

Chapitre 19 : Etudes des cas

Dans cette section, nous allons faire une analyse approfondie des effets de l'IOD- intense de l'année 2016-2017.

Section 1 Mise en évidence de la cause de l'anomalies de précipitations de l'année 2016-2017

Dans ce paragraphe, en utilisant tous les résultats vus précédemment, nous allons les combinés aux cartes composites d'anomalies OLR globales et de précipitation sur la boîte 39° E 56° E, -11° S - 25° N délimitant Madagascar à l'échelle mensuelle depuis la date du début de l'anomalie de précipitation, Août 2016 jusqu'à la fin, Mars 2017 aux Figures 87-a à -h). Mais tout d'abord, représentons les graduations respectives désignant l'intensité des anomalies OLR et de précipitations sur les Figures (figure 86)

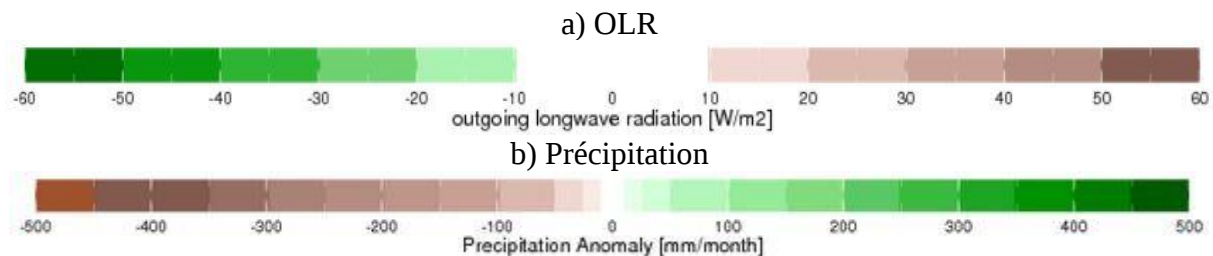


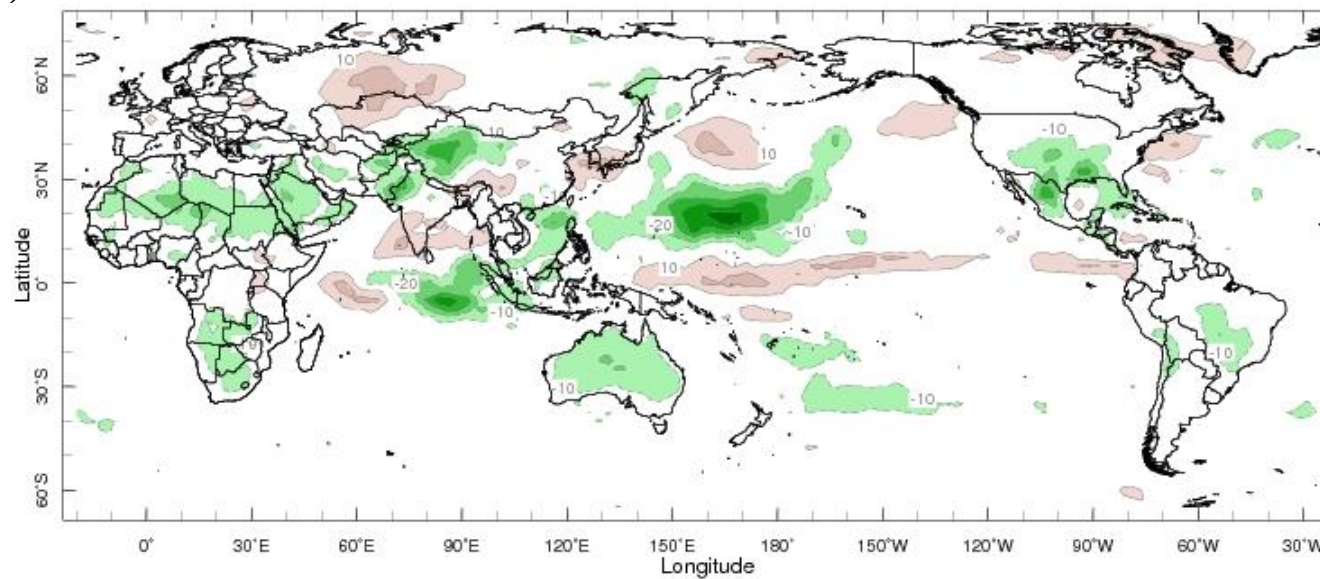
Figure 86 : Graduations respectives de l'intensité des anomalies d'OLR et de précipitations

