

ORGANISATION MÉTÉOROLOGIQUE MONDIALE
DOCUMENT TECHNIQUE

OMM/TD-N° 577

PROGRAMME CONCERNANT LES CYCLONES TROPICAUX

Rapport N° TCP-12

**PLAN D'OPÉRATIONS CONCERNANT
LES CYCLONES TROPICAUX
DANS LE SUD-OUEST DE L'OCÉAN INDIEN**

Édition 2010



SECRÉTARIAT DE L'ORGANISATION MÉTÉOROLOGIQUE MONDIALE
GENÈVE - SUISSE

©2010, Organisation météorologique mondiale

NOTE

Les appellations employées dans cette publication et la présentation des données qui y figurent n'impliquent de la part du Secrétariat de l'Organisation météorologique mondiale aucune prise de position quant au statut juridique des pays, territoire, ville ou zones, ou de leurs autorités, ni quant au tracé de leurs frontières ou limites.

TABLE DES MATIÈRES

	<u>Page</u>
Introduction	iv
CHAPITRE I – GÉNÉRALITÉS	I-1
1.1 Introduction	I-1
1.2 Terminologie utilisée dans le sud-ouest de l'océan Indien	I-1
1.2.1 Termes équivalents (terminologie effectivement utilisée)	I-1
1.2.2 Signification des termes utilisés dans le cadre des échanges internationaux dans le sud-ouest de l'océan Indien	I-3
1.3 Unités utilisées dans les échanges internationaux	I-5
1.4 Classification des perturbations tropicales dans le secteur sud-ouest de l'océan Indien de la Région I	I-7
1.5 Désignation des cyclones tropicaux	I-8
Appendice I-A Termes et unités utilisés à des fins nationales	I-A-1
Appendice I-B Modèles de bulletins nationaux d'avis de cyclone	I-B-1
Appendice I-C Lignes directrices pour la détermination des facteurs de conversion Pour les diverses périodes de temps sur lesquelles est calculée la vitesse moyenne du vent des cyclones tropicaux	I-C-1
CHAPITRE II - SYSTÈME ET PROGRAMMES D'OBSERVATION	II-1
2.1 Réseau de stations synoptiques terrestres	II-1
2.1.1 Réseau synoptique de base régional	II-1
2.1.2 Autres réseaux	II-2
2.2 Stations sur navire faisant route	II-2
2.3 Comptes rendus d'aéronef	II-3
2.4 Stations spéciales	II-3
2.4.1 Réseau régional de radars	II-3
2.5 Satellites météorologiques (secteur terrien)	II-4

ii)

2.5.1	APT/WEFAX/HRPT	II-4
2.5.2	Plates-formes de collecte de données (PCD)	II-5

TABLE DES MATIÈRES

	<u>Page</u>
CHAPITRE III - ANALYSE ET PRÉVISION DES CYCLONES TROPICAUX	III-1
3.1 Prévision du déplacement et du changement d'intensité des cyclones tropicaux	III-1
3.1.1 Dispositions régionales	III-1
3.1.2 Activités nationales	III-2
3.2 Prévision des ondes de tempête et de la houle cyclonique	III-3
3.3 Outils des prévisionnistes	III-3
3.4 Nouveau bulletin régulier d'information cyclonique pour le sud-ouest de l'océan Indien	III-3
Appendice III-A Analyse et prévision des cyclones tropicaux	III-A-1
CHAPITRE IV - BULLETINS MÉTÉOROLOGIQUES PRÉLIMINAIRES ET AVIS DE CYCLONES TROPICAUX	IV-1
4.1 Bulletins météorologiques préliminaires concernant les cyclones tropicaux	IV-1
4.2 Avis pour les zones continentales et les eaux côtières	IV-1
4.3 Avis pour la haute mer	IV-2
4.3.1 Zones de responsabilité	IV-2
4.3.2 Forme et contenu des bulletins	IV-2
4.3.3 Horaire de diffusion des bulletins	IV-3
4.3.4 Centres de surveillance des cyclones pour les activités maritimes	IV-3
4.4 Avis pour la navigation aérienne	IV-4
Appendice IV-A Avis pour le public et pour les eaux côtières Pratiques nationales	IV-A-1
Appendice IV-B Bulletins météorologiques préliminaires concernant les cyclones tropicaux diffusés par le Bureau central de prévision (CFO) de Pretoria	IV-B-1

TABLE DES MATIÈRES

	<u>Page</u>
CHAPITRE V - ÉCHANGE D'INFORMATIONS	V-1
5.1 Systèmes de télécommunications	V-1
5.2 Horaire d'échange des bulletins météorologiques préliminaires concernant un cyclone	V-1
Appendice V-A Liste d'adresses et de numéros de téléphone	V-A-1
Appendice V-B Liste des coordinateurs responsables chez les Membres du CCT/CR I	V-B-1
CHAPITRE VI - CONTRÔLE DE LA QUALITÉ DES DONNÉES ET DES ÉCHANGES D'INFORMATIONS	VI-1
6.1 Contrôle de la qualité des données d'observation	VI-1
6.2 Contrôle des échanges d'informations	VI-1
CHAPITRE VII - SERVICES D'INFORMATION SUR LES CYCLONES TROPICAUX	VII-1
Appendice VII-A Jeu mondial de données sur la trajectoire et l'intensité des cyclones tropicaux – Forme de présentation	VII-A-1
Appendice VII-B Rapport sur le passage d'un cyclone tropical	VII-B-1
ANNEXE Centre des cyclones tropicaux de la Réunion	ANNEXE

INTRODUCTION

La mise au point de systèmes nationaux et de systèmes coordonnés à l'échelon régional pour la détection, la surveillance et la prévision des cyclones tropicaux, ainsi que pour la diffusion d'avis, constitue l'un des principaux objectifs du Programme de l'OMM concernant les cyclones tropicaux. Le Comité des cyclones tropicaux dans le sud-ouest de l'océan Indien relevant du CR I a estimé qu'un plan d'opérations permettrait d'améliorer les systèmes en question en renforçant la coordination et en faisant valoir les efforts de coopération dans la région qui lui est propre. Il a également été d'avis qu'un tel plan serait une source précieuse de renseignements pour les services d'exploitation.

Le travail de base ayant été effectué par un groupe d'étude créé à cet effet, le Comité a élaboré, à sa cinquième session (Seychelles, septembre 1981), le présent Plan d'opérations concernant les cyclones tropicaux dans le sud-ouest de l'océan Indien, que l'Association régionale I (Afrique) a adopté à sa huitième session, en novembre 1982.

Le Comité des cyclones tropicaux du CR I revoit le plan d'opérations et le modifie de temps à autre, conformément aux dispositions de la résolution 14 (XI-AR I).

Grâce à la présente publication, le Plan d'opérations concernant les cyclones tropicaux dans le sud-ouest de l'océan Indien est à la disposition de tous les intéressés. Cette nouvelle édition englobe tous les changements apportés au plan jusqu'en 2010 compris, et sa présentation sous forme de feuillets mobiles en facilite la mise à jour.

CHAPITRE I

GÉNÉRALITÉS

1.1 Introduction

Dans le cadre de l'élément régional du Programme de l'OMM concernant les cyclones tropicaux, des groupes de Membres conjuguent leurs efforts pour améliorer leurs systèmes d'avis, afin de réduire les pertes en vies humaines et d'atténuer les dégâts matériels causés par les cyclones tropicaux dans leurs pays respectifs. Dans le sud-ouest de l'océan Indien, ces efforts conjugués sont déployés par l'intermédiaire du Comité des cyclones tropicaux dans le sud-ouest de l'océan Indien du CR I. C'est à ce titre et, plus particulièrement, pour assurer une coordination et une coopération des plus efficaces entre les Membres* concernés de la Région, que le Comité des cyclones tropicaux du CR I a élaboré le présent Plan d'opérations concernant les cyclones tropicaux dans le sud-ouest de l'océan Indien. Ce plan définit les responsabilités, en matière de prévisions et d'avis, de tous les Membres qui coopèrent aux efforts en question. Il expose également les dispositions actuellement en vigueur dans la Région pour la fourniture de données d'observation et l'échange d'informations, et contient des indications sur les pratiques et procédures d'importance régionale. Il est conçu non seulement comme document dans lequel sont consignées les dispositions adoptées sur le plan international, mais aussi comme source précieuse de renseignements pour les services d'exploitation. Les informations sur les pratiques nationales ou d'autres questions qui ne sont pas prises en considération à l'échelon international, mais qui peuvent offrir de l'intérêt pour les services d'exploitation figurent dans des annexes aux différents chapitres et ne font pas partie intégrante du plan.

Le plan décrit par conséquent les systèmes et arrangements coordonnés qui existent à l'échelon international et dont est convenu le Comité des cyclones tropicaux du CR I, afin d'utiliser au mieux les moyens et installations actuellement disponibles pour obtenir le système d'avis de cyclones tropicaux le plus efficace qui soit pour la Région. Le Comité a également établi un plan technique complémentaire énumérant les projets et activités qui visent à développer et à améliorer ce système d'avis. Le plan d'opérations revêt un caractère évolutif et le Comité des cyclones tropicaux du CR I est appelé à le modifier de temps à autre pour qu'il reflète les améliorations apportées au système d'avis du fait que certains objectifs du plan technique auront été atteints ou que le Comité aura réussi à renforcer la coordination dans la Région.

1.2 Terminologie utilisée dans le sud-ouest de l'océan Indien

1.2.1 Termes équivalents (terminologie effectivement utilisée)

	Anglais		Français
	Wind Characteristics		Caractérisation des vents
(i)	Average/mean wind speed (over 10 min)	i)	Vitesse moyenne du vent (sur 10 min.)
(ii)	Sustained wind speed (over 1 min)	ii)	Vitesse du vent soutenu (sur 1 min.)
(iii)	Gust	iii)	Rafale

* Dans le présent plan d'opérations, le terme «Membre» désigne un Membre du Comité des cyclones tropicaux dans le sud-ouest de l'océan Indien.

	Anglais		Français
	Classification of weather disturbances		Classification des perturbations météorologiques
(i)	Low pressure area	i)	Zone dépressionnaire
(ii)	Extra-tropical disturbance	ii)	Dépression extratropicale
(iii)	Sub-tropical disturbance	iii)	Dépression subtropicale
(iv)	Zone of disturbed weather	iv)	Zone perturbée
(v)	Tropical wave	v)	Onde tropicale
(vi)	(Generic term) Tropical disturbance	vi)	(Terme générique) Perturbation tropicale
(vii)	Tropical depression	vii)	Dépression tropicale
(viii)	Moderate tropical storm	viii)	Tempête tropicale modérée
(ix)	Severe tropical storm	ix)	Forte tempête tropicale
(x)	Tropical cyclone	x)	Cyclone tropical
(xi)	Intense tropical cyclone	xi)	Cyclone tropical intense
(xii)	Very intense tropical cyclone	xii)	Cyclone tropical très intense

	Anglais		Français
	Tropical disturbance characteristics		Caractéristiques d'une perturbation tropicale
(i)	Centre	i)	Centre
(ii)	Eye	ii)	Oeil
(iii)	Centre fix	iii)	Position du centre
(iv)	Confidence in the centre position	iv)	Confiance quant à la position du centre
(v)	Direction of movement	v)	Direction du déplacement
(vi)	Speed of movement	vi)	Vitesse de déplacement
(vii)	Storm tide	vii)	Marée de tempête
(viii)	Storm surge	viii)	Onde de tempête

	Anglais		Français
	Marine Warnings		Avis* pour la marine
(i)	Weather warning	i)	Avis météorologiques
(ii)	Near gale warning	ii)	Avis de grand frais
(iii)	Gale warning	iii)	Avis de coup de vent
(iv)	Storm warning	iv)	Avis de tempête
(v)	Hurricane warning	v)	Avis d'ouragan
	Terms related to the warning system		Termes utilisés dans le cadre du système d'avis
(i)	Cyclone advisory	i)	Bulletin météorologique préliminaire concernant un cyclone
(ii)	Cyclone season	ii)	Saison cyclonique

* À Maurice et aux Seychelles, on utilise le terme «avertissement».

1.2.2 Signification des termes utilisés dans le cadre des échanges internationaux dans le sud-ouest de l'océan Indien

Caractérisation des vents:

Vitesse moyenne du vent*: vitesse du vent dont la moyenne a été calculée sur les dix minutes précédentes (dans la classification suivante, la force du vent, telle qu'elle est décrite dans les définitions des différents types de perturbation tropicale, se rapporte, soit aux vents observés sur au moins la moitié de la circulation près du centre, soit aux vents observés sur la quasi-totalité de la circulation dépressionnaire au sein du système).

Vitesse du vent soutenu*: vitesse du vent en surface dont la moyenne a été calculée sur la minute précédente (cette valeur est parfois adoptée comme vitesse moyenne, notamment dans la Région IV).

Rafale*: valeur de pointe instantanée de la vitesse du vent en surface.

Classification des perturbations météorologiques:

Zone dépressionnaire: région de l'atmosphère où les pressions sont inférieures à celles de la région environnante au même niveau et où les masses nuageuses ne présentent pas de véritable organisation.

Dépression extratropicale: zone dépressionnaire d'échelle synoptique se trouvant hors de la zone tropicale ou ancienne dépression tropicale ayant perdu ses caractéristiques tropicales.

Dépression subtropicale: zone dépressionnaire d'échelle synoptique ayant, au cours de son existence, des caractéristiques aussi bien de dépression tropicale que de dépression extratropicale. Dans le sud-ouest de l'océan Indien, on observe régulièrement la genèse de ce type de dépression au-dessus du sud du canal de Mozambique.

Zone perturbée: zone dépressionnaire d'échelle synoptique sans front, prenant naissance dans les régions tropicales ou subtropicales et présentant une convection renforcée et des vents faibles en surface.

Onde tropicale: thalweg ou courbure cyclonique maximale des alizés d'est ou des vents d'ouest équatoriaux. L'onde peut atteindre une amplitude maximale dans la partie inférieure de la troposphère moyenne, ou bien elle peut être la réflexion d'une dépression froide dans la haute troposphère ou d'une extension équatoriale d'un thalweg de latitude moyenne.

Perturbation tropicale: terme générique pour une zone dépressionnaire d'échelle synoptique sans front, prenant naissance au-dessus d'eaux tropicales ou subtropicales et présentant une convection bien organisée et une circulation cyclonique dont la valeur maximale estimative de la vitesse moyenne du vent ne dépasse pas 27 nœuds (soit 50 km/h, force 6 Beaufort).

* Pour convertir les vitesses du vent correspondant à différentes périodes de calcul de la vitesse moyenne (1 min., 2 min., 3 min. et 10 min., par exemple), le Programme concernant les cyclones tropicaux de l'OMM recommande de suivre les directives énoncées dans le supplément 1-C.

Dépression tropicale: perturbation tropicale dont la valeur maximale de la vitesse moyenne du vent est comprise entre 28 et 33 nœuds (soit 51 à 62 km/h, force 7 Beaufort).

Tempête tropicale modérée: perturbation tropicale dont la valeur maximale de la vitesse moyenne du vent est comprise entre 34 et 47 nœuds (soit entre 63 et 88 km/h, force 8 ou 9 Beaufort).

Forte tempête tropicale: perturbation tropicale dont la valeur maximale de la vitesse moyenne du vent est comprise entre 48 et 63 nœuds (soit entre 89 et 117 km/h, force 10 ou 11 Beaufort).

Cyclone tropical: perturbation tropicale dont la valeur maximale de la vitesse moyenne du vent est comprise entre 64 et 89 nœuds (soit entre 118 et 165 km/h, force 12 Beaufort).

Cyclone tropical intense: perturbation tropicale dont la valeur maximale de la vitesse moyenne du vent est comprise entre 90 et 115 nœuds (soit entre 166 et 212 km/h).

Cyclone tropical très intense: perturbation tropicale dont la valeur maximale de la vitesse moyenne maximale du vent dépasse 115 nœuds (soit 212 km/h).

Caractéristiques d'une perturbation tropicale:

Centre de la perturbation tropicale: centre géométrique de l'œil du système nuageux ou, si cet œil n'est pas discernable, centre du système vent/pression.

Œil de la perturbation tropicale: zone plus ou moins dégagée et calme à l'intérieur du mur circulaire de nuages de convection, dont le centre géométrique est le centre de la perturbation tropicale.

Position du centre de la perturbation tropicale: emplacement estimatif du centre de la perturbation tropicale.

Confiance quant à la position du centre: le degré de confiance quant à la position du centre d'une perturbation tropicale est donné par le rayon du plus petit cercle à l'intérieur duquel l'analyse permet de situer le centre.

La position est «bonne» si le rayon est inférieur à 30 milles marins (55 km);

La position est «acceptable» si le rayon est compris entre 30 et 60 milles marins (55 à 110 km);

La position est «médiocre» si le rayon est supérieur à 60 milles marins (110 km).

Direction du déplacement de la perturbation tropicale: direction vers laquelle se déplace le centre de la perturbation tropicale.

Vitesse de déplacement de la perturbation tropicale: vitesse de déplacement du centre de la perturbation tropicale.

Marée de tempête: niveau réel de la mer sous l'influence d'une perturbation météorologique. La marée de tempête est égale à la somme de la marée astronomique normale et de l'onde de tempête.

Onde de tempête: différence due à l'effet d'une perturbation météorologique entre le niveau effectif de la marée (marée de tempête) et le niveau que celle-ci aurait atteint en l'absence de perturbation météorologique (marée astronomique). L'onde de tempête résulte de l'action conjuguée du déplacement de l'eau en direction du rivage et des effets relativement moindres de la basse pression atmosphérique.

Avis pour la marine:

Avis météorologique: message météorologique émis pour signaler dûment des conditions météorologiques dangereuses.

Avis de grand frais: avis de vent dont la vitesse moyenne est comprise entre 28 et 33 nœuds (soit entre 51 et 62 km/h ou force 7 de l'échelle Beaufort).

Avis de coup de vent: avis de vent dont la vitesse moyenne est comprise entre 34 et 47 nœuds (soit entre 63 et 88 km/h, force 8 ou 9 de l'échelle Beaufort).

Avis de tempête: avis de vent dont la vitesse moyenne est comprise entre 48 et 63 nœuds (soit entre 89 et 117 km/h, force 10 ou 11 de l'échelle Beaufort).

Avis d'ouragan: avis de vent dont la vitesse moyenne est égale ou supérieure à 64 nœuds (soit égale ou supérieure à 118 km/h, force 12 de l'échelle Beaufort).

Termes utilisés dans le cadre du système d'avis:

Bulletin météorologique préliminaire concernant un cyclone: message prioritaire pour l'échange d'informations entre Services ou Bureaux météorologiques nationaux sur des perturbations tropicales déjà formées ou en voie de formation: données d'observation revêtant une signification particulière (par exemple, message d'observation de l'œil par radar), analyses (par exemple, imagerie satellite), prévisions (par exemple, du déplacement de la perturbation), avis diffusés à l'échelon national.

