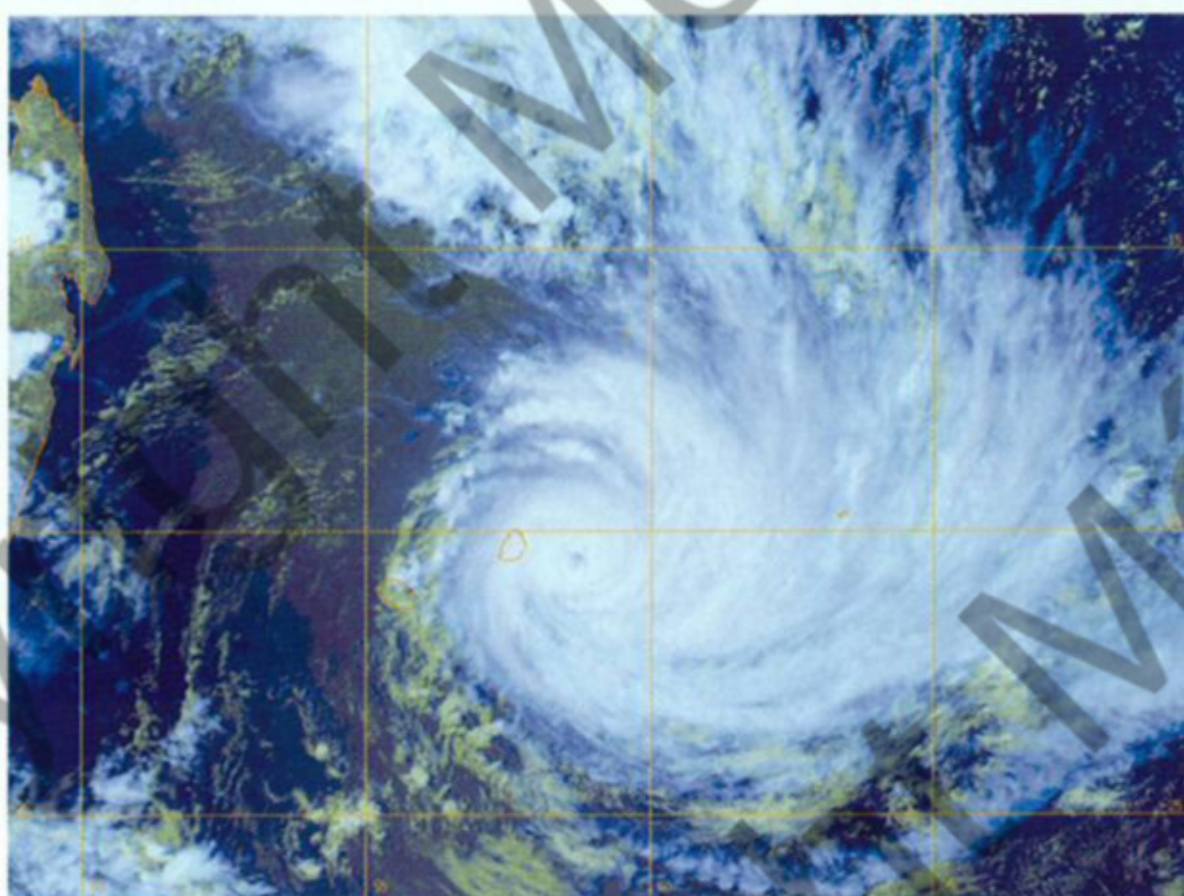
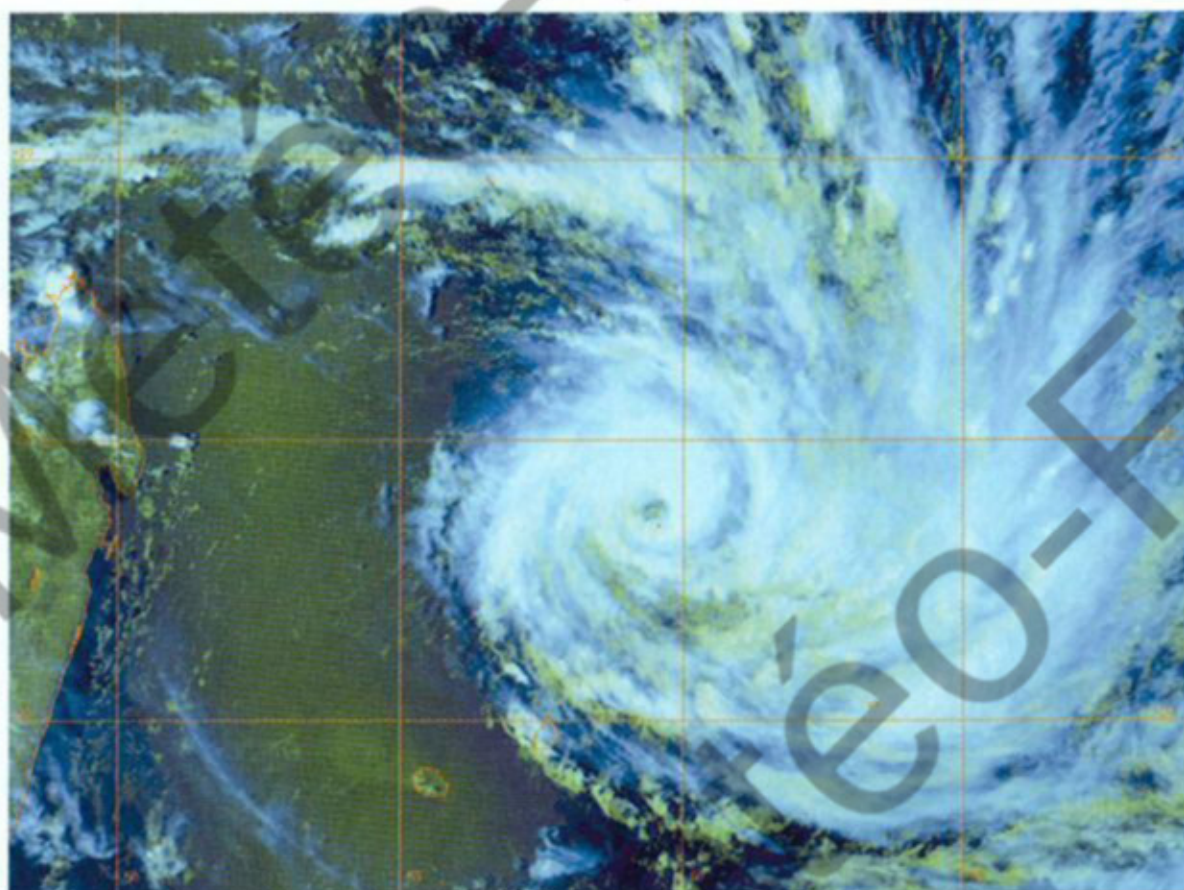
CYCLONE TROPICAL «ANACELLE»