Source: IRICS-Earth Institute, Columbia University

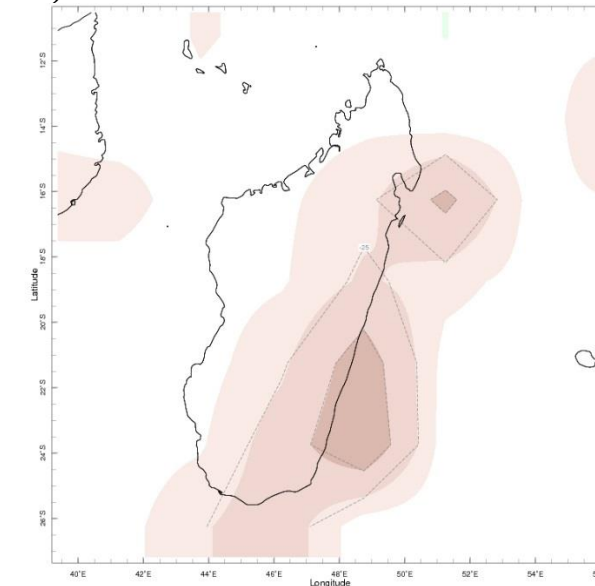
Sur la Figure 86-a) définit les cartes composites d'anomalies OLR, les anomalies négatives en vert sur la carte impliquent une nébulosité accrue et une probabilité accrue de précipitation. Les anomalies positives chez le brun impliquent une diminution de la nébulosité et des précipitations. En effet, il s'avère que ces relations fonctionnent mieux dans les régions tropicales telles que Madagascar [39].

Sur la figure 86-b) définit les cartes composites d'anomalies de précipitations, les anomalies positives en vert indiquent une augmentation des précipitations et celles en brun une diminution par rapport à la normale calculée sur la période de 1971-2000. Les contours sont tracés à +/- 10, 25, 50, 100, ..., 500 mm sur les cartes composites de précipitations [39].

a-1)



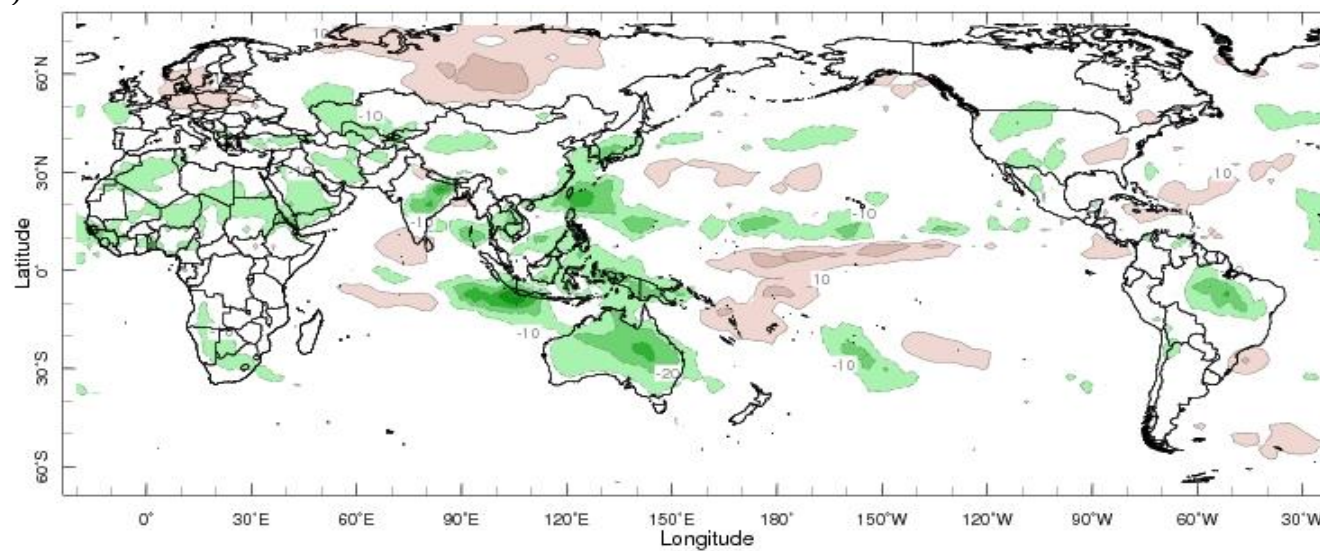
a-2)