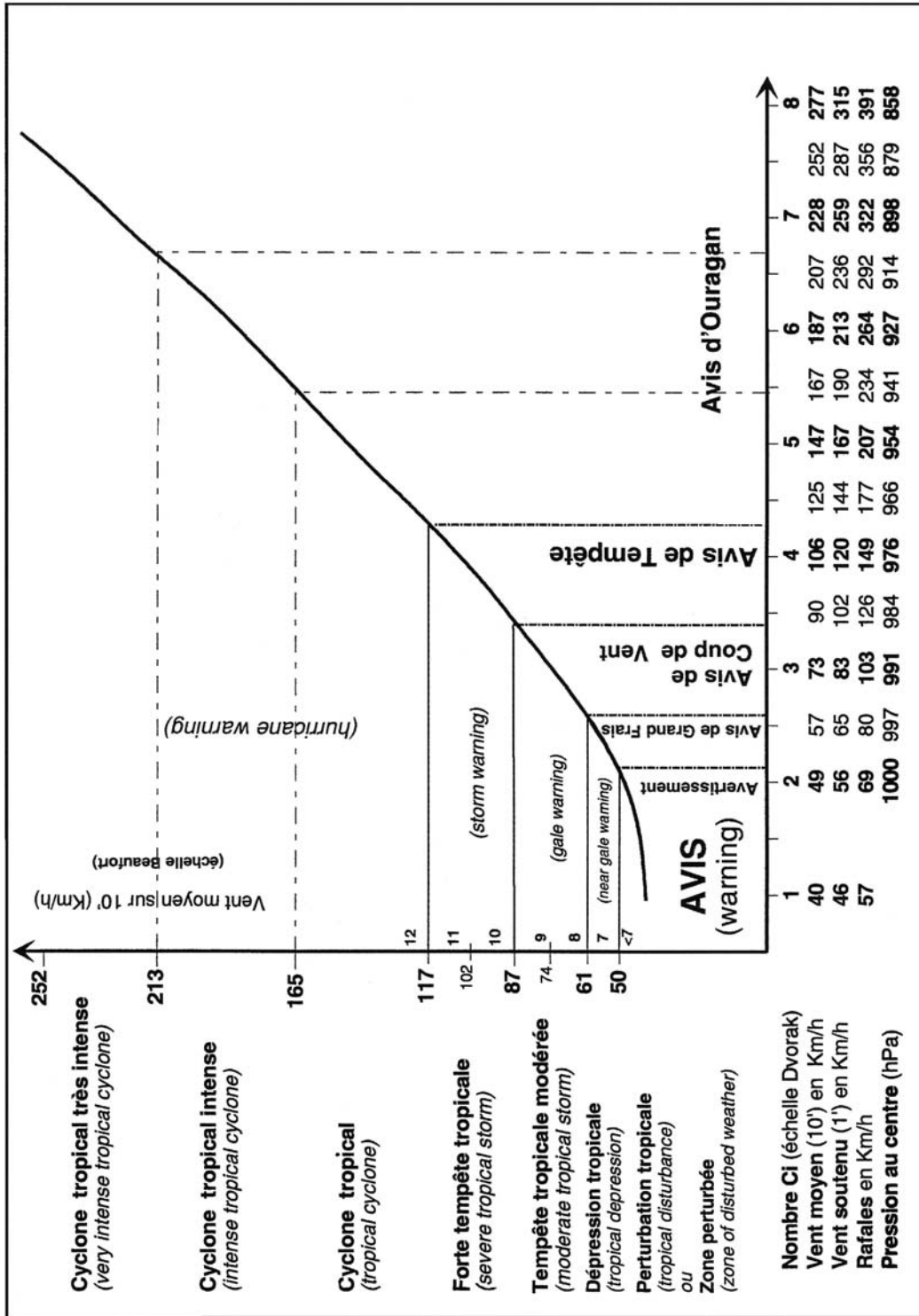
Saison cyclonique: période de l'année durant laquelle se manifestent la plupart des perturbations tropicales. Dans le sud-ouest de l'océan Indien, cette période se situe entre le 1er novembre et le 30 avril (pour Maurice et les Seychelles, elle se prolonge jusqu'au 15 mai).

1.3 Unités utilisées dans les échanges internationaux

- a) Les unités/indicateurs ci-après sont utilisés à des fins maritimes:
- i) Distance en milles marins (nm), avec indication de l'unité;
 - ii) Position en degrés et, dans la mesure du possible, en dixièmes de degré de latitude et de longitude, énoncée en clair;
 - iii) Direction arrondie à la direction la plus proche de la rose de 16, ou en degrés, arrondie à la dizaine la plus proche, énoncée en clair;
 - iv) Vitesse (vitesse du vent et vitesse de déplacement du système) en nœuds, avec indication de l'unité (kt);
 - v) Confiance quant à la position du centre, en milles marins (nm).

- b) Les unités/indicateurs ci-après sont utilisés dans les parties non chiffrées des messages échangés, autres que les bulletins maritimes:
- i) Distance en kilomètres (km) ou en milles marins (nm);
 - ii) Localisation en degrés et dixièmes de degrés de latitude et de longitude et/ou relèvement à la rose de 16 directions et distance par rapport à un ou plusieurs repères fixes bien connus;
 - iii) Direction en degrés, arrondie à la dizaine la plus proche;
 - iv) Vitesse (vitesse du vent et vitesse de déplacement du système) en kilomètres par heure (km/h-1) ou en nœuds;
 - v) Confiance quant à la position du centre, en kilomètres (km) ou en milles marins (nm).

1.4 Classification des perturbations tropicales dans le secteur sud-ouest de l'océan Indien de la Région I



1.5 Désignation des cyclones tropicaux

La liste des noms à utiliser pour désigner les tempêtes et cyclones tropicaux dans le sud-ouest de l'océan Indien, à l'intérieur de la zone délimitée par l'équateur et le parallèle de 40°S et par le méridien de 90°E jusqu'à la côte orientale de l'Afrique, a été établie par le Comité des cyclones tropicaux dans le sud-ouest de l'océan Indien à sa dix-neuvième session, en septembre 2010, pour les saisons cycloniques ci-après. Les noms choisis sont les suivants:

SAISON CYCLONIQUE 2010/11		SAISON CYCLONIQUE 2011/12		SAISON CYCLONIQUE 2012/13	
<u>Noms</u>	<u>Donnés par</u>	<u>Noms</u>	<u>Donnés par</u>	<u>Noms</u>	<u>Donnés par</u>
ABELE	Lesotho	ALENGA	Kenya	ANAIS	France
BINGIZA	Malawi	BENILDE	Mozambique	BOLDWIN	Afrique du Sud
CHERONO	Kenya	CHANDA	Maurice	CLAUDIA	Madagascar
DALILOU	Comores	DANDO	Tanzanie	DUMILE	Swaziland
ELVIRE	Maurice	ETHEL	Zimbabwe	EMANG	Botswana
FRANCIS	Seychelles	FUNSO	Malawi	FELLENG	Lesotho
GILADI	Tanzanie	GIOVANNA	Seychelles	GINO	Maurice
HAINGO	Madagascar	HILWA	Comores	HARUNA	Zimbabwe
IGOR	France	IRINA	Madagascar	IMELDA	Seychelles
JANI	Botswana	JONI	Botswana	JAMALA	Comores
KHABONINA	Swaziland	KUENA	Lesotho	KACHAY	Kenya
LUMBO	Mozambique	LESEGO	Afrique du Sud	LUCIANO	Mozambique
MAINA	Zimbabwe	MICHEL	France	MARIAM	Tanzanie
NALEDI	Afrique du Sud	NOYANA	Swaziland	NJAZI	Malawi
ONANI	Malawi	OLIVIER	Maurice	ONIAS	Zimbabwe
PAULETTE	Seychelles	POKERA	Malawi	PELAGIE	Madagascar
QILOANE	Lesotho	QUINCY	Seychelles	QUILIRO	Comores
RAFAEL	France	REBAONE	Botswana	RICHARD	Seychelles
STELLA	Afrique du Sud	SALAMA	Comores	SOLANI	Swaziland
TARI	Comores	TRISTAN	France	TAMIM	Tanzanie
UNJATY	Madagascar	URSULA	Kenya	URILIA	Afrique du Sud
VITA	Tanzanie	VIOLET	Afrique du Sud	VUYANE	Lesotho
WILLY	Maurice	WILSON	Mozambique	WAGNER	Kenya
XIMENE	Mozambique	XAVIER	Madagascar	XUSA	Malawi
YASMINE	Kenya	YEKELA	Swaziland	YARONA	Botswana
ZAMA	Swaziland	ZAINA	Tanzanie	ZACARIAS	Mozambique

Le baptême d'une perturbation tropicale ou subtropicale intervient au stade de la tempête tropicale modérée (valeur maximale de la vitesse moyenne du vent – définie au paragraphe 1.2.2 – correspondant à des vents soufflant en coup de vent observés à proximité du centre dépressionnaire dans une partie notable de la circulation cyclonique). Lorsque le CMRS de la Réunion ou le Centre sous-régional d'avis de cyclones tropicaux* qui est responsable de la zone dans laquelle se trouve la perturbation (Madagascar si le centre de la perturbation se trouve à l'ouest de 55°E, Maurice si le centre de la perturbation se trouve entre 55°E et 90°E) constate que la perturbation tropicale ou subtropicale en question atteint une intensité proche de celle d'une tempête tropicale modérée, ils prennent contact et se consultent. Si, au terme de la discussion technique, il apparaît que le stade de la tempête tropicale modérée est atteint, le Centre sous-régional compétent attribue alors officiellement un nom à la perturbation.

Les Services météorologiques du secteur sud-ouest de l'océan Indien utiliseront le nom attribué à l'exception de tout autre pour désigner cette tempête tropicale, jusqu'à ce qu'elle sorte du secteur, devienne une dépression extratropicale, ou, s'étant affaiblie, cesse de remplir les conditions requises pour être classée tempête tropicale modérée.

Dans ce dernier cas, on continuera d'identifier la perturbation par le nom qui lui a été attribué, précédé de la mention «EX» dans tous les bulletins la concernant.

Les dispositions qui précèdent se rapportent uniquement à la désignation des tempêtes tropicales à l'aide de noms et n'entraînent aucune restriction en ce qui concerne les avis de cyclones tropicaux qui doivent être diffusés conformément aux dispositions du chapitre V qui s'appliquent aussi bien aux cyclones baptisés qu'aux perturbations non baptisées.

* L'expression «Centre sous-régional d'avis de cyclones tropicaux» a été adoptée par le Comité des cyclones tropicaux du CR I pour utilisation par ses Membres dans le sud-ouest de l'océan Indien. Elle n'a été adoptée ni par le Conseil régional I, ni par aucun autre organe constituant de l'OMM.

APPENDICE I-A

TERMES ET UNITÉS UTILISÉS À DES FINS NATIONALES

A. Les termes utilisés à des fins nationales par les Membres indiqués ont la signification suivante:

Bulletin national d'avis de cyclones: communiqué établi par un Service météorologique national et contenant des avis ou, le cas échéant, des informations s'y rapportant ainsi que des renseignements détaillés sur un cyclone tropical. (Ce terme est utilisé par Maurice et le Mozambique). (Des modèles de bulletins nationaux d'avis de cyclones diffusés par divers Membres sont donnés dans l'Annexe I-B).

Avis de cyclone tropical: avis mettant en garde contre les effets catastrophiques que pourrait avoir un cyclone tropical, y compris les effets isolés ou conjugués de vents de la force d'un ouragan, de chutes de pluie torrentielles et d'états dangereux de la mer. (Ce terme est utilisé par Maurice et le Mozambique.)

B. Madagascar

1. Bulletin

Bulletin météorologique spécial: bulletin diffusé par le Centre de prévision des cyclones d'Antananarivo à la Radio-Télévision malgache chaque fois qu'un cyclone risque de toucher un Madagascar ou s'il y a un changement dans l'évolution d'un cyclone ayant fait l'objet d'un bulletin préliminaire.

2. Catégories d'avis

Avis d'avertissement: avis diffusé par le Service météorologique pour la protection de la population lorsqu'il a détecté un cyclone qui pourrait menacer Madagascar dans les jours suivants. Cet avis figure dans le Bulletin météorologique spécial.

Avis de menace: avis diffusé par le Service météorologique pour la protection de la population lorsqu'un cyclone menace directement une partie de l'île sans que le danger ne soit imminent. Cet avis figure dans le Bulletin météorologique spécial.

Avis de danger imminent: avis diffusé par le Service météorologique pour la protection de la population lorsqu'un cyclone menace à brève échéance une partie de l'île et constitue un danger pour la population.

C. Malawi

Catégories d'avis

Avis diffusé à titre d'information: lorsque le cyclone se trouve entre 45 et 55°E et 5 et 20°S. Actualisé toutes les 24 heures.

Avis diffusé à titre d'alerte: lorsque le cyclone se trouve entre 500 et 1 000 km des frontières du Malawi et touchera probablement le pays. Actualisé toutes les 6 heures.

Avis diffusé à titre d'avertissement: avis diffusé lorsque le cyclone se trouve à moins de 500 km des frontières du Malawi. Actualisé toutes les 3 heures.

APPENDICE I-B

MODÈLES DE BULLETINS NATIONAUX D'AVIS DE CYCLONEa) Modèle utilisé par la Tanzanie

Bulletin d'avis de cyclone N° (*numéro*) diffusé à (*heure, date*) par le *Meteorological Office* de (*lieu*) pour (*pays*) et ses eaux côtières. D'après l'analyse effectuée le (*date*) à (*heure*), le centre du cyclone (*nom, intensité*) devrait se trouver près de S et E ou à km/mn de (*lieu*). La vitesse maximale du vent est km/h⁻¹/nœuds à km/mn du centre et des vents d'ouragan dépassant 117 km/h⁻¹/63 nœuds soufflent jusqu'à km/mn du centre. Au cours des prochaines heures, le cyclone (*nom*) devrait d'après les prévisions se déplacer vers à km/h⁻¹/nœuds et (*changement d'intensité*).

Les avis ci-après sont diffusés:

Précautions à prendre:

Le prochain bulletin de cette série sera diffusé à (*heure*).

Message envoyé par:

Service	Numéro de téléphone ou autre moyen d'acheminement	Heure de l'envoi du message (heure locale)	Envoyé par
AB	XXXX	----	----
CD	XXXX	----	----
EF	XXXX	----	----
GH	XXXX	----	----

b) Modèle utilisé par Madagascar

Bulletin météorologique spécial N°/Heure/Date*

- Nom du cyclone;
- Intensité du cyclone;
- Position du centre du cyclone par rapport à un repère connu du public (villes ou repères géographiques) en kilomètres et relèvement à la rose de 16 directions;
- Déplacement prévu du centre, relèvement à la rose de 16 directions et vitesse en km h⁻¹;
- Évolution et probabilités d'occurrence (heure et régions intéressées) des phénomènes météorologiques accompagnant le cyclone;
- Catégorie d'alerte suivie du nom des chefs-lieux des régions concernées;

* Initiale de la dépression ou du cyclone.

- Date et heure de diffusion;
- Expédié par;
- Reçu par.

c) Modèle utilisé par le Malawi* et Maurice

(Premier, deuxième, troisième) bulletin d'avis de cyclone, diffusé le (date)
à (heure.)

Renseignements sur le type d'avis

Nom, intensité, étendue du cyclone

Position du centre (distance par rapport à un repère, direction, longitude et latitude)

Déplacement du centre du cyclone

Indications de la probabilité et de l'heure d'occurrence des phénomènes suivants:

Vent d'ouragan (vitesse des rafales, direction)

Chutes de pluie exceptionnelles (avec indication de la hauteur de pluie, si possible)

Onde de tempête (hauteur, marée – ne s'applique qu'à Maurice)

Rappel des précautions à prendre en prévision des dégâts causés par: le vent
la pluie et les inondations
la mer le long des côtes

Message envoyé par:

Service	Numéro de téléphone ou autre moyen d'acheminement	Heure de l'envoi du message (heure locale)	Envoyé par
AB	XXXX	----	----
CD	XXXX	----	----
EF	XXXX	----	----
GH	XXXX	----	----

* Version abrégée.

SUPPLÉMENT 1-C

LIGNES DIRECTRICES POUR LA DÉTERMINATION DES FACTEURS DE CONVERSION POUR LES DIVERSES PÉRIODES DE TEMPS SUR LESQUELLES EST CALCULÉE LA VITESSE MOYENNE DU VENT DES CYCLONES TROPICAUX

La présente note est fondée sur des recommandations de Harper *et al.* (2010) et des extraits de Knaff et Harper (2010), où sont données des indications sur la raison, le moment et la manière de procéder à des « conversions permettant d'établir des valeurs moyennes du vent ».

a) Pourquoi convertir les vitesses du vent ?

Du point de vue de l'observation, il s'agit d'effectuer des mesures du vent dont on puisse déduire une valeur estimée du vent **moyen** à tout moment ainsi que de ses propriétés en matière de **turbulence**. Du point de vue de la prévision, il s'agit, pour une valeur donnée de la vitesse du vent déduite d'un processus ou d'un produit, de prévoir avec pertinence d'autres valeurs du vent. Généralement, ces besoins sont centrés sur la notion de vitesse moyenne du vent et sur celle connexe de vitesse maximale des rafales de vent, de sorte que les propriétés statistiques du niveau prévu de turbulence du vent pour des **expositions différentes** puissent permettre de procéder à des conversions utiles **entre les valeurs estimées de la vitesse maximale des rafales de vent**.

b) Quand convertir les vitesses du vent ?

Les conversions des vitesses du vent pour prendre en compte la diversité des périodes de temps sur lesquelles sont calculées les moyennes ne sont applicables que dans le contexte d'une vitesse du vent maximale (rafale maximale) d'une durée donnée observée sur un intervalle de temps plus long. Le simple fait de mesurer le vent sur une période de temps plus brève de façon aléatoire ne garantirait pas que la valeur mesurée soit supérieure à la vitesse moyenne du vent (puisque'il y a à la fois des rafales et des accalmies). Il importe que toutes les valeurs de la vitesse du vent soient correctement caractérisées comme des valeurs estimées du **vent moyen** ou des valeurs estimées d'une **rafale maximale**.