LES 07 FEVRIER 1998 À 0936 UTC (CI 2.0)
 ORBITE 16013 DU SATELLITE NOAA 14 (en haut)
 08 FEVRIER À 1105 UTC (CI 2.5+)
 ORBITE 16028 DU SATELLITE NOAA 14 (au milieu)
 ET 09 FEVRIER 1998 À 1054 UTC (CI 3.5)
 ORBITE 16042 DU SATELLITE NOAA 14 (en bas)
 COMPOSITION COLORÉE
 (OBTENUE À PARTIR DES CANAUX VISIBLE ET INFRAROUGE)

TROPICAL CYCLONE «ANACELLE»

07 FEBRUARY 1998 AT 0936 UTC (CI 2.0)
 SATELLITE NOAA 14 - ORBIT 16013 (above)
 08 FEBRUARY 1998 AT 1105 UTC (CI 2.5+)
 SATELLITE NOAA 14 - ORBIT 16028 (in the middle)
 AND 09 FEBRUARY 1998 AT 1054 UTC (CI 3.5)
 SATELLITE NOAA 14 - ORBIT 16042 (below)
 COLOURED COMPOSITION
 (OF VISIBLE AND INFRA-RED CHANNELS)





CYCLONE TROPICAL «ANACELLE»

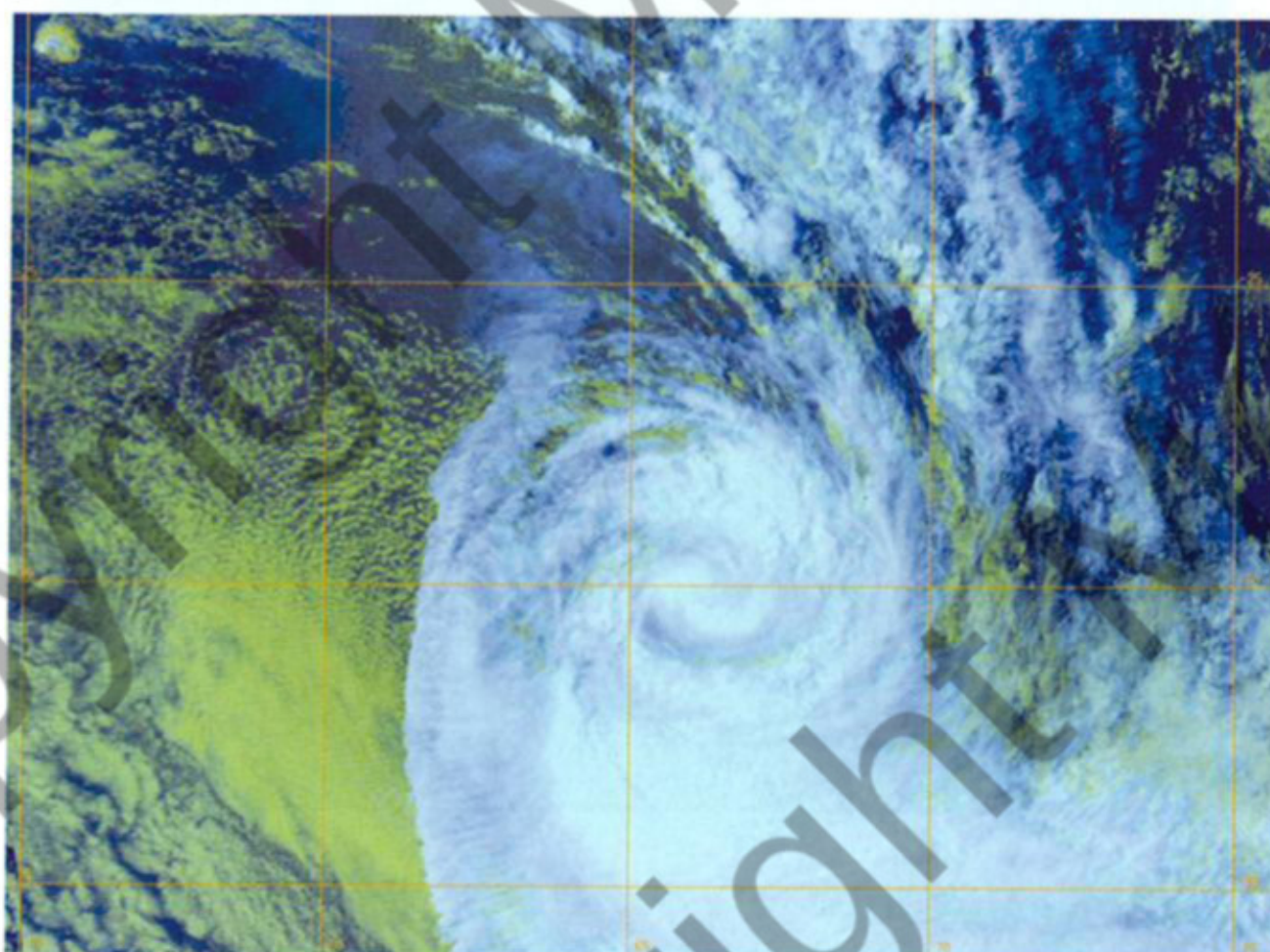
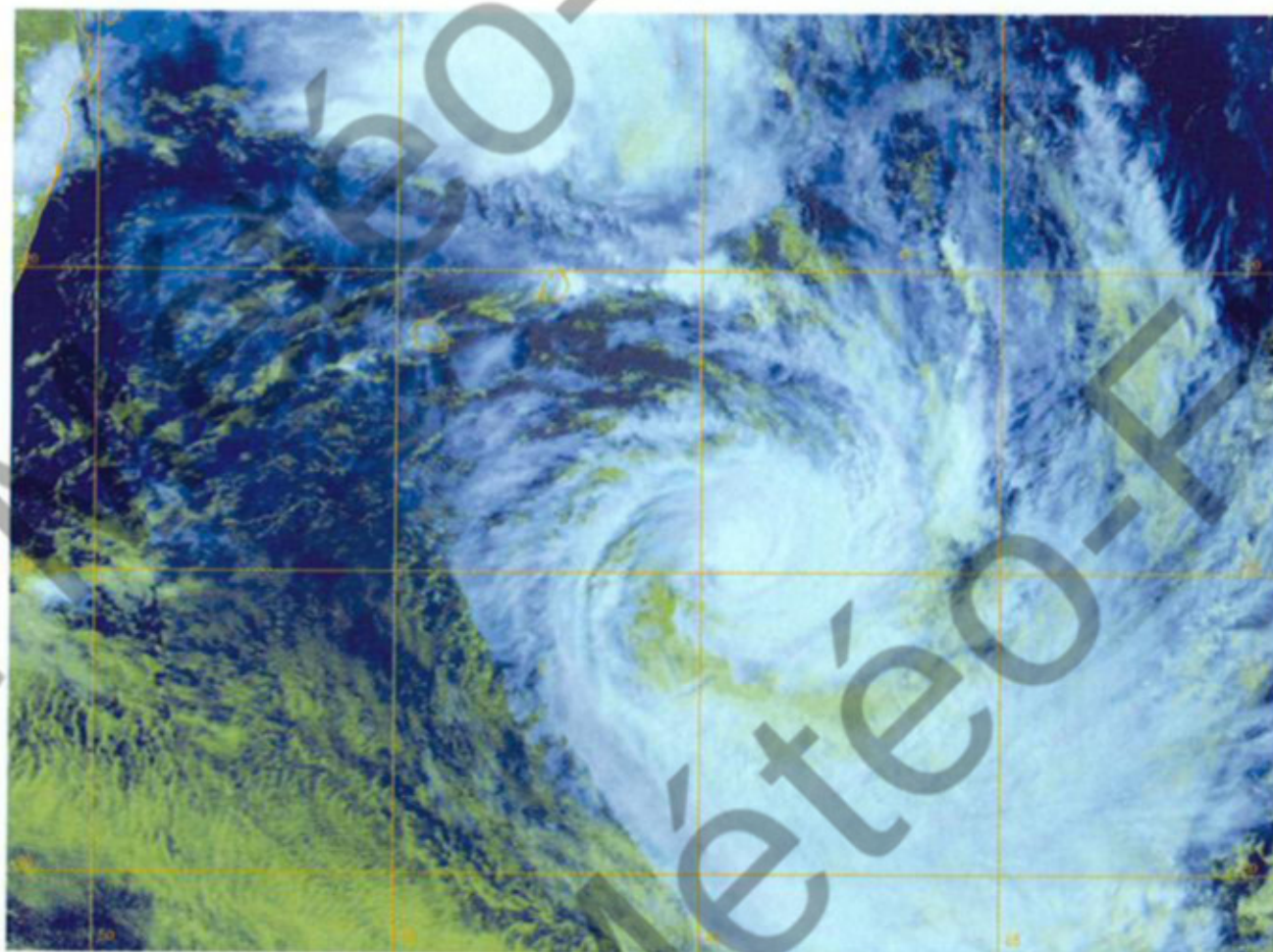
LES 10 FEVRIER 1998 À 1043 UTC (CI 4.5+)
ORBITE 16056 DU SATELLITE NOAA 14 (en haut)
ET 11 FEVRIER 1998 À 1032 UTC (CI 5.0+)
ORBITE 16070 DU SATELLITE NOAA 14 (en bas)
COMPOSITION COLORÉE
(OBTENUE À PARTIR DES CANAUX VISIBLE ET INFRAROUGE)