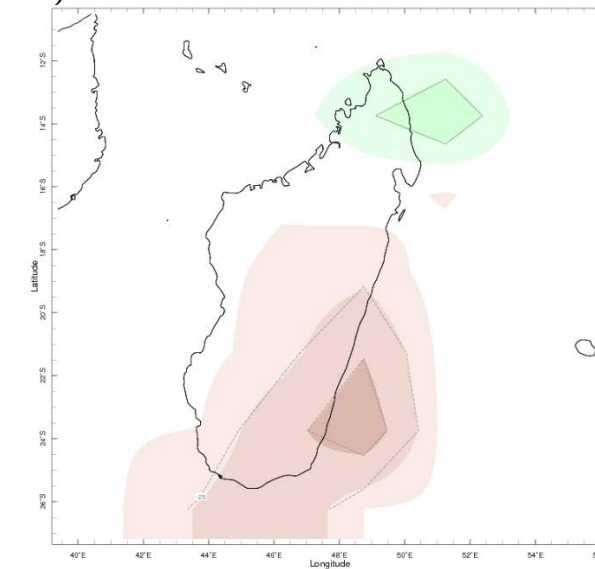
Aug 2016

Aug 2016

b-1)



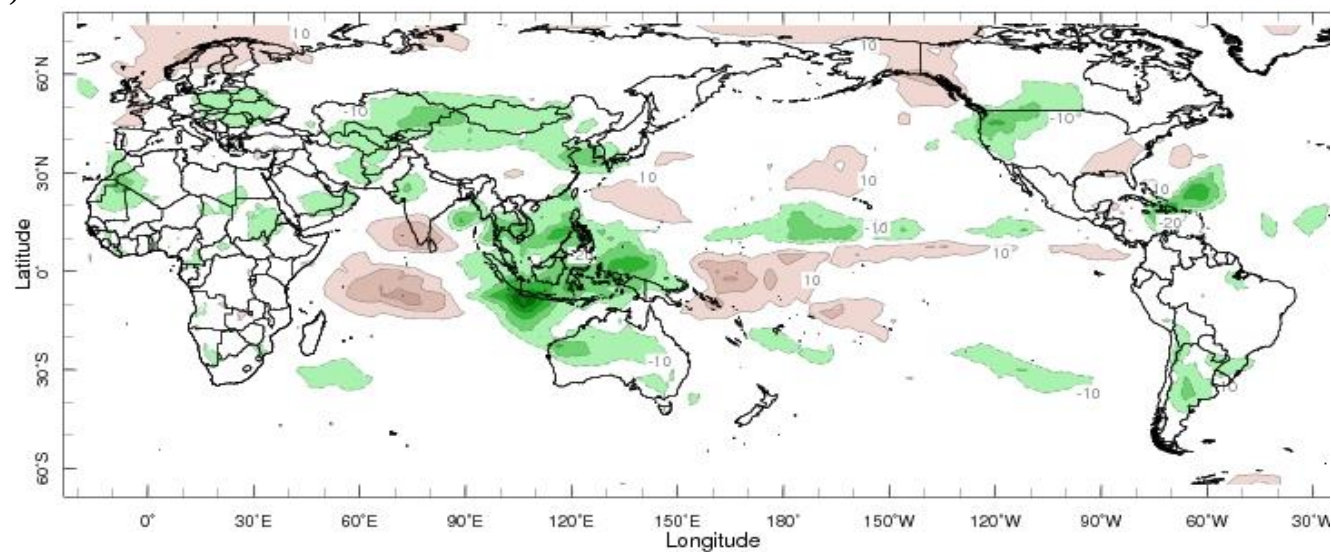
b-2)