Une fois le vent moyen estimé de façon fiable, les effets aléatoires de la turbulence donnant lieu à l'apparition de rafales de vent de vitesse plus élevée mais agissant sur une période de temps plus brève – qui jouent généralement un rôle beaucoup plus important en ce qui concerne les dommages causés – peuvent être évalués au moyen d'un « facteur rafale ». Pour qu'un tel facteur soit représentatif, certaines conditions doivent être réunies, dont bon nombre d'entre elles peuvent ne pas être exactement satisfaites lors d'un événement météorologique ou à un endroit particulier:

- L'écoulement du vent est turbulent, même lorsque la vitesse moyenne du vent est stable (**statistiquement stationnaire**);
- Les caractéristiques de la surface restent constantes pendant la période de mesure, de sorte que la couche limite est en équilibre avec la rugosité de la surface sous-jacente (**exposition**);
- Pour que la conversion puisse s'effectuer, il faut que la vitesse moyenne du vent et la vitesse maximale des rafales de vent soient mesurées à la même **hauteur** (par exemple la hauteur d'observation standard de l'OMM, à savoir + 10 m) au-dessus de la surface.

c) Comment convertir des vitesses du vent observées en des endroits précis ?

En premier lieu, la valeur estimée de la vitesse moyenne du vent V doit être explicitement caractérisée par la période de temps utilisée pour la calculer T_0 (en secondes) et s'énonce ici sous la forme V_{T_0} . Par exemple:

- V_{600} = valeur estimée de la vitesse moyenne du vent sur 10 minutes;
- V_{60} = valeur estimée de la vitesse moyenne du vent sur 1 minute;
- V_3 = valeur estimée de la vitesse moyenne du vent sur 3 secondes;

Ensuite, une valeur estimée de la vitesse maximale des rafales de vent devrait être caractérisée par la période de temps utilisée pour la calculer τ et par la période de temps utilisée pour effectuer l'observation (aussi appelée **période de référence**) et s'énonce ici sous la forme V_{τ, T_0} . Par exemple:

- $V_{60,600}$ = valeur estimée de la vitesse maximale moyenne du vent (rafale maximale) sur 1 minute pendant une période d'observation de 10 minutes;
- $V_{3,60}$ = valeur estimée de la vitesse maximale moyenne du vent (rafale maximale) sur 3 secondes pendant une période d'observation de 1 minute;

Le «facteur rafale» G_{τ, T_0} est alors relié au vent moyen et à la rafale maximale par la relation suivante:

$$V_{\tau, T_0} = G_{\tau, T_0} V,$$

où le vent moyen (vrai) est estimé sur la base d'un échantillon approprié, par exemple V_{600} ou V_{3600} .

C'est sur cette base que sont indiqués, au tableau 1, les facteurs de conversion G_{τ, T_0} près de la surface (+ 10 m) recommandés entre les périodes types utilisées pour calculer la moyenne de la rafale maximale, qui sont fortement corrélés avec la catégorie d'exposition, du fait que le degré de turbulence varie selon la rugosité de surface. Au tableau 1 ne figurent qu'un nombre limité d'expositions données à titre indicatif pour des environnements prévisionnels types, et il convient de consulter Harper *et al.* (2010) ou l'édition 2008 de la présente publication pour obtenir des avis plus précis concernant des types particuliers d'exposition – notamment s'il est prévu d'étalonner des stations de mesure déterminées par rapport à l'«exposition standard».

Tableau 1 Facteurs de conversion de la vitesse du vent pour les conditions propres aux cyclones tropicaux (d'après Harper *et al.* (2010))

Exposition à + 10 m		Période de référence T_o (s)	Facteur rafale G_{τ, T_o}				
Catégorie	Description		Durée de rafale τ (s)				
			3	60	120	180	600
À l'intérieur des terres	Terrain à peu près dégagé	3 600	1,75	1,28	1,19	1,15	1,08
		600	1,66	1,21	1,12	1,09	1,00
		180	1,58	1,15	1,07	1,00	
		120	1,55	1,13	1,00		
		60	1,49	1,00			
Au large des terres	Vents de terre en zone côtière	3 600	1,60	1,22	1,15	1,12	1,06
		600	1,52	1,16	1,09	1,06	1,00
		180	1,44	1,10	1,04	1,00	
		120	1,42	1,08	1,00		
		60	1,36	1,00			
En bord de mer	Vents de mer en zone côtière	3 600	1,45	1,17	1,11	1,09	1,05
		600	1,38	1,11	1,05	1,03	1,00
		180	1,31	1,05	1,00	1,00	
		120	1,28	1,03	1,00		
		60	1,23	1,00			
En mer	À plus de 20 km des côtes	3 600	1,30	1,11	1,07	1,06	1,03
		600	1,23	1,05	1,02	1,00	1,00
		180	1,17	1,00	1,00	1,00	
		120	1,15	1,00	1,00		
		60	1,11	1,00			

Voici quelques exemples d'application des recommandations ci-dessus:

- Pour estimer la rafale maximale sur 3 secondes au large des terres à laquelle on peut s'attendre pour une période d'observation de 1 minute, multiplier la vitesse moyenne estimée du vent au large des terres par 1,36 ;
- Pour estimer la rafale maximale sur 3 secondes en bord de mer à laquelle on peut s'attendre pour une période d'observation de 10 minutes, multiplier la vitesse moyenne estimée du vent en bord de mer par 1,38 ;
- Pour estimer la rafale maximale sur 1 minute en mer à laquelle on peut s'attendre pour une période d'observation de 10 minutes, multiplier la vitesse moyenne estimée du vent en mer par 1,05.

On notera qu'il n'est pas possible de procéder à la conversion d'une vitesse de rafale maximale en une valeur **précise** du vent moyen moyenné pour une période de temps donnée; on ne peut en fait obtenir que la vitesse **moyenne réelle estimée**. Ainsi, pour estimer la vitesse moyenne du vent en bord de mer à partir d'une rafale maximale d'une durée de 1 minute ($\tau = 60$ s) pour une période d'observation de 10 minutes ($T_o = 600$ s), il faudra multiplier la vitesse de rafale maximale considérée par $1/1,11 = 0,90$. Cela ne garantit pas que le vent moyen estimé sera identique au vent moyenné sur 10 minutes à ce même moment; toutefois, parce que la moyenne sur 10 minutes est généralement une valeur estimée fiable du vent moyen réel, les deux valeurs seront probablement similaires. Dans tous les cas, les systèmes de mesure devraient permettre de mesurer la vitesse moyenne du vent et l'écart-type pour une durée d'échantillonnage égale ou supérieure à 10 minutes (OMM, 2008), c'est-à-dire V_{600} . D'autres périodes plus courtes pour le

calcul des moyennes et la conservation des informations relatives à la rafale maximale devraient alors être axées sur les besoins opérationnels.

d) Conversion entre les valeurs estimées établies par divers organismes de la vitesse maximale du vent en cas de tempête (V_{max})

Il s'agit d'une situation légèrement différente de celle consistant à convertir une valeur estimée du vent en un point donné, puisque la notion de vitesse maximale du vent en cas de tempête (V_{max}) est un paramètre auquel sont associés un contexte spatial (c'est-à-dire en n'importe quel point de la zone où la tempête se manifeste ou exerce son influence) ainsi qu'un contexte temporel (à un moment ou pendant une période de temps déterminé). Bien que cela puisse être exprimé sous la forme de n'importe quelle période permettant d'établir une moyenne de la vitesse du vent, il importe cependant de dissiper toute ambiguïté quant à la représentation d'un vent moyen ou d'une rafale maximale. Les organismes qui appliquent la norme de l'OMM en la matière (V_{max} moyennée sur 10 minutes) ont toujours procédé à une conversion en vitesses moyennes du vent afin de réduire la vitesse maximale «soutenue» sur 1 minute (la rafale maximale sur 1 minute) que l'on associe traditionnellement à la méthode de Dvorak (Dvorak, 1984; Atkinson et Holliday, 1977)¹. Ainsi qu'il est indiqué dans la section précédente, il n'est techniquement pas possible de convertir une vitesse de rafale maximale en une valeur précise du vent moyen moyenné pour une période de temps donnée, la conversion ne permettant en fait d'obtenir que la vitesse moyenne réelle estimée du vent. Toutefois, dans Harper *et al.* (2010), des raisons concrètes sont avancées en faveur de la conversion de principe entre les valeurs de $V_{max_{60}}$ and $V_{max_{600}}$ par le biais d'une référence à la vitesse moyenne horaire du vent, et des recommandations sont formulées à ce sujet (voir tableau 2).

On peut noter que la conversion recommandée pour une exposition «en mer» est supérieure de 5 % environ à la valeur «classique» de 0,88 (OMM, 1993), qui est plus appropriée à une exposition «au large des terres». Cela a des conséquences particulières pour la méthode de Dvorak, car l'exposition «en mer» est celle qui a généralement donné lieu à de telles conversions.

Tableau 2. Facteurs de conversion entre les valeurs estimées établies par divers organismes de la vitesse maximale du vent en cas de cyclone tropical (V_{max}) moyennée sur 1 minute et sur 10 minutes (d'après Harper *et al.* (2010))

$V_{max_{600}} = K V_{max_{60}}$	En mer	En bord de mer	Au large des terres	À l'intérieur des terres
K	0,93	0,90	0,87	0,84

e) Références

- Atkinson, G.D., et C. R. Holliday, 1977: Tropical cyclone minimum sea level pressure/maximum sustained wind relationship for the Western North Pacific. *Mon. Wea. Rev.*, **105**, 421-427.
- Dvorak, V.F., 1984: *Tropical cyclone intensity analysis using satellite data*. NOAA Tech. Rep. NESDIS 11, National Oceanic and Atmospheric Administration, Washington, DC, 47 pages.
- Knaff, J.A. et B.A. Harper, 2010: Tropical cyclone surface wind structure and wind-pressure relationships. Proc. WMO IWTC-VII, World Meteorological Organization, Keynote 1, la Réunion, nov.

¹ Comme cela est indiqué dans Harper *et al.* (2010), cette hypothèse classique n'est pas solidement étayée.

- Harper, B.A., J. D. Kepert et J. D. Ginger, 2010: *Guidelines for converting between various wind averaging periods in tropical cyclone conditions*. World Meteorological Organization, TCP Sub-Project Report, WMO/TD-No. 1555.
- OMM, 1993: *Global guide to tropical cyclone forecasting*. Tropical Cyclone Programme Report No. TCP-31, Organisation météorologique mondiale, WMO/TD-560, Genève.
- OMM, 2008: *Guide des instruments et des méthodes d'observation météorologiques*. Organisation météorologique mondiale, OMM-N° 8, 7^{ème} éd., 681 pages

C H A P I T R E I I

S Y S T È M E E T P R O G R A M M E S D ' O B S E R V A T I O N

2.1 Réseau de stations synoptiques terrestres

La liste des stations d'observation en surface et en altitude des Membres du Comité qui font partie du Réseau synoptique de base régional et qui sont en exploitation est reproduite au tableau 1. Les autres stations sont les suivantes:

<u>Chiffre indicatif</u>	<u>Nom de la station</u>
67003	FOMBONI (MOHELI)
67001	MORONI ICONI
67017	VOHEMAR
67023	SAMBAVA
67037	BESALAMPY
67107	ANTSIRABE
67131	MOROMBE
67273	ANGOICHE
67237	NAMPULA
67241	LUMBO
67285	PEBANE
67205	MOCIMBOA DA PRAIA
67231	CUAMBA
67221	MARRUPA
67346	CHANGALANE
67335	XAI XAI

2.1.1 Réseau synoptique de base régional

La liste des stations d'observation en surface et en altitude des Membres du Comité qui font partie du Réseau synoptique de base régional et qui sont en exploitation est reproduite au tableau 1.

Tout Membre peut, lorsqu'un cyclone devient pour lui une menace imminente, demander à recevoir, toutes les heures, des observations en surface supplémentaires des stations suivantes:

<u>Membre</u>	<u>Stations</u>
France (La Réunion)	Toutes les stations
Maurice	Toutes les stations
Comores	Toutes les stations
Madagascar	Toutes les stations

ainsi que des stations énumérées ci-après:

<u>Chiffre indicatif</u>	<u>Nom de la station</u>
63881	Sumbawanga (0300-1800 UTC)
67215	Pemba
67237	Nampula
67283	Quelimane
67297	Beira
67323	Inhambane
67341	Maputo

Les stations ci-après effectuent des observations de radiovent supplémentaires à l'heure synoptique indiquée chaque fois qu'un cyclone baptisé se trouve dans un rayon de 500 km:

<u>Chiffre indicatif</u>	<u>Nom de la station</u>	<u>Heure d'observation</u>
61976	Serge-Frolow (Île Tromelin)	12 (radiosondage)
61995	Vacoas (Maurice)	12 (radiosondage)

NB: Les demandes devront être adressées au directeur du Service météorologique national concerné par le directeur du Service national demandeur. Un message annulant la demande sera envoyé dès que les observations supplémentaires ne sont plus nécessaires.

Lorsque, d'après les prévisions, un cyclone tropical menace un pays Membre, le Centre météorologique national (CMN) de ce pays renforcera les programmes d'observation de ses stations, afin de fournir un maximum de données d'observation au CMRS - Centre des cyclones tropicaux de La Réunion en augmentant la couverture ou la fréquence des observations.

2.1.2 Autres réseaux

Lorsqu'un cyclone représente une menace imminente, tout Membre peut demander des observations horaires en surface aux stations supplémentaires suivantes:

<u>Chiffre indicatif</u>	<u>Nom de la station</u>
67003*	FOMBONI (MOHELI)
67017*	VOHEMAR
67023*	SAMBAVA
67037*	BESALAMPY
67107*	ANTSIRABE
67131*	MOROMBE
67237	NAMPULA

La demande devra être adressée au Service météorologique national concerné.

2.2 Stations sur navire faisant route

Chaque fois qu'une perturbation tropicale est en voie d'intensification dans la région, tous les Services météorologiques nationaux sont invités à multiplier les observations effectuées à bord des navires se trouvant à proximité:

- a) En demandant aux navires d'observation bénévoles de faire des observations toutes les trois heures et de faire figurer dans la mesure du possible les groupes d'état de la mer dans leurs messages qui seront transmis par les réseaux de communication maritime en place;
- b) En invitant les navires non sélectionnés à envoyer des observations météorologiques informelles aux Services météorologiques les plus proches via les stations radio ou par d'autres moyens de communication.

* Liste non exhaustive. Toutes les stations sont à même d'effectuer des observations horaires.

Dans les deux cas a) et b), il suffirait d'ajouter les renseignements en question à toutes les prévisions maritimes relatives à la zone perturbée. Les Services météorologiques nationaux pourraient aussi contacter directement les navires supposés être dans cette zone.

Les États Membres qui reçoivent des messages de navires sont notamment priés de les diffuser à tous les autres pays.

Les Membres devront transmettre les observations, sans délai, au CMRS de La Réunion (France) et aux deux Centres sous-régionaux d'avis de cyclones tropicaux de Maurice et Madagascar.

2.3 Comptes rendus d'aéronef

Les comptes rendus d'aéronef présentant une importance particulière pour l'analyse ou la prévision des cyclones seront échangés en priorité.

Le CMRS - Centre des cyclones tropicaux de La Réunion fournira, dans la mesure du possible, des observations radar, faites à bord des Transall C160 lors des vols programmés, en indiquant aussi exactement que possible la position du centre du cyclone, lorsque le centre se trouve suffisamment près de la trajectoire de vol pour être décelé.

2.4 Stations spéciales

2.4.1 Réseau régional de radars

Les Membres échangeront, en particulier et en priorité absolue avec le CMRS - Centre des cyclones tropicaux de La Réunion, des informations radar sur la position de l'œil des cyclones, ainsi que d'autres données radar. À cette fin, ils peuvent:

- Utiliser la partie A de la forme symbolique FM 20-V RADOB et/ou appliquer les procédures décrites dans le tableau 2; ou
- Échanger les données en langage clair par tout moyen de communication adéquat disponible (BLU, télécopie, téléphone, etc.).

L'exemple de Maurice et de La Réunion montre que cette solution est plus souple, moins astreignante et, partant, plus efficace durant les périodes d'alerte cyclonique où le personnel d'exploitation a déjà beaucoup à faire.

Liste des stations météorologiques radar en service:

<u>Nom de la station</u>	<u>Latitude °S</u>	<u>Longitude °E</u>	<u>Longueur d'onde</u>	<u>Marque</u>
La Réunion	21	55 Doppler	10 cm	GEMATRONIC
Beira	20	35	10 cm	MRL-5
Xai-Xai	//	//	//	//
Durban	29°58"	30°57"	5 cm	Enterprise bande C
Ermelo	26°31"	29°59"	5 cm	Enterprise bande C
Pietersburg	23°30'	29°25'	5 cm	Enterprise bande C
Bokaa	//	//	//	CE

2.5 Satellites météorologiques (secteur terrien)

2.5.1 APT/WEFAX/HRPT

Afin d'assurer les services de détection, de surveillance et de prévision des cyclones tropicaux, les Membres exploitent et maintiennent en service les équipements suivants de réception des données satellite:

- | | |
|----------------------------|---|
| • Botswana | Station MSG à Gaborone |
| • Comores | Station MSG, SYNERGIE à Moroni/Hahaya |
| • France (La Réunion) | Station EUMETcast, NOAA, FY2, PDUS, APT/WEFAX, HRPT et MDD/PDUS à Saint-Denis |
| • Kenya | Station MSG, SYNERGIE, NOAA à Nairobi et Mombasa |
| • Lesotho | Station MSG à Maseru |
| • Madagascar | Station MSG, SYNERGIE, HRPT à Toamasina et Antananarivo |
| • Malawi | Station MSG |
| • Maurice | Station MSG, SYNERGIE à Vacoas |
| • Mozambique | Station MSG, Messir à Maputo |
| • Namibie | |
| • République sud-africaine | Station MSG, NINJO à Pretoria |
| • Seychelles | Station MSG, SYNERGIE, Messir vision à Mahé |
| • Swaziland | Station MSG, SYNERGIE, Messir |
| • Tanzanie | Station MSG, SYNERGIE à Dar-es-Salaam et SYNERGIE à Zanzibar, Kia et Mwanza |
| • Zimbabwe | Station MSG, SYNERGIE à Belvedere-Harare, Bulawayo et Victoria Falls |

Pour être en mesure de comparer les résultats obtenus, les Membres, et en particulier le CMRS - Centre des cyclones tropicaux de La Réunion, échangeront en priorité les analyses de données satellitaires sur les cyclones tropicaux. Le texte correspondant des bulletins météorologiques préliminaires concernant un cyclone se décomposera comme suit:

- a) Heure de la prise d'images, identification du satellite;
- b) Position du centre en degrés et en dixièmes de degré;
- c) Intensité: nombre T de la valeur estimative de la vitesse maximale du vent et de la pression au centre du cyclone;
- d) Autres caractéristiques déduites de l'image, par exemple: caractéristiques de l'évolution du cyclone, étendue estimative des vents de vitesses données.