Sur cette page et la précédente, est présentée l'évolution d'ANACELLE, à raison d'une image par jour, comme exemple d'une évolution classique d'une perturbation atteignant son maximum d'intensité, au stade cyclonique, en cinq jours. La cyclogenèse d'ANACELLE débute réellement le 6 février (se reporter, pour cette situation initiale, à la photo de couverture, où est visible l'embryon de la future ANACELLE). Cinq jours plus tard, le 11, ANACELLE est un cyclone mature. Les différentes images montrent les configurations nuageuses successives prises tout au long de cette phase d'intensification, de l'amas nuageux encore englobé au sein de la ZCIT jusqu'à la structure à œil, en passant par la bande incurvée (le 9). Enfin, si l'on regarde l'évolution jour par jour des intensités (CI), on constate que, en l'occurrence, cette intensification ne s'est pas opérée de manière linéaire.

TROPICAL CYCLONE «ANACELLE»

10 FEBRUARY 1998 AT 1043 UTC (CI 4.5+)
SATELLITE NOAA 14 - ORBIT 16056 (above)
AND 11 FEBRUARY 1998 AT 1032 UTC (CI 5.0+)
SATELLITE NOAA 14 - ORBIT 16070 (below)
COLOURED COMPOSITION
(OF VISIBLE AND INFRA-RED CHANNELS)

On these two pages, is presented the evolution of ANACELLE, at the rate of one picture per day, as an example of a classical development of a tropical system reaching its maximum intensity, at the stage of a tropical cyclone, in five days. The cyclogenesis of ANACELLE actually began on 6th February (refer, for this initial situation, to the picture on the cover of this book, where is visible the future ANACELLE in embryo). Five days later, on the 11th, ANACELLE is a mature tropical cyclone. The different pictures show the successive cloud patterns displayed during this phase of intensification, starting from the cluster still embedded within the ITCZ, going on through the curved band of the 9th, to end with the eye. At last, it should be noticed that, in this case, intensification was not linear (see the evolution of the current intensity CI).



CYCLONE TROPICAL «ANACELLE»

LES 12 FEVRIER 1998 À 1021 UTC (T 4.0-/CI 4.5-)

ORBITE 16084 DU SATELLITE NOAA 14 (en haut)

ET 13 FEVRIER 1998 À 1010 UTC (T 3.0-/CI 3.5-)

ORBITE 16098 DU SATELLITE NOAA 14 (en bas)

COMPOSITION COLORÉE

(OBTENUE À PARTIR DES CANAUX VISIBLE ET INFRAROUGE)

Après la phase de développement du début de vie d'ANACELLE, présentée aux deux pages précédentes, figure ici la phase de dégénérescence d'ANACELLE et sa fin d'existence dans le domaine tropical, si ce n'est sa fin de vie réelle, puisqu'ANACELLE connaîtra ensuite une seconde vie aux latitudes tempérées. On notera sur ces deux images, la structure nuageuse assez particulière prise à mesure de l'affaiblissement, caractéristique d'un système en phase de transition extra-tropicale, c'est-à-dire d'un système n'ayant pas encore totalement perdu ses caractéristiques de système tropical à cœur chaud, mais qui évolue déjà dans un environnement barocline.