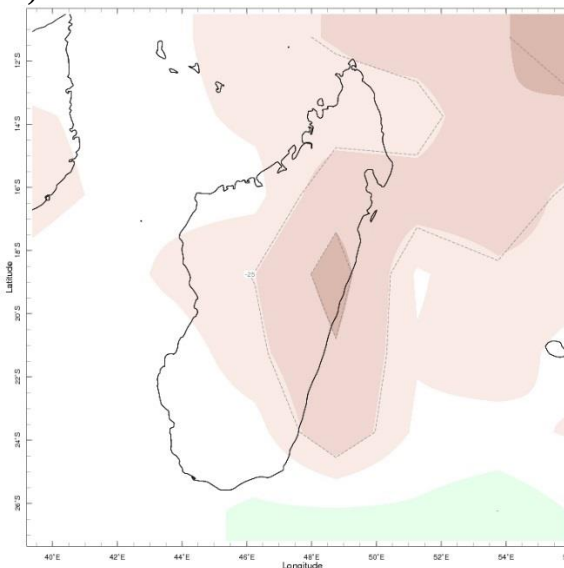
Sep 2016

Sep 2016

c-1)



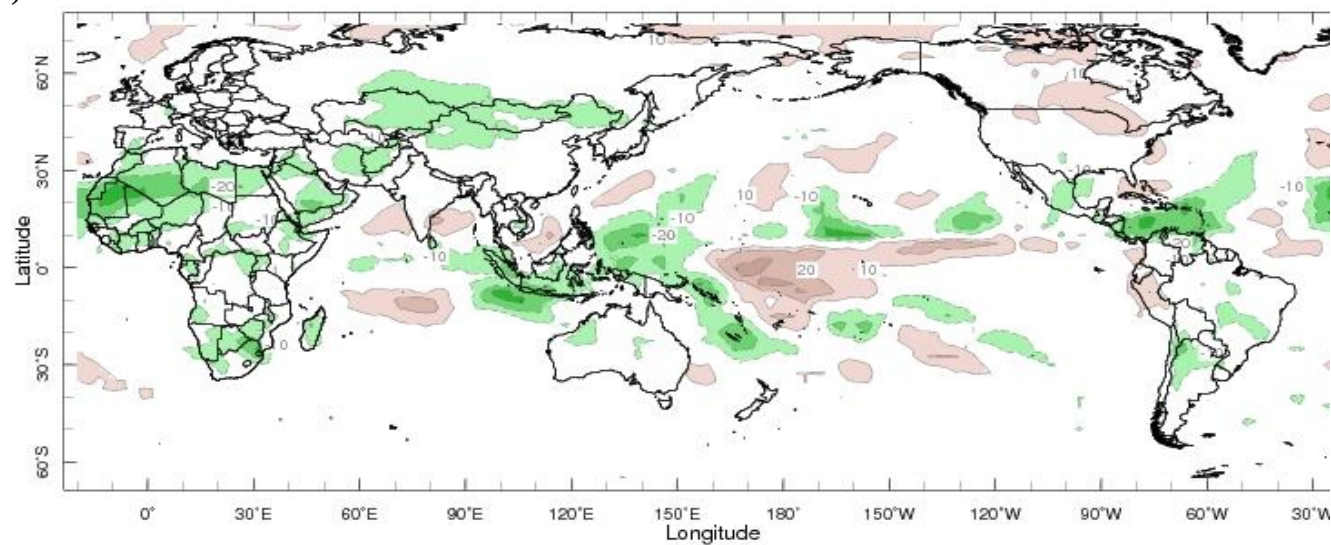
c-2)