2.5.2 Plates-formes de collecte de données (PCD)

Liste des plates-formes de collecte des données:

<u>Position</u>		<u>Latitude</u>	<u>Longitude</u>
63995	Aldabra		
63998	Desroches		
63996	Farquhar		
63999	Praslin	(à compléter par les Membres concernés)	
67017	Vohemar		
67019	Analalava		
67131	Morombe		
67152	Ranohira		
67079	Tsiroanomandidy	18°46S	46°03

PCD France (La Réunion)

61968	Îles Glorieuses		
61970	Île Juan de Nova	(à compléter par la Réunion)	
61972	Île Europa		
61976	Île Tromelin		

TABLEAU 1 – LISTE DES STATIONS D'OBSERVATION EN EXPLOITATION

**Stations et programmes d'observation qui constituent le réseau synoptique de base
pour la prévision des cyclones tropicaux dans le sud-ouest de l'océan Indien**

On trouvera la liste actualisée des stations et programmes d'observation dans le Volume A de la Publication OMM-N° 9.

TABLEAU 2 – MESSAGES D'OBSERVATION PAR RADAR DE L'ŒIL D'UN CYCLONE – MÉTHODE D'ÉLABORATION DES MESSAGES

Détermination de l'œil ou du centre: il convient de déterminer la position de l'œil ou du centre d'après une série continue d'observations successives. Si tout va bien, l'œil est facilement identifiable sous la forme d'une zone sans échos, circulaire ou ovale et entourée d'un mur de nuages. C'est le centre géométrique de cette zone sans échos qui constitue la position de l'œil du cyclone. Si le mur de nuages qui l'entoure n'est pas complètement fermé, il est en général toutefois possible de déterminer la position de l'œil avec un degré suffisant de précision en esquissant le plus petit cercle ou ovale qui puisse se superposer au bord intérieur de la portion existante du mur de nuages. Si le mur de nuages n'est pas net mais que le centre de circulation est identifiable, c'est ce centre qu'il faut observer et assimiler à l'œil du cyclone.

Terminologie: si la région centrale de la tempête se caractérise par la présence d'un mur de nuages, relever sa position par le mot «EYE». Si le centre de circulation est décelable sans qu'il soit bien défini par un mur de nuages, relever sa position par les lettres «CNTR». Si l'œil ou le centre n'est qu'occasionnellement identifiable, ou bien s'il existe d'autres raisons de penser qu'il s'agit d'un système central incertain, désigner la position «PSBL EYE» ou «PSBL CNTR» et indiquer le degré de confiance quant à cette position. On ne fait d'ordinaire pas de remarques conditionnelles à propos des relevés de la position. Les directives qui suivent sont des suggestions et non des règles absolues. Si le mur de nuages est fermé ou pratiquement fermé et que l'œil qui en résulte est symétrique, marquer «GOOD FIX» dans toutes les observations. S'il semble tout de même utile d'indiquer la position d'un centre sur lequel il subsiste une incertitude, le mur de nuages étant incomplet, par exemple moins de la moitié, ou la configuration de l'œil n'étant pas symétrique, marquer «POOR FIX» dans le message. L'expression «FAIR FIX» est utilisée pour indiquer un degré intermédiaire de confiance.

Utilisation de transparents de bandes spirales: il est possible d'utiliser des transparents de bandes spirales lorsque le centre de la tempête se situe au-dessus de l'eau pour évaluer la position de l'œil ou du centre si celui-ci est indistinct, hors de portée du radar ou dépassé par le faisceau. Il faut en principe un arc de bande spirale d'au moins 90°, et de préférence de 180°, sur l'écran radar pour localiser avec suffisamment de précision la position du centre de la tempête. Il existe des transparents standards de 10, 15 et 20 degrés d'incidence. Sachant que l'angle d'incidence d'une bande donnée peut varier dans une fourchette allant de pratiquement zéro degré au centre à plus de 20° à des distances supérieures à 170km/90nm du centre, on obtient les meilleurs résultats en utilisant le transparent qui correspond le mieux aux portions intermédiaires de la bande. Il convient de bien régler l'appareil pour améliorer la définition des bandes spirales. Suivant le type de radar, il peut être plus facile de tracer les centres des bandes spirales sur un transparent de type carte avant d'adapter le transparent de bande spirale. Si la position de l'œil est déterminée au moyen d'un transparent, il convient de le signaler dans le message, par exemple de la manière suivante:

15 DEG SPRL OVERLAY EYE 2133N 6246E

Chiffrement de la position de l'œil ou du centre: enregistrer les coordonnées de la position de l'œil ou du centre à la minute près de latitude ou de longitude à l'aide de groupes de cinq chiffres sans ponctuation. Une position de 18°35'S et de 58°17'E doit être transmise sous la forme 1835S 5817E. Enregistrer mais ne pas transmettre les données d'azimut et d'inclinaison qui ont servi à déterminer les coordonnées.

Déplacement de l'œil ou du centre: déterminer la direction et la vitesse de déplacement de l'œil ou du centre d'après le changement de position intervenu dans la demi-heure écoulée. Enregistrer le déplacement de l'œil ou du centre en utilisant un groupe de quatre chiffres. Les deux premiers chiffres représentent à la dizaine de degrés près les centaines et les dizaines de la direction d'où vient l'œil ou le centre. Le troisième et le quatrième représentent la vitesse de déplacement en mètres par seconde. Par exemple, si l'œil vient de 096 degrés à 7 mètres/seconde, le groupe de déplacement serait chiffre 1007. Exemple:

MAURITIUS 150300 UTC EYE 2033S 6005E D55 1007 GOOD FIX

(où D55 indique que le diamètre de l'œil mesure 55 km).

C H A P I T R E I I I

A N A L Y S E E T P R É V I S I O N D E S C Y C L O N E S T R O P I C A U X

3.1 Prévision du déplacement et du changement d'intensité des cyclones tropicaux

3.1.1 Dispositions régionales

La responsabilité en matière d'analyse et de prévision de l'évolution et du déplacement des tempêtes tropicales dans la région incombe au Service météorologique national de chacun des Membres. Toutefois, outre l'échange des données d'observation nécessaires pour l'analyse et la prévision, certaines dispositions particulières essentielles sont actuellement prévues en ce qui concerne la coopération et la coordination dans ces domaines, à savoir:

- a) En utilisant les réseaux d'observation et de télécommunications de la région et les installations de traitement des données existants et renforcés dans la mesure du possible, le CMRS - Centre des cyclones tropicaux de La Réunion émettra, toutes les six heures, des bulletins météorologiques préliminaires durant les cyclones et les enverra aux CRT de Pretoria et au CMRS/CRT de Nairobi pour diffusion aux CMN et à Toulouse pour diffusion par EUMETCAST. Cette disposition concerne les produits suivants:

Analyse:

- i) Position de cyclones tropicaux/dépresseions tropicales établis;
- ii) Direction et vitesse du déplacement de chaque système;
- iii) Pression au centre de chaque système;
- iv) Vent maximal et répartition du vent pour chaque système;
- v) Référence à la position de caractéristiques synoptiques marquantes (zone de convergence intertropicale, creux barométriques en altitude, etc.);

Analyse prévue:

- i) Positions prévues des systèmes tropicaux à échéance de 12, 24, 36, 48, 60 et 72 heures;
- ii) Intensité (Dvorak) à échéance de 12, 24, 36, 48, 60 et 72 heures;

Justification des prévisions (avec des références):

- i) Interprétation de l'imagerie satellite;
- ii) Conclusions et tendances tirées des observations;
- iii) Interprétation dynamique de processus d'interaction;

- iv) Indications données par la climatologie, la persistance et les statistiques.

Les centres sous-régionaux d'avis de cyclones tropicaux* diffuseront également, au besoin, des bulletins météorologiques préliminaires pour leur zone de responsabilité (voir Chapitre IV, section 4.1).

En plus des produits ci-dessus, le CMRS - Centre des cyclones tropicaux de La Réunion diffusera régulièrement les produits énumérés au tableau 3. Ces produits seront diffusés sur le SMT ou le RSFTA.

- b) Chaque Membre utilisera pleinement les services fournis par le CMRS – Centre des cyclones tropicaux de La Réunion et, selon le cas, par les Centres sous-régionaux d'avis de cyclones tropicaux*;
- c) Lorsqu'ils seront jugés nécessaires et réalisables, des échanges de vue sur les prévisions de tempêtes tropicales auront lieu entre prévisionnistes des Services météorologiques nationaux des Membres. Ces échanges de vue seront précédés d'un échange de données ainsi qu'il est indiqué dans les chapitres II et V.

Le Centre sous-régional d'avis de cyclones tropicaux* de Madagascar diffusera les bulletins météorologiques préliminaires aux Comores et à tous les pays Membres du Comité du continent. Le Centre sous-régional d'avis de cyclones tropicaux* de Maurice diffusera les bulletins météorologiques préliminaires aux Seychelles.

3.1.2 Activités nationales

Les CMN utiliseront tous les moyens et installations dont ils disposent pour assurer, dans toute la mesure possible, la réception rapide de ces produits et leur adaptation aux besoins nationaux.

Au moment de l'établissement des prévisions de cyclones tropicaux, les Services météorologiques nationaux tiendront compte des renseignements contenus dans les bulletins météorologiques préliminaires ainsi que d'autres documents d'orientation, en évitant toute répétition inutile des travaux de surveillance, sauf pour préciser les prévisions à l'aide de données de surveillance radar locales, de messages d'observation de navires, etc.

Le rôle essentiel des CMN consiste à convertir les informations techniques en prévisions et avis explicites de conditions météorologiques rigoureuses (vents violents, fortes précipitations et inondations, ondes de tempête, mers fortes et houle, et dégâts environnementaux), à des fins nationales, dans le cadre du système national établi d'avis de cyclones bien connu de la communauté. Les CMN peuvent demander au CMRS – Centre de cyclones tropicaux de La Réunion ou au Centre sous-régional d'avis de cyclones tropicaux* concerné, des précisions concernant toute modification éventuelle du comportement prévu d'un cyclone tropical qui aurait pu intervenir depuis la réception du bulletin météorologique préliminaire précédent.

* Voir note de bas de page, Chapitre I, section 1.5.

3.2 Prévision des ondes de tempête et de la houle cyclonique

La responsabilité en matière de prévision des ondes de tempête et de houle cyclonique incombe au Service météorologique national du Membre concerné.

3.3 Outils des prévisionnistes

Dans la mesure du possible, les CMN veilleront à mettre à la disposition de leurs prévisionnistes ce qu'il y a de mieux en fait d'outils de travail, notamment des stations de travail.

3.4 Bulletin régulier d'information cyclonique pour le sud-ouest de l'océan Indien

Le CMRS de La Réunion fournit quotidiennement et à l'année un bulletin d'information cyclonique pour le sud-ouest de l'océan Indien. Il s'agit d'un bulletin bilingue, français-anglais, diffusé à 1200 UTC. L'en-tête est AWIO21 pour la version française et AWIO20 pour la version anglaise (Tableau 3).

Appellations retenues pour ce bulletin:

Version française: «BULLETIN SUR L'ACTIVITÉ CYCLONIQUE ET LES CONDITIONS MÉTÉOROLOGIQUES TROPICALES SUR LE SUD-OUEST DE L'OCÉAN INDIEN»

Version anglaise: «BULLETIN FOR CYCLONIC ACTIVITY AND SIGNIFICANT TROPICAL WEATHER IN THE SOUTH-WEST INDIAN OCEAN»

Le bulletin se compose de deux parties: la première rappelant les avis spéciaux en cours, la seconde concernant l'activité dans le domaine tropical.

La diffusion régulière de ce bulletin complétera le dispositif opérationnel d'informations cycloniques mis en place par le CMRS-Centre des cyclones tropicaux de La Réunion à l'intention des Services météorologiques du Sud-ouest de l'océan Indien.

TABLEAU 3

**LISTE DES BULLETINS D'INFORMATION SUR LES CYCLONES DIFFUSÉS
PAR LE CENTRE DES CYCLONES TROPICAUX DE LA RÉUNION**

Bulletins		En-têtes	Diffusion
Avis pour la marine (BMS)	Anglais	WTIO20, 22, 24, 26	SMT 00, 06, 12 et 18 UTC
	Français	WTIO21	Idem
Bulletin CMRS	Anglais	WTIO30	SMT 00, 06, 12 et 18 UTC
	Français	WTIO31	Idem
Bulletin satellite	Anglais	TPIO20	SMT dès que possible après le passage du satellite
	Français	TPIO21	Idem
Avis consultatif (OACI)	Anglais	FKIO20	RSPTA 00, 06, 12, 18 UTC SMT 00, 06, 12, 18 UTC
Bulletin «BUFR»	–	ATIO01	SMT 00, 06, 12, 18 UTC
Bulletin «Best-Track»	–	AXIO20	SMT dans un délai d'un mois après la fin de l'épisode cyclonique
Bulletin d'information cyclonique	Anglais	AWIO20	SMT 12 UTC
	Français	AWIO21	SMT 12 UTC

APPENDICE III-A

ANALYSE ET PRÉVISION DES CYCLONES TROPICAUX

Le South African Weather Service (SAWS) a accès aux résultats des deux modèles globaux du CEPMMT et de Bracknell, via les données chiffrées en code GRID diffusées sur le SMT. Il utilise aussi son propre modèle à domaine limité (Eta) (38 niveaux, résolution de 80 km) et un modèle global spectral (28 niveaux, résolution de 100 km). Les deux modèles de prévision utilisés à Pretoria qui proviennent du CMN de Washington sont exploités sur un Cray J90.

Les analyses du modèle Eta, qui sont effectuées dans le cadre du système semi-opérationnel de prévision de cyclones tropicaux, tiennent compte de données hypothétiques sur les cyclones tropicaux.



CHAPITRE IV

BULLETINS MÉTÉOROLOGIQUES PRÉLIMINAIRES ET AVIS DE CYCLONES TROPICAUX

4.1 Bulletins météorologiques préliminaires concernant les cyclones tropicaux

Le CMRS de la Réunion assure la veille cyclonique de toute la région et fournit le diagnostic préliminaire le plus précis possible des paramètres techniques qui déterminent la position, l'intensité, la taille et la trajectoire future des perturbations tropicales, en tant que systèmes atmosphériques dans la région. Le Centre sous-régional d'avis de cyclones tropicaux* de Madagascar diffuse les bulletins météorologiques préliminaires pour la région située entre la côte est de l'Afrique et 55°E, tandis que le Centre sous-régional d'avis de cyclones tropicaux* de Maurice diffuse les bulletins météorologiques préliminaires pour les zones situées entre 55°E et 90°E, en tenant compte dans chaque cas des bulletins météorologiques préliminaires fournis par le CMRS – Centre des cyclones tropicaux de la Réunion.

Les CMN devraient fonder leur stratégie nationale sur les bulletins météorologiques préliminaires émis par le CMRS – Centre des cyclones tropicaux de la Réunion. Il importe également de bien utiliser les bulletins météorologiques préliminaires diffusés par les Centres sous-régionaux d'avis de cyclones tropicaux* pour leur zone de responsabilité.

4.2 Avis pour les zones continentales et les eaux côtières

Chaque Membre continuera d'être le seul et unique responsable de la diffusion d'avis pour ses zones continentales et ses eaux côtières. Ces avis seront fondés sur les analyses et les prévisions de tempêtes tropicales établies en vertu des dispositions en vigueur pour assurer la coordination et la coopération dans la région qui sont consignées dans le présent plan d'opérations.

Dans certains cas, les avis diffusés pour une zone déterminée sont interceptés dans les zones voisines ou parviennent dans ces zones. Tout en reconnaissant pleinement les responsabilités nationales susmentionnées, il faudra, dans la mesure du possible, s'efforcer de coordonner les avis diffusés par différents Membres afin de renforcer le système d'avis dans la région et de réduire au minimum les risques de confusion parmi les usagers. Les Membres échangeront donc des renseignements sur la diffusion de messages contenant des avis nationaux. Les modèles de bulletins nationaux d'avis de cyclone diffusés par divers Membres sont reproduits à l'annexe I-B.

Les CMN doivent aider à diffuser sans délai les avis aux communautés menacées, sachant que les avis de cyclone sont des produits extrêmement « périssables » et que tout retard dans leur diffusion a des effets préjudiciables sur leur utilité pour le public, semblables, dans une certaine mesure, à ceux d'inexactitudes dans les prévisions.

* Voir note de bas de page, Chapitre I, section 1.5.

4.3 Avis pour la haute mer

SMDSM

Dans le cadre du Système mondial de détresse et de sécurité en mer (SMDSM), le CMRS - Centre des cyclones tropicaux de la Réunion fournit des bulletins météorologiques spéciaux pour le secteur compris entre l'équateur et le parallèle de 40°S et entre la côte africaine et 90°E. Le Service météorologique de Maurice fournit des bulletins réguliers pour le secteur compris entre l'équateur et le parallèle de 30°S et entre les méridiens de 55°E et 95°E. Le CMRS de la Réunion diffuse ces bulletins sont diffusés par satellite via le système INMARSAT et la station terrienne d'Aussaguel (France).

4.3.1 Zones de responsabilité

Plusieurs Membres peuvent diffuser des avis pour la haute mer, pour une zone donnée.

Les Membres officiellement responsables de la diffusion de prévisions et d'avis pour la haute mer sont les suivants:

Madagascar - Zones maritimes comprises entre les parallèles de 10°S et 30°S et entre le littoral africain et le méridien de 60°E, d'une part, et entre les parallèles de 5°S et 30°S et les méridiens de 60°E et 70°E, d'autre part.

Maurice - Zones maritimes comprises entre l'équateur et le parallèle de 30°S et les méridiens de 50°E et 95°E.

Mozambique - Zone située dans le canal de Mozambique entre les parallèles de 12°S et 25°S.

Les Comores et la Réunion (France) diffusent également des bulletins contenant des avis relatifs à l'archipel des Comores et à la zone comprise entre l'équateur et le parallèle de 40°S et les méridiens de 40°E et 90°E, respectivement.

La mise en service du SMDSM entraînera progressivement des modifications de ces dispositions conformément aux recommandations de la Commission mixte OMM/COI, pour l'océanographie et la météorologie (CMOM).

4.3.2 Forme et contenu des bulletins

Dans les bulletins maritimes pour la haute mer les cyclones tropicaux sont classés comme suit:

- i) Dépression tropicale;
- ii) Tempête tropicale modérée;
- iii) Forte tempête tropicale;
- iv) Cyclone tropical;

- v) Cyclone tropical intense;
- vi) Cyclone tropical très intense.

Avis à diffuser pour la haute mer:

- i) Avis de grand frais;
- ii) Avis de coup de vent;
- iii) Avis de tempête;
- iv) Avis d'ouragan.

Lorsqu'aucun avis n'est diffusé, il faut le préciser dans les bulletins.