TROPICAL CYCLONE «ANACELLE»

12 FEBRUARY 1998 AT 1021 UTC (T 4.0-/CI 4.5-)

SATELLITE NOAA 14 - ORBIT 16084 (above)

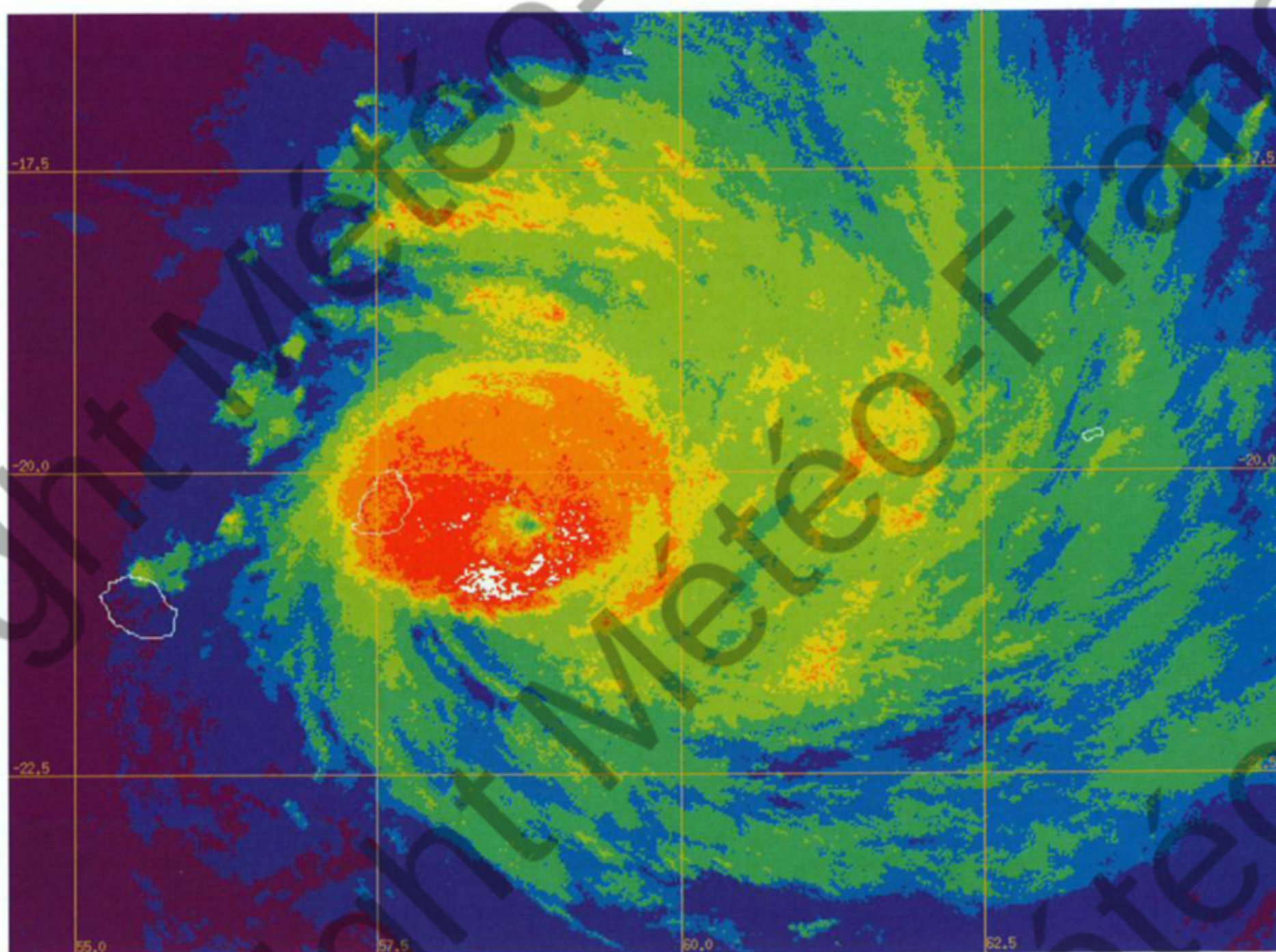
AND 13 FEBRUARY 1998 AT 1010 UTC (T 3.0-/CI 3.5-)

SATELLITE NOAA 14 - ORBIT 16098 (below)

COLOURED COMPOSITION

(OF VISIBLE AND INFRA-RED CHANNELS)

After the development phase of the first days of ANACELLE's lifetime, presented in the two preceding pages, here is the degenerating phase of ANACELLE and the end of its lifetime in the tropical waters, if not its final end, since ANACELLE will have a second life in the temperate latitudes. It should be noticed on these two images, the rather special feature displayed during this weakening phase by the cloud structure, which was characteristic of a system in an extra-tropical transition phase, i.e. of a system that had not yet entirely lost its tropical structure of warm core, but which was evolving yet in a baroclinic environment.