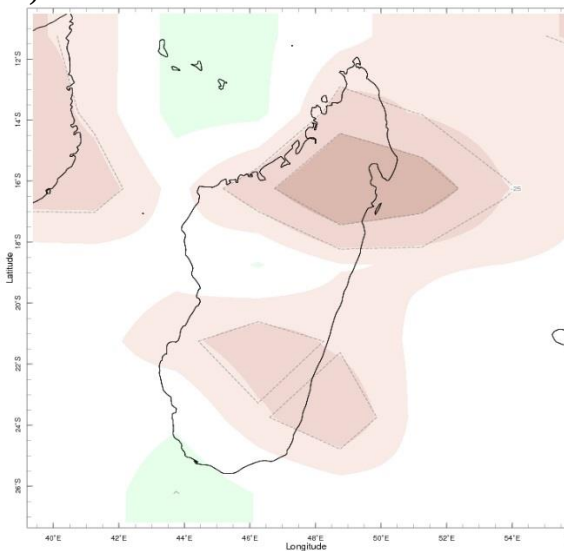
Oct 2016

Oct 2016

d-1)



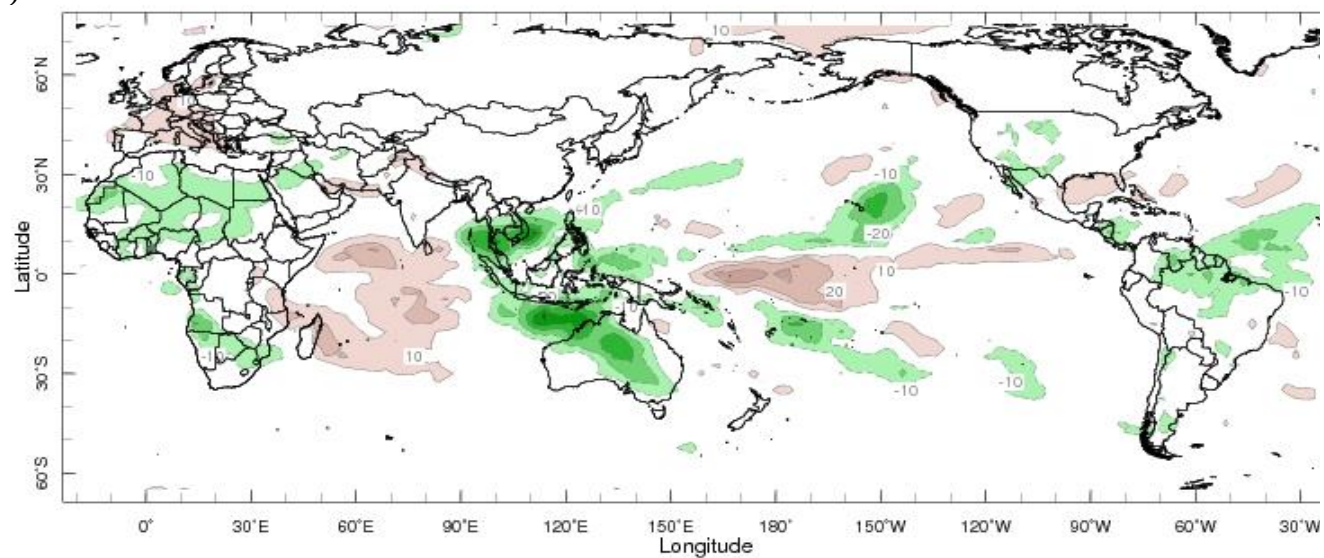
d-2)