Dans les bulletins, l'avis est précédé de renseignements sur son origine, par exemple l'heure à laquelle se rapportent les données (carte synoptique, imagerie satellite, etc.) ayant servi à établir l'avis (voir la section 4.3.4 ci-après).

4.3.3 Horaire de diffusion des bulletins

Des bulletins contenant des avis pour la haute mer sont diffusés dès qu'ils se révèlent nécessaires et selon les indications données dans le Volume D de la Publication OMM-N° 9.

4.3.4 Centres de surveillance des cyclones pour les activités maritimes

Pour faciliter la coordination des avis pour la haute mer, les Centres météorologiques ci-après sont désignés comme Centres de surveillance des cyclones pour les activités maritimes‡ pour les parties de la région indiquées:

CMRS - Centre des cyclones tropicaux de la Réunion	toute la région
Centre sous-régional d'avis de cyclones tropicaux** de Madagascar	à l'ouest de 55°E
Centre sous-régional d'avis de cyclones tropicaux** de Maurice	à l'est de 55°E

Chacun de ces centres préparera et communiquera aux Membres intéressés, toutes les six heures et pour tous les cyclones dont le centre se trouve dans la zone qui lui a été attribuée et qui est mentionnée ci-dessus, les renseignements suivants:

- i) Heure à laquelle se rapportent les données, position du centre du cyclone, direction et vitesse de déplacement, vitesse maximale du vent, rayon de la zone à l'intérieur de laquelle les vents soufflent en coup de vent;

‡ L'expression «Centre de surveillance des cyclones pour les activités maritimes» a été adoptée par le Comité des cyclones tropicaux du CR I pour utilisation par ses Membres dans le sud-ouest de l'océan Indien. Elle n'a été adoptée ni par le Conseil régional I, ni par aucun autre organe constituant de l'OMM.

** Voir note de bas de page, Chapitre I, section 1.5.

- ii) Prévision de la position du centre du cyclone et de la vitesse maximale du vent à échéance de 12 heures.

Les Membres qui diffusent des bulletins pour la haute mer contenant des avis de cyclones (voir la section 4.3.2 ci-dessus) demanderont ces renseignements au CMRS - Centre des cyclones tropicaux de la Réunion et au Centre de surveillance des cyclones pour les activités maritimes* correspondant et les utiliseront au mieux.

4.4 Avis pour la navigation aérienne

Conformément au Plan de Navigation aérienne (ANP) pour la Région Afrique-océan Indien (AFI) de l'Organisation de l'aviation civile internationale (OACI), les avis de cyclones tropicaux destinés à la navigation aérienne internationale sont diffusés sous forme de messages SIGMET par les Centres de veille météorologique désignés qui fournissent chacun des informations pour une ou plusieurs régions d'information de vol (FIR) ou régions supérieures d'information de vol (UIR) déterminées. Les délimitations des FIR/UIR sont définies dans le Plan de navigation aérienne de l'OACI pour la Région AFI (document 7474).

Les renseignements SIGMET sont fournis conformément aux dispositions qui figurent dans le Volume II – Assistance météorologique à la navigation aérienne internationale du Règlement technique, Publication OMM-N° 49.

Le CMRS-Centre d'avis de cyclones tropicaux de la Réunion diffuse des renseignements préliminaires sur les positions du centre des cyclones tropicaux, à destination des Centres de veille météorologique désignés qui en ont besoin pour préparer les SIGMET.

* L'expression «Centre de surveillance des cyclones pour les activités maritimes» a été adoptée par le Comité des cyclones tropicaux du CR I pour utilisation par ses Membres dans le sud-ouest de l'océan Indien. Elle n'a été adoptée ni par le Conseil régional I, ni par aucun autre organe constituant de l'OMM.

APPENDICE IV-A

AVIS POUR LE PUBLIC ET POUR LES EAUX CÔTIÈRES: PRATIQUES NATIONALES

France (La Réunion)

Le Centre diffuse chaque jour trois bulletins pour les eaux côtières et la haute mer et trois pour le public. En cas de menace cyclonique, la fréquence quotidienne de ces bulletins augmente progressivement pour devenir tri-horaire lorsque le danger est imminent. Ces bulletins comprennent les renseignements suivants:

- Position et déplacement du cyclone;
- Influence sur le temps local, par secteur;
- Direction et vitesse du vent;
- État de la mer.

Madagascar

a) Avis pour le public

Les avis sont établis selon le modèle reproduit dans l'appendice I-B (b). Ils sont envoyés sous forme de messages prioritaires, sur les réseaux de télécommunications de la Gendarmerie et de l'Armée populaire, aux autorités administratives afin de leur permettre de prendre les dispositions qui s'imposent pour sauvegarder les vies humaines et limiter les dégâts matériels.

b) Avis pour les eaux côtières

Les avis sont établis selon le modèle reproduit dans l'appendice I-B (b) et diffusés sur les ondes de la radio-télévision malgache, mais ils comprennent en plus une partie sur l'état de la mer.

APPENDICE IV-B

BUREAU MÉTÉOROLOGIQUE SUD-AFRICAIN (SAWB)

BULLETINS MÉTÉOROLOGIQUES PRÉLIMINAIRES CONCERNANT LES CYCLONES TROPICAUX DIFFUSÉS PAR LE BUREAU CENTRAL DE PRÉVISION (CFO) DE PRETORIA

- i) Les bulletins «WTIO» du CMRS de La Réunion sont automatiquement téléchargés à Pretoria et réacheminés vers d'autres centres régionaux du sous-continent.
- ii) L'information susmentionnée est aussi incorporée dans le bulletin FQZA31 FAPR pour la haute mer que le CFO diffuse chaque jour à 8 h 40 et 14 h 40 UTC. Le texte intégral de l'avis du CMRS de La Réunion est inclus au besoin.
- iii) Le message FQZA81*, qui est diffusé via Burum LES et le satellite de la Région de l'océan Indien se compose du message FQZA31 susmentionné, d'une prévision pour la zone Madagascar Est et des prévisions FQIO21/22 du CMRS de La Réunion.
- iv) Si un cyclone tropical se dirige vers la zone de responsabilité du SAWB en ce qui concerne les bulletins côtiers (qui comprend le canal de Mozambique) le texte intégral du CMRS de La Réunion est inclus dans le bulletin.
- v) Le CFO effectue toutes les six heures une analyse des nuages à partir de l'imagerie de Météosat. Toute trace visible de tourbillon de cyclone tropical est mentionnée avec les positions données par le CMRS de La Réunion.
- vi) Le CFO, qui fonctionne 24 heures sur 24 durant toute l'année, est donc souvent appelé à fournir des renseignements ponctuels sur les cyclones tropicaux qui se trouvent dans sa zone de responsabilité, par téléphone, télécopie, radio et INMARSAT.

* Appelé METAREA VII à l'est de 20°E.

CHAPITRE V

ÉCHANGE D'INFORMATIONS

5.1 Systèmes de télécommunications

Les données d'observation et l'information traitée nécessaires aux services d'avis de cyclone, ainsi que les avis de cyclone établis à des fins internationales s'échangent sur le SMT. Ces renseignements, y compris les bulletins spéciaux APT et radar sur les cyclones, la position prévue du centre du cyclone et les avis de cyclone établis à des fins internationales, sont ajoutés aux messages collectifs contenant des données de base pour transmission au CRT de Nairobi. Le CRT de Nairobi transmet ces bulletins à tous les Membres du Comité.

Le CMRS - Centre des cyclones tropicaux de La Réunion fournit, au moins deux fois par jour, des bulletins préliminaires en français et en anglais dont il assure la diffusion.

Les bulletins météorologiques préliminaires concernant un cyclone, y compris les messages d'observation par radar de l'œil du cyclone, les images satellite, les analyses de cyclones, d'autres informations revêtant une importance particulière pour l'analyse et la prévision des cyclones, la position prévue des centres et les renseignements sur la situation concernant les avis locaux, ainsi que l'opinion des prévisionnistes sur la prévision et les avis de cyclones, sont échangés comme suit:

Botswana	-	Afrique du Sud	(GTS 64kbps)
Comores	-	La Réunion	(GTS, TCP/IP)
Comores	-	Madagascar	(TCP/IP)
Comores	-	Tanzanie	(TCP/IP)
Madagascar	-	La Réunion	(TCP/IP, GTS)
Madagascar	-	Maurice	(GTS, TCP/IP)
Madagascar	-	Mozambique	(TCP/IP)
Malawi	-	Afrique du Sud	(GTS, TCP/IP)
Malawi	-	La Réunion	(TCP/IP)
Maurice	-	La Réunion	(GTS TCP/IP)
Maurice	-	Seychelles	(TCP/IP)
Swaziland	-	Afrique du Sud	(TCP/IP [64 kbps], GTS)
Lesotho	-	Afrique du Sud	(SMT 64kbps, TCP/IP)
Zimbabwe	-	Afrique du Sud	(SMT 64kbps)
Malawi	-	Mozambique	(TCP/IP)
Mozambique	-	Afrique du Sud	(SMT 128kbps)
Kenya	-	Tanzanie	(SMT 64kbps)
Kenya	-	Afrique du Sud	(SMT 64kbps)
Seychelles	-	La Réunion	(TCP/IP, SMT)

5.2 Horaire d'échange des bulletins météorologiques préliminaires concernant un cyclone

Les bulletins météorologiques préliminaires concernant un cyclone s'échangent toutes les six heures. Ils bénéficient d'un haut degré de priorité. Les centres de prévision se consultent en cas de besoin sur les prévisions et avis de cyclones. Des échanges entre le Centre sous-régional d'avis de cyclones tropicaux* de Maurice et le CMRS – Centre des cyclones tropicaux de la Réunion ont lieu toutes les heures en cas de cyclone évoluant à proximité d'une des îles.

* Voir note de bas de page, Chapitre I, section 1.5.

APPENDICE V-A

LISTE D'ADRESSES ET DE NUMÉROS DE TÉLÉPHONE

PAYS	ADRESSE	TÉLEX/FAX/E-MAIL	NUMÉROS DE TÉLÉPHONE
AUSTRALIE Gary Foley Regional Director (Western Australia)	PO Box 1370 West Perth Western Australia 6872	Fax: (61-8) 926 32297 E-mail: gfoley@bom.gov.au Web: www.bom.gov.au	(61-8) 926 32210 (direct)
BOTSWANA M. P. Phage Director of Meteorological Services (G.K. Nthobatsang)	P.O. Box 10100 Gaborone	Fax: (267) 3956 282 Fax: (267) 3956 282	(267) 3956 281/4 (267) 3956 284
COMORES Poundja Mohammad Ali Bay Directeur du Bureau météorologique Ibrahim Kassim Chef des Services de prévision	P.O. Box 78 Moroni	Télex: 241 PUBLIC KO Fax: (269) 730 447, 731 468 E-mail: dgacm@snpt.km jamnagarlibay@yahoo.fr Fax: (269) 730 447, 731 468 E-mail: aimpsi@snpt.km kassim@snpt.km	(269) 730 948 Home: (269) 731 339 (269) 732 135, 731 593
FRANCE Y. Grégoris Directeur du Service météorologique P. Rémois Directeur adjoint Pour les questions d'exploitation, on peut prendre directement contact avec le CMRS à l'adresse électronique suivante :	P.O. Box 4 97491 Sainte-Clotilde Cédex La Réunion France P.O. Box 4 97491 Sainte-Clotilde Cédex La Réunion France	Fax: 262 262 921 147 E-mail: yves.gregoris@meteo.fr Tél. rés.: +262 262 921 100 +262 262 921 100 Web: www.meteo.fr rsmc_tcc.la_reunion@meteo.fr	(262) 262 921 100 Home: 262 921 155 262 971 407 (262) 262 921 107 Home: 262 921 162
LESOTHO B.T. Sekoli Director of Meteorological Services Attention: J.R. Mphethi	P.O. Box 14515 Maseru	Fax: (266) 325057 (266) 350325 E-mail: bulane@lesoff.co.za	(266) 325041 (266) 317250
MADAGASCAR Direction de la Météorologie et de l'Hydrologie Raelinera Nimbol Directeur Général Raveloarisoa Sahondrarilala Directeur des Exploitations météorologiques Ratovoharison J.M. Victor Directeur de la Météorologie appliquée	P.O. Box 1254 Antananarivo 101	Fax: (261) 20.22.408.23 E-mail: meteo@moov.mg Fax: (261) 20.22.408.23 E-mail: meteo.dem@moov.mg Fax: (261) 20.22.40.581 E-mail: meteo.dma@moov.mg	(261) 20.22.408.23 (261) 20.22.407.75 (261) 20.22.408.23 (261) 20.22.408.23

PAYS	ADRESSE	TÉLEX/FAX/E-MAIL	NUMÉROS DE TÉLÉPHONE
MALAWI Director of Meteorological Services Attention: Lucy Mtilatila	Meteorological HQ P.O. Box 2 Chileka	Télex: WEATHER MI Fax: (265) 1692 329 E-mail: metdept@metmalawi.com	(265) 1692 201 (265) 1692 333 Directeur: (265) 1692 312
MAURICE Directeur des Services météorologiques	St Paul Road Vacoas	Fax: (230) 686 1033 E-mail: meteo@intnet.mu	Direct: (230) 969 5626 Office: (230) 686 1031/2 Home: (230) 696 6088 Home: (230) 686 4743
MOZAMBIQUE Moises Benessene Director of Meteorology Mussa Mustafa Chief Forecasting	P.O. Box 256 Maputo	Télex: 6259 SMMMP MO Fax: (258) 1 491 150 E-mail: moises_b@inam.gov.mz E-mail: mussa.mustafa@inam.gov.mz mozmet@inam.gov.mz	(258) 1 491 258 465 138 (Airport)
RÉPUBLIQUE SUD-AFRICAINE I.T. Hunter Deputy Director Maritime Service	Private Bag X097 Pretoria 0001	Fax: (27 12) 367 6032 E-mail: ian@weathersa.co.za Web: www.weathersa.co.za	(27 12) 3
RÉPUBLIQUE-UNIE DE TANZANIE Director General Attention: A.L. Kijazi	Tanzania Meteorological Agency P.O. Box 3056 Dar-es-Salaam	Fax: (255) 222 460 718/735 (255) 222 460 772 E-mail: met@meteo.go.tz cfo@meteo.go.tz	(255) 222 460 706-8/735 (255) 222 460 772
SEYCHELLES Vincent Amelie Assistant Director of Meteorological Service	Division of Home Affairs, Environment and Transport P.O. Box 181 Victoria, Mahé, Seychelles	Fax: (248) 384 078 E-mail: v.amelie@meteo.gov.sc	(248) 384 065/66/68
SWAZILAND E.D. Dlamini Director of Meteorology Attention: S.M.Nkambule	P.O. Box 58 Mbabane	Télex: 2001 WD Fax: (268) 40 41 530, (268) 40 46 438 E-mail: weather@realnet.co.sz	(268) 40 46 274 (268) 40 48 859
ZIMBABWE Director Meteorological Services Attention: D. Manatsa	P.O. Box BE 150 Belvedere Harare	Télex: 40004 METEO ZW Fax: (263) 4 774 890/7 E-mail: weather@utande.co.zw Web: www.weather.utande.co.zw	(263) 4 774 891 (263) 4 774 894
CR I Coordinateur des correspondants nationaux pour la recherche B.S. Nyenzi Bureau sous-régional pour l'Afrique orientale et méridionale Attention: S. Njoroge	Directorate of Meteorology P.O. Box 3056 Dar-es-Salaam United Rep. of Tanzania P.O. Box 47464 Nairobi Kenya	Télex: 41442 HEWA Fax: (255) 51 110231 E-mail: bnyenzi@nyenzi.com Fax: (254) 2 57373 E-mail: wmo.nairobi@lion.meteo.go.ke stephen.njoroge@lion.meteo.go.ke	(255) 51 110227 (254) 2 577371

APPENDICE V-B

LISTE DES COORDINATEURS RESPONSABLES CHEZ LES MEMBRES DU CCT/CR I

Membre	Composante météorologique	Composante hydrologique	Prévention des catastrophes et planification préalable	Recherche	Formation
BOTSWANA	Mme G.K. Nthobatsang GKNthobatsang@gov.bw	Mme G.K. Nthobatsang GKNthobatsang@gov.bw	Mme G.K. Nthobatsang GKNthobatsang@gov.bw	Mme G.K. Nthobatsang GKNthobatsang@gov.bw	Mme G.K. Nthobatsang GKNthobatsang@gov.bw
COMORES	M. M. Ali Bay Poundja jamnagaralibay@yahoo.fr	M. M. Ali Bay Poundja jamnagaralibay@yahoo.fr	M. M. Ali Bay Poundja jamnagaralibay@yahoo.fr	M. M. Ali Bay Poundja jamnagaralibay@yahoo.fr	M. M. Ali Bay Poundja jamnagaralibay@yahoo.fr
FRANCE (La Réunion)	M. Yves Grégoris yves.gregoris@meteo.fr	M. Yves Grégoris yves.gregoris@meteo.fr	M. Yves Grégoris yves.gregoris@meteo.fr	M. Mathieu Plu mathieu.plu@meteo.fr	Mme Géraldine Rayot geraldinene.rayot@meteo.fr
LESOTHO	M. M Mahahabisa mahahabisa@lesmet.org.ls	M. Rapule Pule dwa@ilesotho.com	M. Mot'soane Seboka newu@ilesotho.com	M. Kuena Morebotsane morebotsane@lesmet.org.ls	M. Limomane Peshoane peshoane@lesmet.org.ls
MADAGASCAR	M. Sahondrarilala Raveloarisoa meteo.dem@moov.mg	M. Simon Razafindrabe razafisim@yahoo.fr	M. Louis de Gonzague Rakotonirainy sp.bngrc@bngrc.mg	Mme N Raholijao meteo.dem@moov.mg ou meteo@moov.mg	M. Olivia Rakotovazaha servasia1@yahoo.fr
MALAWI	Mme Lucy Mtilatila metdept@metmalawi.com	M. Chirwa hydrology@malawi.net	Directeur relief@snd.mw.org	M. A. Kamdonyo metdept@metmalawi.com	M. A. Kamdonyo metdept@metmalawi.com
MAURICE	M. B. Dunpath meteo@intnet.mu	M. R. Mungra meteo@intnet.mu	M. M. Beebeejaun meteo@intnet.mu	M. P. Goolaup meteo@intnet.mu	M. R. Mungra meteo@intnet.mu
MOZAMBIQUE	M. Moises Benessene moises_b@inam.gov.mz	M. Moises Benessene moises_b@inam.gov.mz	M. Moises Benessene moises_b@inam.gov.mz	M. Moises Benessene moises_b@inam.gov.mz	M. Moises Benessene moises_b@inam.gov.mz
NAMIBIE	M. Victor Kaurimuje Kaurimuje_vm@yahoo.com.uk	M. G. Von Langenhoven langenhoveng@mawrd.gov.com.na	M. J.K. Kangowa jkangowa@opm.gov.na	M. Z. Mufhaandga zmufhaandga@yahoo.com	M. Franz Uirab fuirab@meteona.com
AFRIQUE DU SUD	M. MC Nkosi nkosi@weather.co.za	M. Tshepo Ngobeni ngobeni@weather.co.za	M. Ian Tyrell Hunter ian@weather.co.za	M. Ian Tyrell Hunter ian@weather.co.za	M. Ian Tyrell Hunter ian@weather.co.za
SEYCHELLES	M. Vincent Amelie v.amelie@meteo.gov.sc	M. Vincent Amelie v.amelie@meteo.gov.sc	M. Vincent Amelie v.amelie@meteo.gov.sc	M. Vincent Amelie v.amelie@meteo.gov.sc	M. Vincent Amelie v.amelie@meteo.gov.sc
SWAZILAND	M. S.P. Gumede Sp_gumede@swazimet.gov.sz	M. Dumsani Mndzebele Wrb-wcon@realnet.co.sz	M. Jameson Ginindza ndtf@africaonline.co.sz	M. S.P. Gumede Sp_gumede@swazimet.gov.sz	M. S.P. Gumede Sp_gumede@swazimet.gov.sz
TANZANIE	M. Philbert F. Tibaijuka tibaijukap@meteo.go.tz	M. Julius M. Mihayo Dwr-maji@intafrica.com	M. Mohamed R. Matitu mratitu@meteo.go.tz	Dr. E.J. Mpeta empeta@meteo.go.tz	Mme Tabu E. Mrutu met@meteo.go.tz
ZIMBABWE	M. H. Temba htemba@weather.utande.co.zw	M. Meka 263-4-722733	M. Pawadyira eprzim@africaonline.co.zw	M. C. Mutasa cmutasa@weather.utande.co.zw	A. Tsiga atsiga@weather.utande.co.zw

CHAPITRE VI

CONTRÔLE DE LA QUALITÉ DES DONNÉES ET DES ÉCHANGES D'INFORMATIONS

6.1 Contrôle de la qualité des données d'observation

Les Services météorologiques nationaux redoubleront d'effort pour s'assurer que l'exactitude de toutes les données d'observation diffusées durant les périodes de menace de cyclone dans la région a été vérifiée. Chaque fois que cela se révélera opportun, la station d'observation sera priée de vérifier les messages d'observation ou certains éléments de ces messages; des voies de communication resteront ouvertes à cet effet notamment lorsqu'un programme d'observation renforcé est exécuté.