CYCLONE TROPICAL «ANACELLE»

LE 11 FEVRIER 1998 À 1032 UTC (CI 5.0+)

ORBITE 16070 DU SATELLITE NOAA 14

CANAL INFRAROUGE. PALETTE DE COULEURS LIÉES AUX TEMPÉRATURES (UTILISÉE POUR L'ANALYSE DES CYCLONES TROPICAUX).

ANACELLE vient tout juste de passer au plus près de l'île MAURICE (à un peu plus de 100 km à l'est), et atteint le point culminant de son intensité. L'oeil est irrégulier et en partie recouvert par des nuages élevés (température au centre relativement peu chaude).

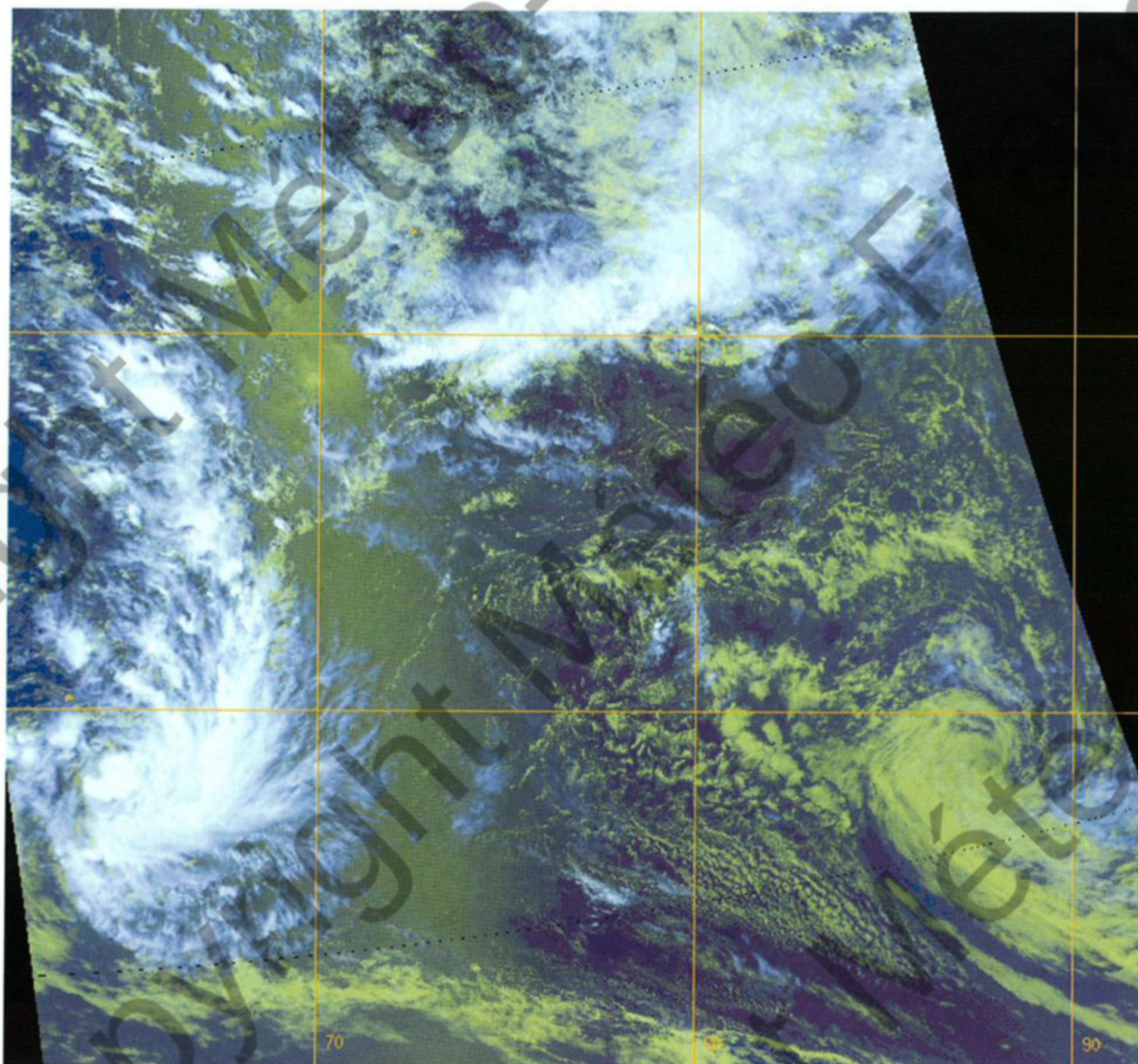
TROPICAL CYCLONE «ANACELLE»

11 FEBRUARY 1998 AT 1032 UTC (CI 5.0+)

SATELLITE NOAA 14 - ORBIT 16070

INFRA-RED CHANNEL. COLOURS SET OF TEMPERATURES (USED FOR TROPICAL CYCLONES INTENSITY ANALYSIS).