Nov 2016

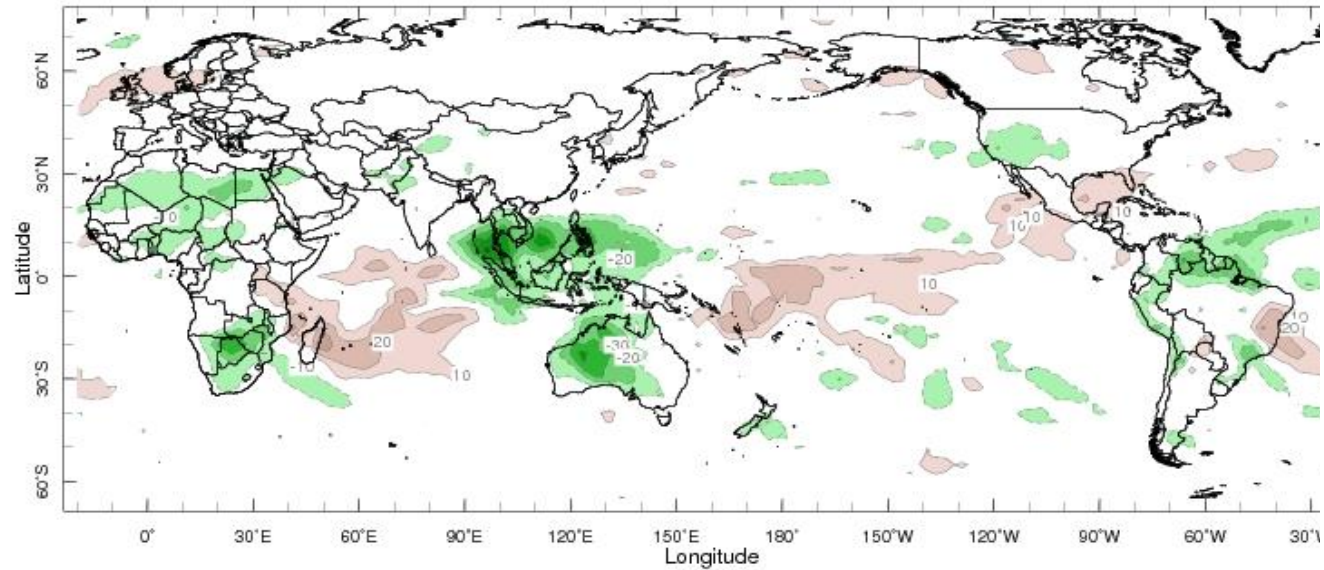
Nov 2016

e-1)



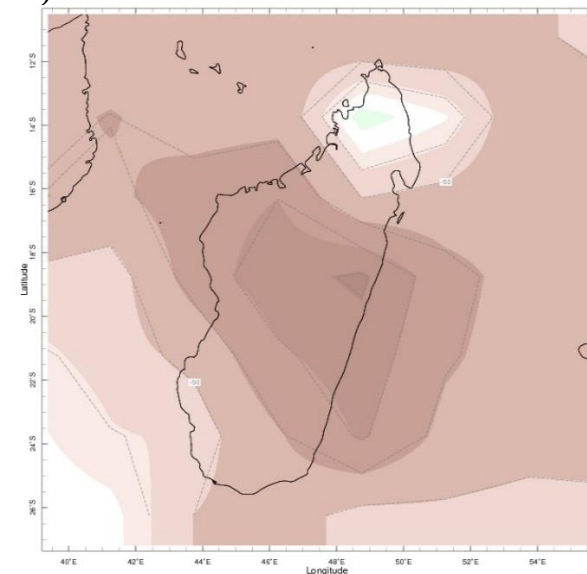
Dec 2016

f-1)



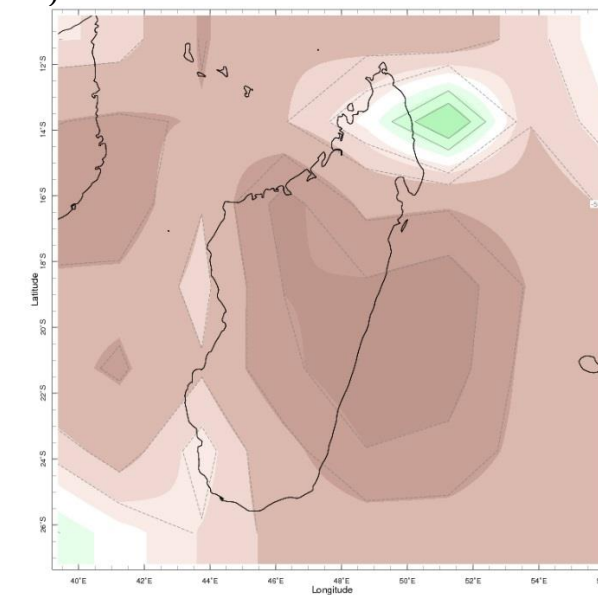
Jan 2017

e-2)