Lors des échanges de données durant les périodes de menace de cyclone, les demandes de précisions en ce qui concerne les messages d'observation douteux devront être adressés au Centre météorologique national concerné.

6.2 Contrôle des échanges d'informations

Le CMRS – Centre des cyclones tropicaux de La Réunion, les Centres sous-régionaux d'avis de cyclones tropicaux* et les CMN procéderont aux contrôles conformément à leurs procédures normalisées. Une attention particulière sera accordée, durant la saison des cyclones, à l'identification d'insuffisances dans l'acheminement des données d'observation et des informations traitées concernant l'analyse et la prévision des cyclones, afin que des mesures puissent être prises pour y remédier.

* Voir note de bas de page, Chapitre I, section 1.5.

C H A P I T R E V I I

S E R V I C E S D ' I N F O R M A T I O N S U R L E S C Y C L O N E S T R O P I C A U X

Les Membres échangeront en différé les informations nécessaires pour établir des fichiers de données sur les cyclones tropicaux et fournir des services d'information à l'échelon national. Ces informations comprendront les cartes annuelles des trajectoires des cyclones qui existent pour la zone en question, avec indication de l'intensité du cyclone à chaque position marquée conformément aux règlements et aux pratiques recommandées de l'OMM. Les fichiers contiendront aussi les classifications des cyclones par mois, intensité et déplacement, ainsi que leur regroupement par périodes de plusieurs années, conformément aux périodes de référence stipulées dans les règlements et les pratiques climatologiques recommandées de l'OMM.

Conformément ces recommandations, le CMRS - Centre des cyclones tropicaux de la Réunion établit les trajectoires officielles définitives (avec indication de l'intensité) pour chaque perturbation observée pendant la saison. Les données pertinentes sont diffusées sur le SMT sous forme de bulletins appelés «best-track bulletins» (avec l'en-tête AXI020) dans un délai d'un mois après la fin de chaque épisode cyclonique. En outre, un fichier informatique renfermant tous ces renseignements, complété lorsqu'il y a lieu, est établi à la fin de chaque saison cyclonique. Ce fichier, qui suit la forme de présentation recommandée par l'OMM (annexe VII-A), est envoyé au Centre national de données climatologiques (NCDC) de la NOAA à Asheville (Caroline du Nord, États-Unis d'Amérique) et est aussi à la disposition des Membres du Comité qui peuvent l'obtenir sur demande.

Membres qui tiennent à jour des fichiers d'information sur les cyclones tropicaux et les mettent à la disposition de tous les Membres du Comité ainsi que d'autres Membres de l'OMM et des instituts de recherche:

France (la Réunion)

- | | | |
|------------|---|---|
| Sur disque | - | Fichier complet des perturbations tropicales observées dans le sud-ouest de l'océan Indien depuis 1850 (environ 1 200 perturbations). |
|------------|---|---|

Madagascar

- | | | |
|----------------------|---|---|
| Sur bande magnétique | - | Identification, position, intensité, caractéristiques des éléments météorologiques, direction et vitesse de déplacement des cyclones tropicaux. |
| Sur disquette | - | Trajectoire de toutes les dépressions et de tous les cyclones qui se sont produits dans la région depuis 1911. |

Mozambique

- | | | |
|---------------|---|--|
| Sur microfilm | - | Cartes météorologiques en surface pour le sud-ouest de l'océan Indien. |
|---------------|---|--|

JEU MONDIAL DE DONNÉES SUR LA TRAJECTOIRE ET L'INTENSITÉ DES CYCLONES TROPICAUX

FORME DE PRÉSENTATION

Position	Contenu
1-9	Code d'identification du cyclone composé d'un nombre à deux chiffres représentant l'ordre du cyclone dans la saison cyclonique, le code de la zone et l'année. Par exemple, 01SWI20000 est le code du premier cyclone observé dans le sud-ouest de l'océan Indien durant la saison 2000/2001. Codes des différentes zones: ARB = Mer d'Oman ATL = Océan Atlantique AUB = Région australienne de Brisbane AUD = Région australienne de Darwin AUP = Région australienne de Perth BOB = Golfe du Bengale CNP = Centre du Pacifique Nord ENP = Est du Pacifique Nord ZEA = Région de la Nouvelle-Zélande SWI = Sud-ouest de l'océan Indien SWP = Sud-ouest de l'océan Pacifique WNP = Ouest du Pacifique Nord et mer de Chine méridionale
10-19	Nom de la tempête
20-23	Année
24-25	Mois (01-12)
26-27	Jour (01-31)
28-29	Heure - en temps universel (signaler la position au moins toutes les six heures, 00Z, 06Z, 12Z et 18Z)
30	Indicateur de latitude: 1 = latitude Nord; 2 = latitude Sud
31-33	Latitude (en degrés et dixièmes de degré)
34-35	Total de contrôle (somme de tous les chiffres caractérisant la latitude)
36	Indicateur de longitude: 1 = longitude Ouest; 2 = longitude Est
37-40	Longitude (en degrés et dixièmes de degré)
41-42	Total de contrôle (somme de tous les chiffres caractérisant la longitude)
43	Confiance quant à la position* 1 = bonne (<30 milles marins; <55 km) 2 = acceptable 30-60 milles marins; 55-110 km) 3 = médiocre (>60 milles marins; >110 km)

* Confiance quant à la position du centre: le degré de confiance quant à la position du centre d'une perturbation tropicale est donné par le rayon du plus petit cercle à l'intérieur duquel l'analyse permet de situer le centre. La position est bonne si le rayon est inférieur à 30 milles marins (55 km). La position est acceptable si le rayon est compris entre 30 et 60 milles marins (55 à 110 km) La position est médiocre si le rayon est supérieur à 60 milles marins (110 km).

	9 = inconnue
44-45	Nombre T - de Dvorak (99 si ce nombre est inconnu ou non disponible)
46-47	Nombre CI - de Dvorak (99 si ce nombre est inconnu ou non disponible)
48-50	Vitesse moyenne maximale du vent en unités entières (999 si la vitesse est inconnue ou non disponible)
51	Unités de vitesse du vent: 1 = nœuds; 2 = mètres par seconde; 3 = km par heure
52-53	Intervalle de temps choisi pour calculer la vitesse moyenne du vent (en minutes pour les vitesses mesurées ou calculées, 99 si ce paramètre est inconnu ou estimé)
54-56	Vitesse maximale des rafales (999 si ce paramètre est inconnu)
57	Durée des rafales (en secondes, 9 si ce paramètre est inconnu)
58	Code qualité des relevés du vent: 1 = observation par aéronef ou sonde larguée 2 = observation sur l'eau 3 = observation sur terre 4 = estimation Dvorak 5 = divers
59-62	Pression au centre (arrondie au hectopascal le plus proche) (9999 si ce paramètre est inconnu ou estimé)
63	Code qualité des relevés de la pression (identique à celui des relevés du vent)
64	Unités de longueur: 1 = nœuds, 2 = km
65-67	Rayon des vents de vitesse maximale (999 si ce paramètre est inconnu)
68	Code qualité des relevés du rayon des vents de vitesse maximale 1 = observation par aéronef 2 = observation radar l'œil étant bien défini 3 = observation satellite l'œil étant bien défini 4 = observation radar ou satellite, l'œil étant mal défini 5 = autre valeur estimative
69-71	Valeur-seuil de la vitesse du vent (de préférence de la force du coup de vent, 999 si ce paramètre est inconnu)
72-75	Rayon dans le secteur 1: 315°-45°
76-79	Rayon dans le secteur 2: 45° -135°
80-83	Rayon dans le secteur 3: 135°-225°
84-87	Rayon dans le secteur 4: 225°-315°
88	Code qualité des valeurs-seuil de la vitesse du vent 1 =observation par aéronef 2 =observation en surface 3 = valeur estimative à l'extérieur d'une isobare fermée 4 =autre valeur estimative
89-91	Seconde valeur-seuil de la vitesse du vent (999 si ce paramètre est inconnu)
92-95	Rayon dans le secteur 1: 315°-45°
96-99	Rayon dans le secteur 2: 45° -135°
100-103	Rayon dans le secteur 3: 135°-225°
104-107	Rayon dans le secteur 4: 225°-315°
108	Code qualité des valeurs-seuil de la vitesse du vent (identique à celui de la position 88)
109-110	Type de cyclone: 01 = perturbation tropicale (pas d'isobare fermé) 02 = vitesse du vent inférieure à 34 nœuds, <17 ms ⁻¹ et au moins un isobare fermé 03 = 34 à 63 nœuds, 17 à 32 ms ⁻¹

- 04 = >64 nœuds, >33 ms⁻¹
- 05 = extratropical
- 06 = en voie de comblement
- 07 = cyclone subtropical (système dépressionnaire, non accompagné d'un système frontal, comprenant une circulation initialement barocline se développant au-dessus des eaux subtropicales)
- 08 = au-dessus du continent
- 09 = inconnu

111-112 Code de la source (code à 2 chiffres correspondant au pays ou à l'organisation qui a fourni les données au Centre national de données climatologiques des États-Unis. Le Secrétariat de l'OMM est habilité à attribuer des numéros aux nouveaux centres et organisations qui voudront participer)

- 01 CMRS Miami - Centre des ouragans
- 02 CMRS Tokyo - Centre des typhons
- 03 CMRS - Cyclones tropicaux, New Delhi
- 04 CMRS - Centre des cyclones tropicaux de La Réunion
- 05 Service météorologique d'Australie
- 06 Service météorologique de Nouvelle-Zélande, S.a.
- 07 CMRS - Centre des cyclones tropicaux de Nandi
- 08** Centre commun d'avis de typhons, Honolulu
- 09** Service météorologique de Madagascar
- 10** Service météorologique de Maurice
- 11** Service météorologique de Nouvelle-Calédonie
- 12 Centre des ouragans du Pacifique central, Honolulu

Note**: plus utilisé

En-têtes 1-19 Code d'identification et nom du cyclone;
20-29 Groupe date/heure;
30-43 Meilleures positions concernant la trajectoire;
44-110 Intensité, extension et type;
11-112 Code de la source.



Direction Interrégionale de la Réunion

BP 4 97491 Ste-Clotilde CÉDEX Tél.: +262 262 92 11 00
Fax direction: +262 262 92 11 47 Fax exploitation: +262 262 92 11 48

Centre des cyclones tropicaux de la Réunion

CMRS – Cyclones Tropicaux pour le sud-ouest de l'océan Indien

1. Fonctions du Centre

La direction de Météo-France à la Réunion a été désignée officiellement comme Centre météorologique régional spécialisé (CMRS) – Cyclones Tropicaux pour le sud-ouest de l'océan Indien lors de la quarante-cinquième session du Conseil exécutif de l'Organisation météorologique mondiale (Genève, juin 1993). Cette décision a pris effet le 1^{er} juillet suivant.

La zone de responsabilité officielle du CMRS couvre les eaux tropicales et subtropicales du sud-ouest de l'océan Indien, de l'équateur à 40° de latitude Sud et des côtes orientales de l'Afrique à 90° de longitude Est (y compris par conséquent le canal de Mozambique).

La principale mission du CMRS est de fournir aux 15 Membres du Comité des cyclones tropicaux relevant du CRI (Afrique du Sud, Botswana, Comores, France, Kenya, Lesotho, Madagascar, Malawi, Maurice, Mozambique, Namibie, Seychelles, Swaziland, Tanzanie, Zimbabwe), toute l'information possible (analyses, prévisions, discussions) sur les différentes perturbations tropicales amenées à évoluer dans sa zone de responsabilité. Cependant, au-delà de cette fonction opérationnelle essentielle, le CMRS a également vocation à être le centre de liaison pour toutes les questions touchant aux cyclones tropicaux, par exemple, dans le cadre de la recherche/développement et celui de la formation.

Au-delà des responsabilités que lui confère son statut de CMRS/Cyclones tropicaux, la direction de Météo-France à la Réunion a de nombreuses autres responsabilités nationales et internationales. Au niveau du SMT (Système mondial de télécommunications), elle forme un nœud au sein du réseau régional. Dans le cadre du SMDSM (Système mondial de détresse et de sécurité en mer), elle est responsable de la préparation des prévisions et avis spéciaux sur de larges portions des zones METAREA VII-OI et METAREA VIII-S. Par ailleurs, elle a été désignée par l'OACI comme centre d'avis de cyclones tropicaux dans la Région AFI avec pour rôle d'assister l'ensemble des centres de veille météorologique de la région dans la préparation de leurs messages SIGMET/Cyclones Tropicaux.

Météo-France à la Réunion participe, aussi, activement au Programme international de bouées dans l'océan Indien en mettant par exemple en place des enregistreurs de pression et en organisant régulièrement le largage, dans les régions tropicales ou polaires, de bouées dérivantes à partir de navires faisant escale à la Réunion. Dernièrement, Météo-France a aussi contribué à la mise en place du réseau de bouées ancrées RAMA dans les eaux proches de l'équateur.

2. Moyens humains

La direction de Météo-France à la Réunion compte un peu moins de quatre-vingt-dix agents, dont 19 ingénieurs (classe 1 OMM) et une cinquantaine de techniciens (classe 2 OMM). Certains de ces agents se consacrent entièrement au CMRS, que ce soit dans le domaine de l'exploitation ou dans celui de la recherche-développement.

2.1 Prévision

L'équipe chargée des prévisions est composée de cinq prévisionnistes principaux placés sous la direction d'un chef d'équipe exerçant les fonctions de responsable de l'exploitation du CMRS/Centre d'avis de cyclones tropicaux. Le service est organisé de telle façon que, 24 heures sur 24, un prévisionniste principal (ou deux en période critique) puisse se consacrer exclusivement à la surveillance, au suivi et à la prévision des perturbations tropicales présentes dans la zone de responsabilité du CMRS.

Afin que le prévisionniste bénéficie d'un maximum de temps pour l'étude de la situation et l'élaboration de ses prévisions, toutes les tâches qui pouvaient l'être ont été automatisées. Ainsi, pour faire face à la nécessité de diffuser de nouveaux bulletins, un logiciel a été développé qui, à partir des informations régulièrement compilées par le prévisionniste dans une base de données, élabore puis diffuse automatiquement les différents bulletins cyclones émis par le CMRS. Des réanalyses sont régulièrement effectuées en temps légèrement différé en vue d'alimenter une base de données «opérationnelle» sur les trajectoires optimales, dont on se sert couramment pour mener à bien diverses tâches opérationnelles comme l'actualisation des informations concernant la trajectoire et l'intensité des cyclones qui sont mises en ligne sur le site Web de Météo-France destiné au public (http://www.meteo.fr/temps/domtom/La_Reunion/).

Outre leurs activités opérationnelles, les prévisionnistes spécialisés en cyclones tropicaux consacrent le reste de leur temps à des activités de formation et de développement.

2.2 Recherche-développement

Depuis août 1998, une équipe de recherche-développement de haut niveau dans le domaine des cyclones tropicaux a rejoint le CMRS. Cette équipe, baptisée «Cellule de recherche sur les cyclones (CRC)», bénéficie du soutien du Centre national de recherche météorologique de Météo-France à Toulouse et comprend trois ingénieurs-chercheurs, un informaticien et, en moyenne, trois étudiants-stagiaires par an. Les activités de cette équipe sont en partie menées en coopération et synergie active avec le Laboratoire de physique de l'atmosphère de l'Université de la Réunion. En janvier 2006, la CRC a donc intégré une Unité mixte de recherche baptisée «Laboratoire de l'atmosphère et des cyclones (LACy)», qui rassemble des chercheurs du Centre national de la recherche scientifique (CNRS), de l'Université de la Réunion et de Météo-France.

3. Moyens Techniques

3.1 Télécommunications

Au sein du réseau régional de télécommunications météorologiques (RRTM), le CMRS de la Réunion constitue un nœud relié à un certain nombre d'autres services météorologiques par des liaisons fiables, dont certaines à grande vitesse. Les opérations de télécommunications sont pleinement automatisées et ne nécessitent que la présence d'un superviseur.