ANACELLE has just passed to its closest distance from MAURITIUS (at a little more than 100 km to the east), when it reaches peak intensity. The eye is irregular and covered by upper level clouds (temperature of the centre not very warm).



DEPRESSION TROPICALE «D1»

LE 16 FEVRIER 1998 À 0938 UTC (CI 2.5-)

ORBITE 16140 DU SATELLITE NOAA 14

COMPOSITION COLORÉE

(OBTENUE À PARTIR DES CANAUX VISIBLE ET INFRAROUGE)

D1, en début de vie, atteint le tout premier stade de la dépression tropicale, à environ 250 km au sud-sud-est de l'île RODRIGUES. Tête-bêche, et à quelque 2400 km plus à l'est, la dépression résiduelle de l'ex-cyclone tropical VICTOR (qui sera rebaptisée peu après du nom de CINDY par le Service Météorologique de MAURICE), est, au contraire, en fin de vie (T 1.5/CI 2.0), et ne subsiste plus que sous la forme d'un vortex de nuages bas, exempt de toute convection, contrairement à D1.

TROPICAL DEPRESSION «D1»

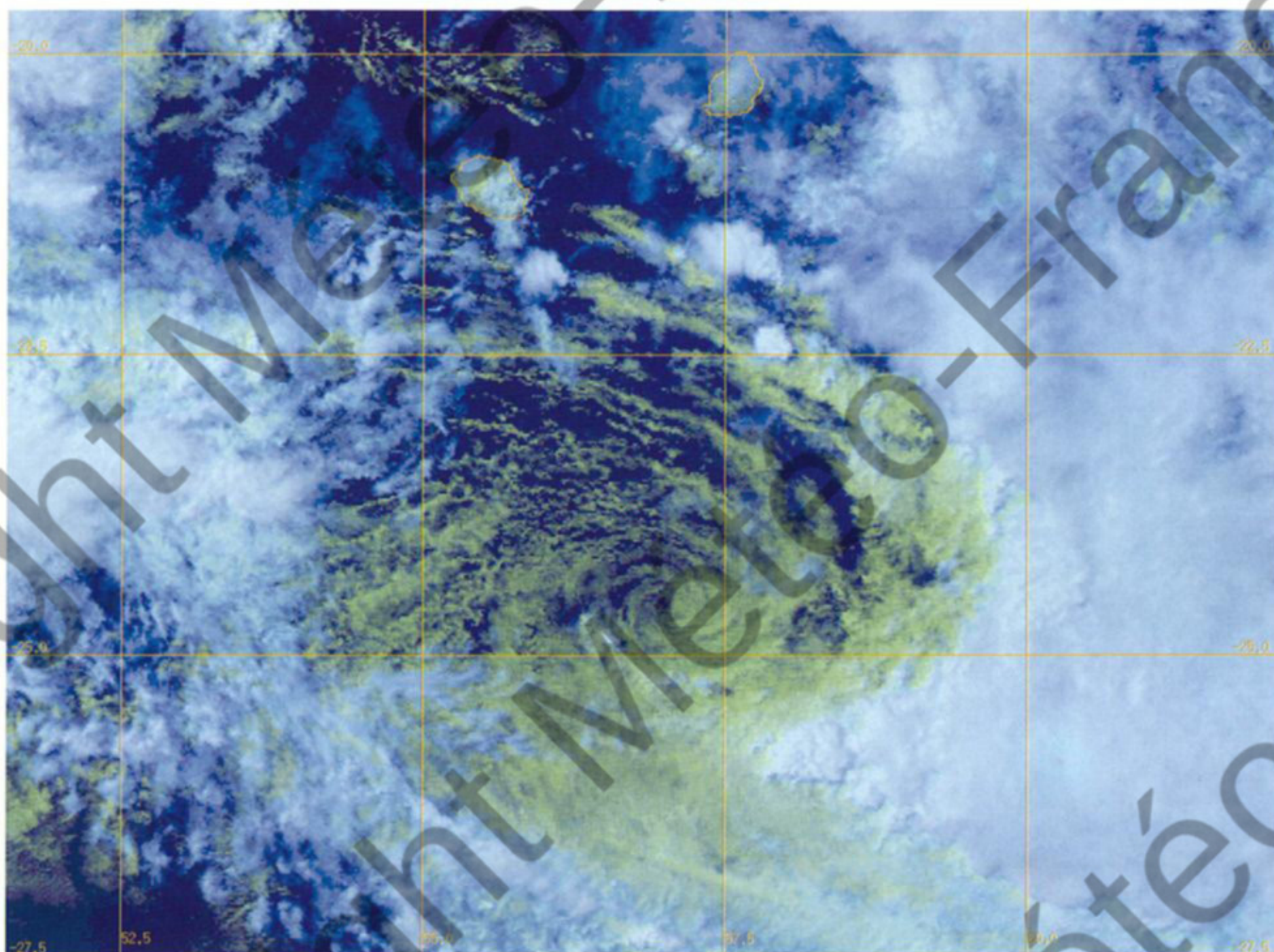
16 FEBRUARY 1998 AT 0938 UTC (CI 2.5-)

SATELLITE NOAA 14 - ORBIT 16140

COLOURED COMPOSITION

(OF VISIBLE AND INFRA-RED CHANNELS)

D1, in early times of its lifetime, reaches the very first stage of tropical depression intensity, at approximately 250 km to the south-southeast of the island of RODRIGUES. Head to tail, and some 2400 km to the east, the residual low of ex-tropical cyclone VICTOR (which will be soon renamed CINDY by the Meteorological Service of MAURITIUS), on the contrary, is about to end its life (T 1.5/CI 2.0), and just remains in the form of a vortex of low-level clouds, totally void of any convection, unlike D1.



PERTURBATION TROPICALE «D2»

LE 26 FEVRIER 1998 À 1108 UTC (T 2.0/CI 2.0+)

ORBITE 16282 DU SATELLITE NOAA 14

COMPOSITION COLORÉE

(OBTENUE À PARTIR DES CANAUX VISIBLE ET INFRAROUGE)

Joli tourbillon cisailé pour D2 au sud des MASCAREIGNES. Les îles de LA REUNION et de MAURICE sont désormais sorties des masses nuageuses actives associées à la perturbation, et à l'origine de fortes pluies les jours précédents (voir images pages 37 et 57).

TROPICAL DISTURBANCE «D2»

26 FEBRUARY 1998 AT 1108 UTC (T 2.0/CI 2.0+)

SATELLITE NOAA 14 - ORBIT 16282

COLOURED COMPOSITION

(OF VISIBLE AND INFRA-RED CHANNELS)

Nice sheared vortex for D2 to the south of the MASCARENES. The islands of LA REUNION and of MAURITIUS have now got rid of the active cloud masses associated to the disturbance, and that have been responsible for the heavy rainfalls observed the previous days (see images of pages 37 and 57).

Imprimerie GRAPHICA
Saint-André
Dépôt légal n° 1749
Janvier 1999

PRIX DE VENTE : 150 F TTC

PHOTOGRAPHIES :

1^{ERE} DE COUVERTURE : **Une saison peu active dans le Sud-Ouest de l'océan Indien**

LE 06 FEVRIER 1998 À 0947 UTC

ORBITE 15999 DU SATELLITE NOAA 14

COMPOSITION COLORÉE (OBTENUE À PARTIR DES CANAUX VISIBLE ET INFRAROUGE)

Des systèmes dépressionnaires temporairement multiples, mais d'intensité généralement faible : ainsi pourrait-on résumer cette saison cyclonique. Cette image satellitale, prise au cœur de la saison, en constitue une bonne illustration. On peut distinguer respectivement : sur MADAGASCAR, les nuages associés à la dépression sur terre de la future BELTANE ; au nord-est des MASCAREIGNES, les prémices de la future ANACELLE ; et enfin, au sud de 30°S, un système subtropical.

A CYCLONE SEASON OF LOW ACTIVITY IN THE SOUTH WEST INDIAN OCEAN

06 FEBRUARY 1998 AT 0947 UTC

SATELLITE NOAA 14 - ORBIT 15999

COLOURED COMPOSITION (OF VISIBLE AND INFRA-RED CHANNELS)

TROPICAL SYSTEMS TEMPORARILY COEXISTING SEVERALS, BUT AT GENERALLY WEAK INTENSITY : SO COULD BE SUMMARIZED THIS CYCLONE SEASON.

THIS SATELLITE PICTURE, ACQUIRED DURING THE USUALLY MOST ACTIVE PERIOD OF THE SEASON, ILLUSTRATES THIS QUITE WELL. ARE VISIBLE : OVER MADAGASCAR, THE CLOUDS ASSOCIATED WITH THE INLAND LOW OF FUTURE BELTANE ; TO THE NORTHEAST OF THE MASCARENES, THE INITIAL DISTURBANCE OF FUTURE ANACELLE ; AND, LASTLY, TO THE SOUTH OF LATITUDE 30°S, A SUBTROPICAL SYSTEM.

4^{EME} DE COUVERTURE : **« Etude pendant un ouragan »**

lithographie de A.Roussin - (Album de LA REUNION - Océan Editions)

« STUDY DURING A CYCLONE »

LITHOGRAPHY FROM A.ROUSSIN

ISBN : 2-9511665-2-4



**METEO
FRANCE**

DIRECTION INTERRÉGIONALE DE LA RÉUNION