Le Centre est relié, via Toulouse, aux centres régionaux de télécommunication (CRT) de l'Afrique de l'Est et de l'Afrique australe (Nairobi et Pretoria, respectivement) par une liaison TCP/IP. La capacité de cette liaison a fait l'objet d'améliorations fréquentes : elle est ainsi passée à 4 Mbits/s en 2008 (alors qu'elle était auparavant de 512 kbits/s depuis 2005).

Cette liaison avec Toulouse, qui est sécurisée par une liaison de secours supplémentaire à 512 kbits/s (Numeris), constitue un véritable cordon ombilical pour le CMRS. Elle lui permet l'accès à toutes les banques de données de Météo-France et, en particulier, aux sorties des modèles français (Arpège, Arpège-Tropiques – une version spéciale du modèle Arpège, qui prend en compte des pseudo-données sur le tourbillon cyclonique – et Aladin-Réunion – un modèle à domaine limité à haute résolution qui couvre la plus grande partie de la zone de responsabilité du CMRS) ainsi que des modèles mondiaux du Centre européen de prévisions météorologiques à moyen terme (CEPMET) et du Met Office du Royaume-Uni.

Le CMRS dispose également:

- D'une station de réception de données RETIM Afrique, qui assure la réception au moyen d'une technologie proche de celle employée pour la réception TV (IP/DVB) de messages alphanumériques, d'images satellite et de produits de prévision numérique du temps à 64 kbits/s;
- D'un système de diffusion d'avis multiprotocole (par télécopie, textos et messages vocaux).

Un serveur de messages et bulletins météorologiques, opérationnel depuis 1991, permet aux Services météorologiques nationaux (SMN) de la région d'accéder directement aux données collectées et aux bulletins élaborés par le CMRS ainsi qu'à des informations qui ne sont pas disponibles sur le RRTM (celles provenant de Toulouse par exemple).

Par ailleurs, le Centre a de plus en plus recours à l'Internet, en particulier pour les échanges de données au niveau régional où ce réseau constitue une alternative fiable aux liaisons traditionnelles. Que ce soit par le biais d'une mise en ligne au moyen du protocole FTP (SMN des Seychelles, des Comores et de Madagascar) ou du courrier électronique (Mozambique, Afrique du Sud, Djibouti, etc.), l'Internet est devenu un moyen de communication indispensable.

Dans le cadre du Projet de démonstration concernant la prévision des conditions météorologiques extrêmes, le CMRS fournit aussi aux Membres participant à ce projet des produits particuliers ainsi que des champs numériques extraits de son modèle à domaine limité Aladin-Réunion. Complétés par de nouveaux produits dérivés des prévisions d'ensemble, ces champs devraient être mis en ligne sur un site Web spécialisé protégé par un mot de passe (extranet) avant la fin de l'année 2010.

De surcroît, le CMRS s'est doté d'un serveur spécialisé avec accès restreint, mettant à disposition les données météorologiques tirées de ses serveurs SYNERGIE.

Enfin, pour les pays ne disposant pas encore d'accès à l'Internet ou dans le but de fournir un système de secours peu onéreux, le CMRS, en collaboration avec Worldspace, a accepté de mettre quelques-uns de ses produits élaborés (pointages, champs de modèles, bulletins cycloniques) sur le serveur RANET.

3.2 Systemes de reception des satellites meteorologiques

Le CMRS dispose de plusieurs systemes de reception d'images satellite:

- Une station HRPT doublee, specialisee dans la reception directe des images transmises par les satellites a orbite polaire americains de la serie TIROS;
- Une station assurant la reception directe des images transmises par les satellites a orbite polaire europeens de la serie Metop;
- Une station PDUS assurant la reception directe en temps reel des donnees numeriques a haute resolution transmises par le satellite meteorologique geostationnaire europeen Meteosat 7;
- Une station de reception de donnees d'EUMETSAT (installée en septembre 2005) assurant l'acquisition d'images transmises par les satellites meteorologiques geostationnaires europeens de la premiere generation (Meteosat 7) et de la deuxieme generation (MSG-Meteosat 9);
- Une station de reception directe des informations transmises par le satellite geostationnaire chinois FY-2.

Le logiciel utilise pour le traitement de toutes ces images a été elabore par le Centre de meteorologie spatiale de Météo-France établi à Lannion.

3.3 Radar

Fin 1993, un radar Doppler à longueur d'onde de 10 cm a été installé dans les hauts de Saint-Denis, à environ 700 mètres d'altitude et 12 km à vol d'oiseau du CMRS qui le commande à distance. Les données brutes acquises par le radar sont traitées sur le site, et les différents produits dérivés (PPI, CAPPI, etc.) sont transmis au centre au moyen d'une liaison spécialisée à 9 600 bits/s. Après une interruption de service due à la destruction du radar par le cyclone tropical de forte intensité *Dina* à la fin du mois de janvier 2002, un nouveau radar a été installé, qui a permis de rétablir pleinement la fonction de surveillance radar à la fin de l'année 2002. Le logiciel connexe a été totalement remanié à la fin de l'année 2008.

Depuis l'est jusqu'à l'ouest-sud-ouest, la vue du radar est totalement dégagée sur tout le secteur septentrional d'où proviennent plus de 95 % des cyclones tropicaux qui s'approchent de la Réunion. Ce radar assure une surveillance quasi continue des cyclones tropicaux jusqu'à 350 à 400 km des côtes réunionnaises, et notamment de ceux qui menacent l'île. Il permet d'élaborer des prévisions plus précises de leur trajectoire finale et de leur impact sous forme de vents violents et de fortes pluies et, finalement, d'améliorer la qualité des avis et de veiller à l'opportunité de leur diffusion dans la phase finale du processus d'alerte pour la Réunion.

Ce radar Doppler offre également des possibilités très intéressantes en matière de recherche-développement sur les effets que l'orographie peut avoir sur la structure centrale des cyclones atteignant l'île et de manière plus générale, par suite de la combinaison des observations radar avec les données collectées en temps réel par le réseau des quelque 25 stations automatiques implantées dans l'île, sur les effets de l'orographie sur la répartition des fortes précipitations (la Réunion détient tous les records du monde de précipitations entre 12 heures et 15 jours, tous ces records étant liés au passage de cyclones tropicaux au-dessus ou à proximité de l'île). L'assimilation de ces données radar dans un modèle numérique non hydrostatique à

moyenne échelle est l'une des principales possibilités qui s'offrent pour la recherche, mais aussi à des fins opérationnelles à plus ou moins long terme.

L'absence de couverture pour les secteurs sud-est et sud-ouest de l'île sera pratiquement palliée d'ici la fin de l'année 2011 grâce à l'installation prévue d'un deuxième radar dans l'arrière-pays (à la Plaine des Cäfres).

3.4 **«SYNERGIE»**

«SYNERGIE» est le nom du système de postes de travail et du logiciel mis au point par Météo-France et utilisés par l'ensemble de ses prévisionnistes pour visualiser et synthétiser une information météorologique de plus en plus abondante et permettre l'élaboration de documents résultant de leurs analyses. SYNERGIE est d'ailleurs une abréviation de «**S**ystème **N**umérisé d'**E**xploitation **R**ationnelle et de **G**estion **I**nteractive et **E**volutive» des données météorologiques.

Grâce à cet outil, les prévisionnistes peuvent établir un modèle conceptuel de l'état réel de l'atmosphère en visualisant sur leurs postes de travail l'intégralité de l'information météorologique disponible (données classiques, produits de la prévision numérique du temps, images radar et satellite, etc.). Il est à noter que toutes les données numériques recueillies par les systèmes locaux d'acquisition d'images (radars, satellites, etc.) ou reçues directement de Toulouse via le commutateur de messages TRANSMET sont traitées et stockées de façon simultanée sur deux serveurs, dont chacun fait en permanence office de serveur de secours pour l'autre, ce qui permet d'accéder à l'information météorologique en temps réel de façon rapide et sécurisée à partir de n'importe quel poste de travail «client».

SYNERGIE offre un grand nombre de possibilités: affichage de l'ensemble des informations météorologiques disponibles, avec possibilité de superposer analyses objectives, profils verticaux, animation, composition de bulletins, etc. De plus, un module d'expertise particulier (appelé «SYNERGIE-Cyclones») permettant d'assurer la surveillance des perturbations tropicales a été ajouté depuis la mise en application de la version 4.0 du logiciel. Le CMRS de la Réunion a participé activement à la validation de ce module et, fort de son expérience et de son expertise, continuera de prendre une part active à son amélioration. Des nombreuses fonctionnalités propres à ce module spécialisé dans le traitement des données d'analyse et de prévision se rapportant aux systèmes tropicaux, l'une des plus utiles est la possibilité d'afficher automatiquement les prévisions relatives à la trajectoire des cyclones fournies par les différents modèles de prévision numérique du temps en même temps que les traitements spécifiques associés (relocalisation, consensus, etc.).

Enfin, l'un des aspects les plus intéressants du logiciel SYNERGIE est qu'il permet de recréer certaines situations météorologiques instructives et qu'il constitue par conséquent un moyen de formation utile qui est utilisé dans le cadre des ateliers régionaux organisés sous le parrainage de l'OMM à la Réunion, où des prévisionnistes de la Région I peuvent être confrontés à des situations réelles sur les postes de travail mis à leur disposition.

Depuis la fin de l'année 2004, grâce à un projet parrainé par la Commission européenne (projet FED/COI) visant à améliorer la transmission et le traitement des données météorologiques, tous les SMN des pays voisins du CMRS ont été équipés du même logiciel SYNERGIE. Cette initiative a grandement facilité l'échange de compétences et a accessoirement renforcé la coopération régionale centrée sur le CMRS.

4. Surveillance cyclonique

Faute de reconnaissance aérienne et en raison du nombre très limité d'observations conventionnelles dans la zone de responsabilité du CMRS, la surveillance cyclonique repose essentiellement sur l'imagerie satellitaire, sauf lorsque les perturbations évoluent dans la zone d'acquisition des radars de la Réunion ou de Maurice (ce dernier étant pour le moment hors de service).

Bien sûr, si le CMRS veille à utiliser toutes les informations disponibles pour déterminer la position et l'intensité des cyclones tropicaux, il ne dispose, dans la plupart des cas, que d'images satellite pour déterminer la position du centre dépressionnaire et l'intensité de la perturbation tropicale considérée.

La technique de Dvorak fondée sur les images satellite (utilisée depuis 1982 au CMRS) reste le principal moyen d'estimer l'intensité des tempêtes. Toutefois, après la mise en service ces dernières années d'une nouvelle génération de satellites de recherche et de capteurs, de nouveaux moyens sont apparus à la fin des années 1990, dont certains d'une très grande efficacité. C'est notamment le cas des satellites dont les radiomètres et les capteurs explorent de nouvelles gammes de fréquences telles que les hyperfréquences. Ces données en hyperfréquences, généralement accessibles en temps quasi-réel par le biais de sites Web spécialisés, ont acquis de plus en plus d'importance dans la surveillance des cyclones tropicaux, du fait qu'on a déjà pu constater qu'un certain nombre de techniques ou d'algorithmes nouveaux élaborés ces dernières années dans ce domaine contribuaient à accroître nettement la pertinence et la fiabilité des analyses concernant ces phénomènes.

Jusqu'à la saison cyclonique 1995/96, la surveillance cyclonique exercée par le CMRS reposait presque exclusivement sur l'utilisation des images à haute résolution transmises par les satellites de la série TIROS, qui offrent une très bonne résolution spatiale mais pâtissent grandement, en revanche, d'un échantillonnage temporel insuffisant. En fait, selon les orbites des satellites TIROS et la distance entre la Réunion et les cyclones tropicaux suivis par le CMRS, quatre à six images NOAA de ces derniers sont acquises par jour (mais seulement une ou deux lorsque ces cyclones se trouvent dans la partie la plus orientale de la zone de responsabilité du CMRS).

Même si les prévisionnistes spécialisés en cyclones tropicaux élaborent encore la plupart de ces images transmises par des satellites à orbite polaire – le premier satellite météorologique européen à orbite polaire Metop venant compléter les satellites de la NOAA depuis 2007 –, la surveillance par satellite des perturbations tropicales est désormais principalement fondée sur les images transmises par des satellites géostationnaires.

L'installation en 1995 de la station PDUS a marqué le début de cette évolution, puisqu'elle a permis d'acquérir les images transmises par le satellite Météosat situé au-dessus du golfe de Guinée et qui assure la couverture de la partie ouest de la zone de responsabilité du CMRS, où se trouvent l'ensemble des terres habitées de la région. Même si la résolution est inférieure à celle des images TIROS (10 km x 6 km à la longitude de la Réunion et moins encore plus à l'est) et que l'angle de prise de vue peut être une source d'erreurs importantes si l'on n'en tient pas compte, le fait de disposer d'une image toute les demi-heures, la possibilité d'animation et l'accès aux images concernant la vapeur d'eau améliorent considérablement les capacités de surveillance et d'analyse des cyclones tropicaux se trouvant à l'ouest de 65° de longitude Est et de leur environnement.

Mais l'avancée décisive s'est produite en 1998 avec la mise en place d'une couverture géostationnaire opérationnelle pérenne de l'ensemble du bassin ; en effet, le déplacement (initialement effectué dans le cadre de l'expérience internationale INDOEX) de Météosat 5 de 0° à 63° de longitude Est, puis son remplacement par Météosat 7 en décembre 2007 (à 67° de longitude Est), ont permis au CMRS de bénéficier (depuis mai 1998) de la transmission, toutes les demi-heures, d'images de la totalité de l'océan Indien. De plus, les images transmises par le satellite géostationnaire japonais couvrant la partie ouest du Pacifique (et aussi la partie est de l'océan Indien, y compris le secteur le plus oriental de la zone de responsabilité du CMRS) sont également prises en compte dans SYNERGIE.

Après le lancement et la mise en exploitation des satellites Météosat seconde génération (MSG), le CMRS a été doté en 2005 du matériel nécessaire à la réception de ces nouvelles données et à la visualisation des nouveaux produits satellitaires. Bénéficiant de nouveaux canaux ainsi que de résolutions spatiale et temporelle accrues (transmission d'images toutes les 15 minutes), les satellites MSG ont assuré une couverture élargie de la partie ouest du bassin en transmettant des images d'excellente qualité du canal de Mozambique et de Madagascar.

D'autres données proviennent de satellites de recherche que l'on a commencé d'utiliser à des fins opérationnelles depuis la saison cyclonique 1998/99. Depuis lors, ces satellites ont pris une importance accrue et sont désormais considérés comme des outils opérationnels supplémentaires. Ces satellites d'une nouvelle génération, qui transmettent des données et des images dans des gammes précises de fréquences (hyperfréquences), fournissent beaucoup d'informations très utiles sur le centre des perturbations tropicales et sur leur intensité. Si l'on peut mentionner le capteur hyperfréquences spécialisé imageur (SSM/I), le capteur hyperfréquences spécialisé imageur/sondeur (SSM/IS), le satellite Aqua et la Mission pour la mesure des pluies tropicales (TRMM), il convient de préciser que les données AMSU (Sondeur amélioré à hyperfréquence) transmises par les satellites TIROS et Metop ont aussi grandement contribué à accroître la qualité des analyses.

En plus des données en hyperfréquences, il faut aussi mentionner plus spécialement les données de diffusiomètres. En effet, comme on a pu le vérifier, les champs de vent qui en sont tirés permettent d'obtenir, en présence d'une perturbation tropicale, des renseignements objectifs très utiles sur la position du centre en surface (ce qui est particulièrement intéressant en début de dépression ou dans le cas de systèmes cisaillés) et sur l'ampleur des vents de la force du coup de vent ou presque autour du centre. Ils ne permettent cependant pas d'analyser les vitesses de vent élevées et les forts gradients présents au cœur des fortes tempêtes (et donc l'intensité des cyclones tropicaux).

Le satellite européen ERS-2 a malheureusement connu une défaillance fatale début 2001 et ne transmet plus de données de diffusiomètres depuis lors (les données altimétriques sont cependant toujours disponibles).

Toutefois, le satellite QuickScat de la NASA lancé vers le milieu de l'année 1999 a compensé cette perte des données transmises par ERS-2 jusqu'à ce qu'il connaisse lui aussi une défaillance fatale en novembre 2009. Le diffusiomètre radar SeaWinds placé à bord de QuickScat a bénéficié d'un couloir exploré plus large que celui d'ERS-2 et a donc assuré une bien meilleure couverture spatiale. Jusqu'à deux orbites par jour pour chaque système tropical pouvaient être acquises et visualisées par le biais d'Internet. Moyennant une certaine expertise (en particulier pour lever les ambiguïtés concernant les vents qui pouvaient résulter d'un positionnement erroné

des centres de circulation), ces données de diffusiomètres transmises par QuickScat ont été d'une grande utilité pour ce qui concerne l'analyse et la surveillance des cyclones tropicaux.

Depuis 2007, on dispose de mesures supplémentaires du vent effectuées par le diffusiomètre Ascat embarqué dans le satellite Metop, ce qui contribue à accroître le nombre des données disponibles. Malgré une couverture géographique plus restreinte et une technique de balayage différente (qui permet d'obtenir deux étroits couloirs distincts de données), ces mesures présentent l'avantage d'être moins sensibles à la contamination par les pluies que les données transmises par QuickScat. Depuis la défaillance de ce dernier, la couverture diffusiométrique, désormais assurée par le seul Ascat, s'est considérablement réduite, avec une incidence négative clairement constatée sur les activités d'exploitation.

5. Prévision cyclonique

5.1 Prévision de trajectoire et d'intensité

Les prévisions de trajectoire et d'intensité reposent en grande partie sur les données produites par les modèles de prévision numérique.

Outre leur utilisation directe, ces champs sont analysés afin d'évaluer les contraintes imposées aux perturbations tropicales par leur environnement. Cette analyse subjective combinée aux renseignements obtenus à partir des données d'observation, satellitaires ou autres, permet d'estimer comment le comportement actuel de la perturbation risque d'être influencé.

5.2 Modèles de prévision numérique

Actuellement, le CMRS utilise divers modèles pour ses prévisions opérationnelles:

1. *Modèle statistique*

Sur la base du fichier historique des cyclones tropicaux du CMRS (qui aujourd'hui contient les données relatives à plus de 1 200 cyclones tropicaux couvrant la période 1848-2007), un modèle simple par analogue a été développé. Ce type de modèles permet d'avoir rapidement accès à des prévisions de trajectoire et d'intensité des cyclones.

a) Prévision de trajectoire

Si ce modèle permet de former les nouveaux ou les jeunes prévisionnistes aux caractéristiques climatologiques essentielles des cyclones dans le bassin, il présente cependant un intérêt limité pour ce qui concerne la prévision opérationnelle de trajectoire à une échéance de plus de 12 heures. Ce modèle peut aussi servir de modèle de référence élaboré pour l'évaluation de modèles de prévision de trajectoire plus perfectionnés.

b) Prévision d'intensité

Les prévisions d'intensité soulèvent beaucoup plus de difficultés que les prévisions de trajectoire, notamment en raison des performances limitées des actuels modèles opérationnels dans ce domaine. En conséquence, les modèles statistiques restent compétitifs pour les prévisions d'intensité.

2. **Modèles globaux**

Les prévisionnistes du CMRS spécialisés en cyclones tropicaux se fondent principalement sur les prévisions déduites des produits de la prévision numérique du temps, compte tenu des progrès impressionnants qu'ont accomplis les modèles dynamiques ces dernières années. Parmi tous les modèles globaux de prévision numérique du temps dont dispose le CMRS, les plus utiles sont le modèle du CEPMMT, le modèle du Met Office du Royaume-Uni et, bien entendu, le modèle français Arpège, dont il existe une version à résolution uniforme particulièrement adaptée aux régions tropicales océaniques (Arpège-Tropiques). De plus, depuis la saison cyclonique 2004/05, des prévisions de trajectoire fondées sur les sorties de modèles globaux américains sont régulièrement transmises au CMRS, ce qui permet aux prévisionnistes de disposer d'un ensemble suffisant de modèles pour appliquer les dernières stratégies de prévision telles que le consensus.

Parallèlement, les prévisions d'ensemble du Centre européen et, plus récemment, du modèle français Arpège (PEARP) sont transmises et prises en compte pour évaluer le degré de confiance ou d'incertitude des prévisions ou pour essayer d'anticiper la cyclogénèse.

5.3 **Évaluation des prévisions du CMRS**

Depuis 1990, des statistiques détaillées sur la pertinence des prévisions sont publiées à la fin de chaque saison cyclonique. Les graphiques ci-après donnent la vérification des prévisions de trajectoire (moyennes sur cinq ans des erreurs directes de positionnement) pour différents degrés d'intensité (intensité du cyclone tropical à l'instant zéro de la prévision) et pour des échéances allant jusqu'à 72 heures. Compte tenu de l'amélioration des prévisions de trajectoire (les prévisions actuelles à trois jours étant aussi fiables que les prévisions à deux jours il y a quelques années), le CMRS a porté l'échéance maximale de ses prévisions à cinq jours (à compter du début de l'année 2010).

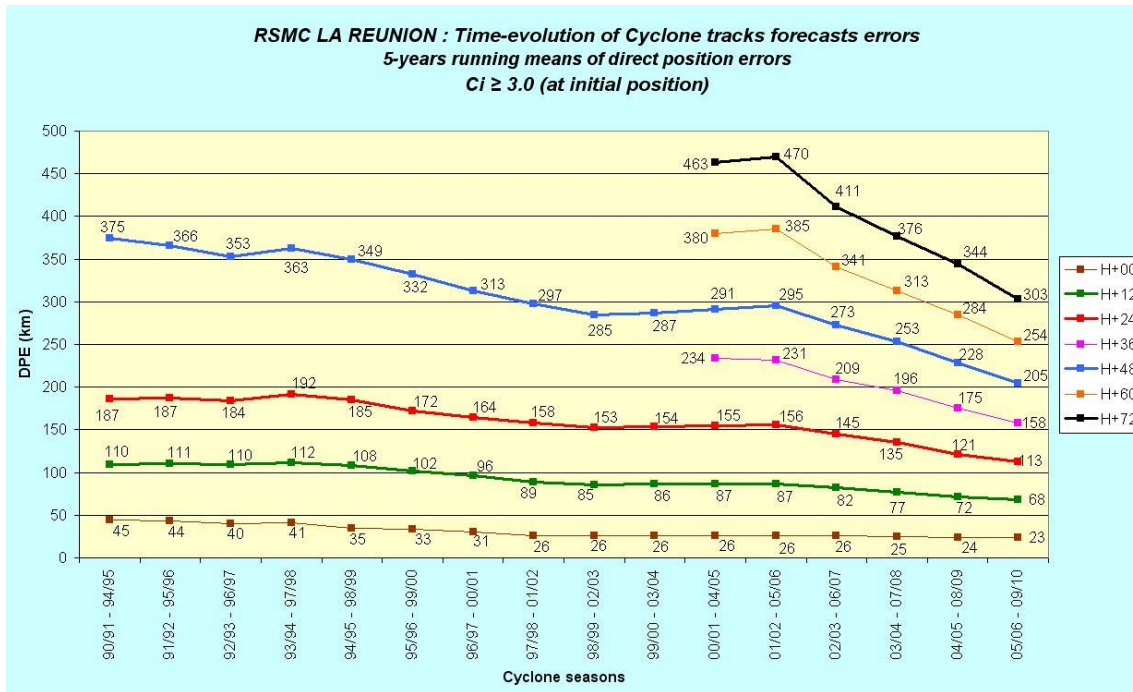
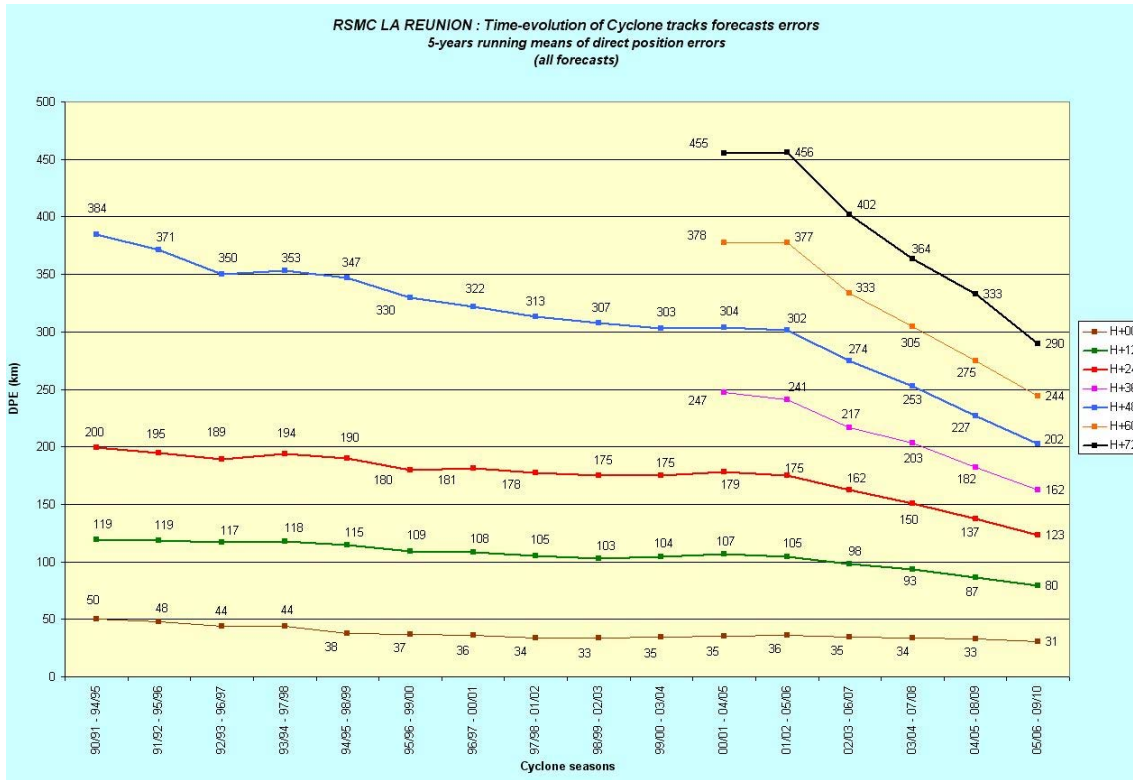
[Légendes figures]

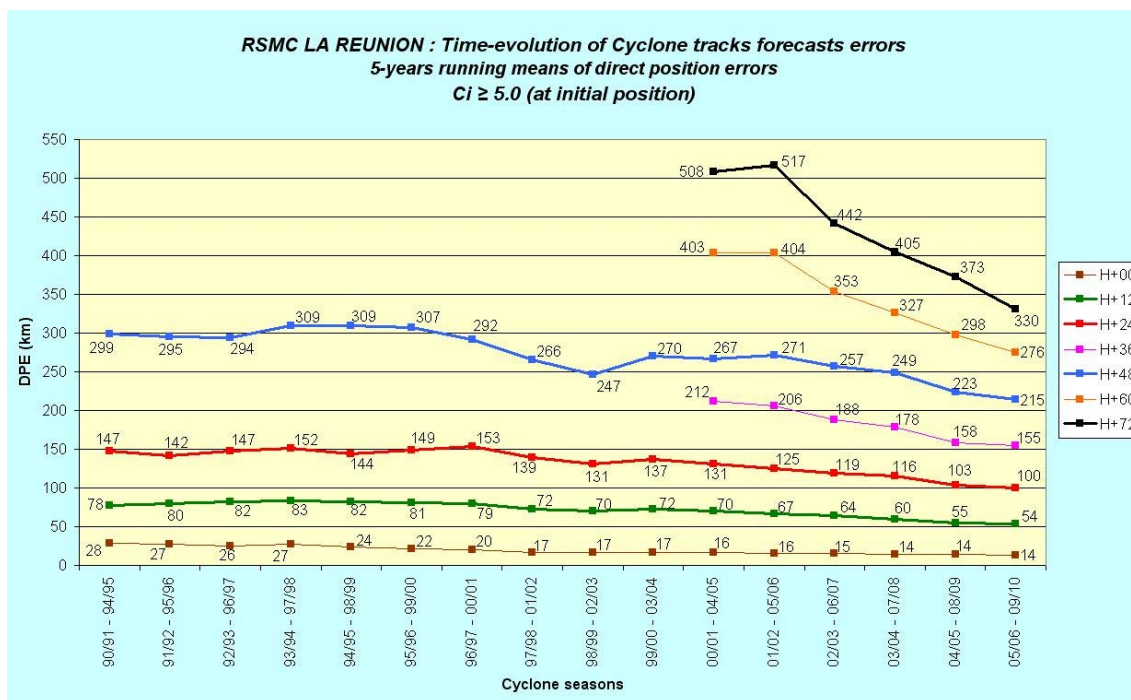
CMRS de la Réunion: Évolution avec le temps des erreurs concernant les prévisions de trajectoire cyclonique
Moyennes sur cinq ans des erreurs directes de positionnement
(toutes prévisions confondues)

Erreur directe de positionnement (km)
Saisons cycloniques

.....
Intensité cyclonique $\geq 3,0$ (à l'instant zéro de la prévision)

.....
Intensité cyclonique $\geq 5,0$ (à l'instant zéro de la prévision)





5.4 Modèle d'onde de tempête et modèle de houle cyclonique

À la Réunion, en raison du profil de la côte et de la bathymétrie, les ondes de tempête ne posent pas un problème fondamental, même si pour certaines portions de la côte le risque est significatif en cas de situations et trajectoires bien spécifiques.

Un modèle numérique d'onde de tempête développé par Météo-France pour la Réunion, a été implanté au CMRS en décembre 1996. Il est possible de faire tourner ce modèle en temps réel chaque fois que, selon les prévisions, un cyclone risque de toucher l'île. Sur la base des multiples passages du modèle, le CMRS a élaboré un atlas des ondes de tempête précalculées consultable sur ordinateur et offrant la possibilité pour le prévisionniste de déterminer de manière interactive, et en fonction de l'incertitude propre aux conditions de prévision, l'Enveloppe maximale des eaux (EMDE).

Le modèle de houle cyclonique est encore plus utile, compte tenu du danger potentiel que représentent les lames déferlantes provoquées, sur le littoral de la Réunion, par la houle associée aux cyclones tropicaux traversant cette zone. On fait actuellement tourner ce modèle sur demande lorsqu'une tempête menace l'île. Mais il est prévu d'élaborer à l'avenir des cartes quotidiennes de l'état de la mer et de la houle cyclonique provoquée par les systèmes tropicaux actifs dans le sud-ouest de l'océan Indien.

6. Produits opérationnels du CMRS

6.1 Bulletins

Le CMRS diffuse régulièrement des bulletins spéciaux pour la marine (BMS), des bulletins «CMRS», des avis consultatifs pour l'OACI, des bulletins «BUFR» et des bulletins «Best-Track» ainsi que, depuis septembre 1999, un bulletin quotidien d'information cyclonique pour le

sud-ouest de l'océan Indien (comprenant un diagnostic et un pronostic concernant la cyclogénèse).

Bulletins		En-têtes	Heure de diffusion	
Avis pour la Marine (BMS)	Anglais	WTIO20, 22, 24 et 26	SMT	00, 06, 12, 18 UTC
	Français	WTIO21		Idem
Bulletin CMRS	Anglais	WTIO30	SMT	00, 06, 12 et 18 UTC
	Français	WTIO31		Idem
Avis consultatif (OACI)	Anglais	- FKIO20	RSFTA SMT	00, 06, 12, 18 UTC 00, 06, 12, 18 UTC
Bulletin «BUFR»	-	ATIO01	SMT	00, 06, 12, 18 UTC
Bulletin «Best-Track»	-	AXIO20	SMT	généralement moins d'un mois après la fin de l'épisode cyclonique
Perspectives d'évolution en zone tropicale et bulletin d'information cyclonique	Anglais	AWIO20	SMT	12 UTC
	Français	AWIO21	SMT	12 UTC

Les bulletins «CMRS» sont les bulletins les plus complets. Ils fournissent en particulier des prévisions argumentées de trajectoire et d'intensité jusqu'à échéance de 72 heures (échéance maximale des prévisions depuis 2003 ; 48 heures auparavant) ainsi que des perspectives d'évolution supplémentaires à échéance de 96 et 120 heures.

6.2 Diffusion MDD

Un certain nombre de produits graphiques et de bulletins du CMRS sont diffusés par le biais du Service de distribution des données météorologiques (MDD) de Météosat.

6.3 Base de données cycloniques

A la fin de chaque saison cyclonique, les «best-tracks» (bulletins de la «meilleure trajectoire») du CMRS sont adressées sous forme de fichiers numériques au Centre national de données climatologiques des États-Unis (Ashville–États-Unis) ainsi qu'à d'autres centres qui ont exprimé le désir de les recevoir (par exemple, le Centre météorologique du Royaume-Uni à Exeter). L'accès à cette base de données sera prochainement offert à partir du site Internet du CMRS.

7. Activités de recherche, de formation et de communication du CMRS

7.1 Recherche-développement

Il s'agit principalement de renforcer les capacités de prévision du CMRS en élaborant de nouveaux modèles ou en améliorant les modèles existants et en fournissant de meilleurs éléments d'orientation objectifs aux prévisionnistes. La Cellule de recherche sur les cyclones (CRC) est chargée de mener à bien cette tâche essentielle. La CRC a également pour mission

d'améliorer la connaissance que l'on peut avoir des cyclones de l'océan Indien. Depuis le 1^{er} janvier 2006, la CRC est liée au Centre national de la recherche scientifique (CNRS) et à l'Université de la Réunion en tant qu'équipe de l'Unité mixte de recherche baptisée «Laboratoire de l'atmosphère et des cyclones (LACy)». L'intégration de la CRC au sein du LACy a permis de renforcer les collaborations avec les chercheurs de la région ainsi qu'au niveau national.

La CRC a fondamentalement pour mission de proposer, piloter et coordonner, en liaison avec le Centre national de recherche météorologique, des activités de recherche-développement visant à améliorer la prévision des cyclones à Météo-France et, plus généralement, la connaissance des systèmes tropicaux. Elle prend donc part directement aux activités de recherche. Ses missions effectives se rapportent à trois champs d'activité principaux:

- La recherche
- Le soutien scientifique et l'élaboration d'outils spécifiques à l'intention des prévisionnistes
- La formation

Le principal domaine d'activité de la CRC est la modélisation numérique. Depuis 2004, la CRC a orienté ses activités vers la modélisation à moyenne échelle en élaborant un modèle opérationnel appelé Aladin-Réunion et en expérimentant un modèle de recherche non hydrostatique à moyenne échelle. Le modèle Aladin-Réunion est une version particulière d'un modèle parent à domaine limité mis au point à l'origine pour l'Europe et qui a été adapté pour le bassin de la partie sud-ouest de l'océan Indien, avant tout dans le but d'améliorer les prévisions de trajectoire et d'intensité des cyclones tropicaux. Caractérisé par sa résolution élevée (10 km) et par son système d'assimilation en 3D-Var, il a la capacité d'ingérer et d'assimiler un très grand nombre de données d'observation classiques et satellitaires, ces dernières jouant un rôle crucial dans un secteur océanique presque dépourvu de stations de mesure *in situ* comme l'océan Indien. Un ensemble spécifique de pseudo-données sur le vent a été mis en œuvre pour améliorer la prévision des trajectoires des cyclones tropicaux.

L'optimisation des algorithmes d'assimilation et les études de l'impact des observations comptent parmi les principales activités de recherche entreprises par le biais d'Aladin-Réunion. Le modèle non hydrostatique à moyenne échelle et résolution de 1 km est, quant à lui, utilisé pour mener des recherches au sujet de la dynamique interne des cyclones tropicaux et étudier des aspects connexes comme les interactions avec le relief.

Pour ces deux modèles, des travaux visant à mettre en place un couplage océan-atmosphère sont en cours, en vue d'étudier les effets des configurations et structures spécifiquement océaniques sur les cyclones tropicaux et dans le but ultime d'améliorer les prévisions de l'intensité de ces phénomènes.

7.2 Formation

Le CMRS joue un rôle clé dans la région en matière de formation. En particulier, depuis 1999, il organise, généralement tous les deux ans et avec le concours de l'OMM, un cours ou un atelier de formation de deux semaines dispensé en français et en anglais à l'intention des pays africains membres du Comité des cyclones tropicaux relevant du CR I.

Par ailleurs, dans le cadre de la coopération régionale, le CMRS accueille régulièrement des météorologistes de la région détachés auprès du centre pendant les trois ou quatre mois de forte activité cyclonique.

Par ses fonctions, le CMRS est également amené à participer à de multiples séminaires ou conférences internationales.

Enfin, depuis la fin du projet FED/COI mentionné plus haut, le CMRS joue un rôle important en matière d'expertise technique et d'assistance auprès des Services météorologiques nationaux voisins équipés de systèmes informatiques analogues.

7.3 Publication annuelle

Le CMRS de la Réunion publie annuellement un rapport en français et en anglais sur l'activité cyclonique observée dans le sud-ouest de l'océan Indien. De nombreux exemplaires sont distribués dans la région (en particulier aux membres du Comité des cyclones tropicaux), mais aussi à de nombreux centres météorologiques et instituts scientifiques partout à travers le monde. Cette publication décrit en détail la formation, l'évolution et les effets de chacun des différents cyclones observés au cours de la saison et fournit des cartes optimisées des trajectoires, des statistiques, des images satellite et autres informations pertinentes.