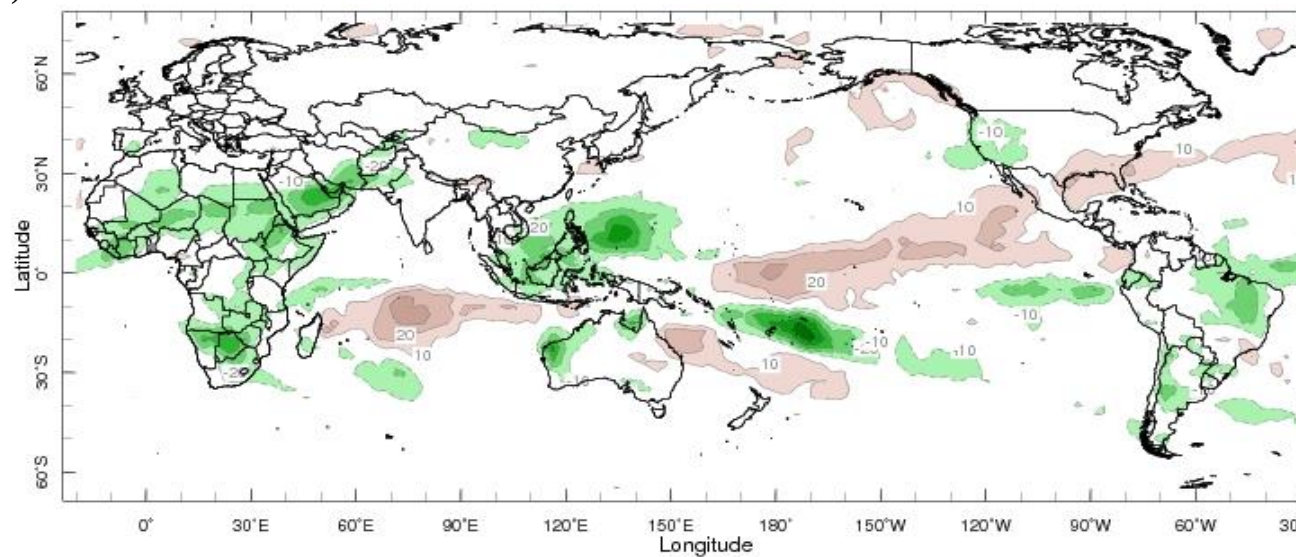
Dec 2016

f-2)

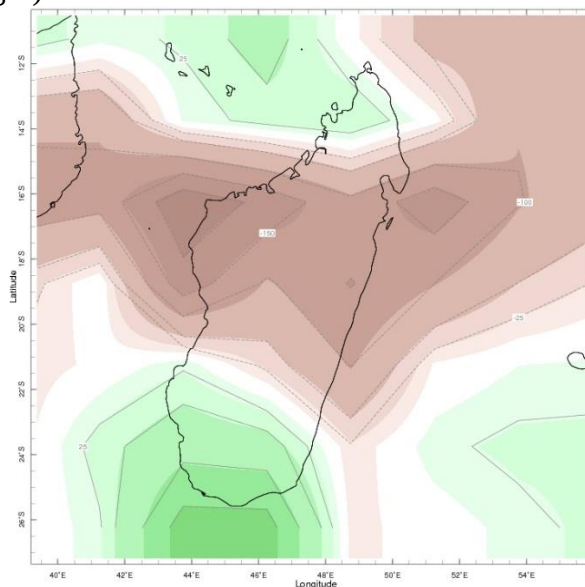


Jan 2017

g-1)



g-2)

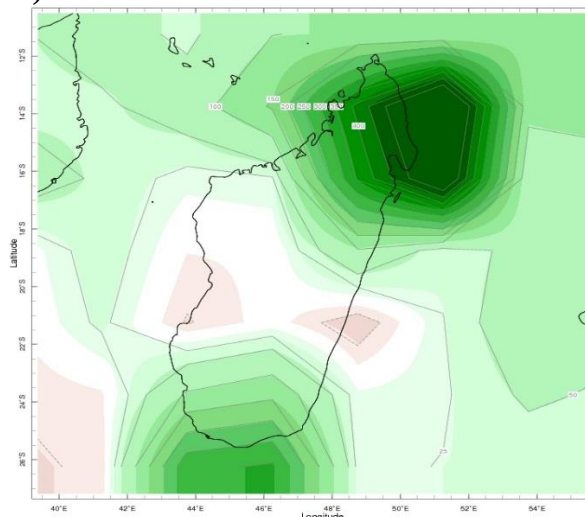
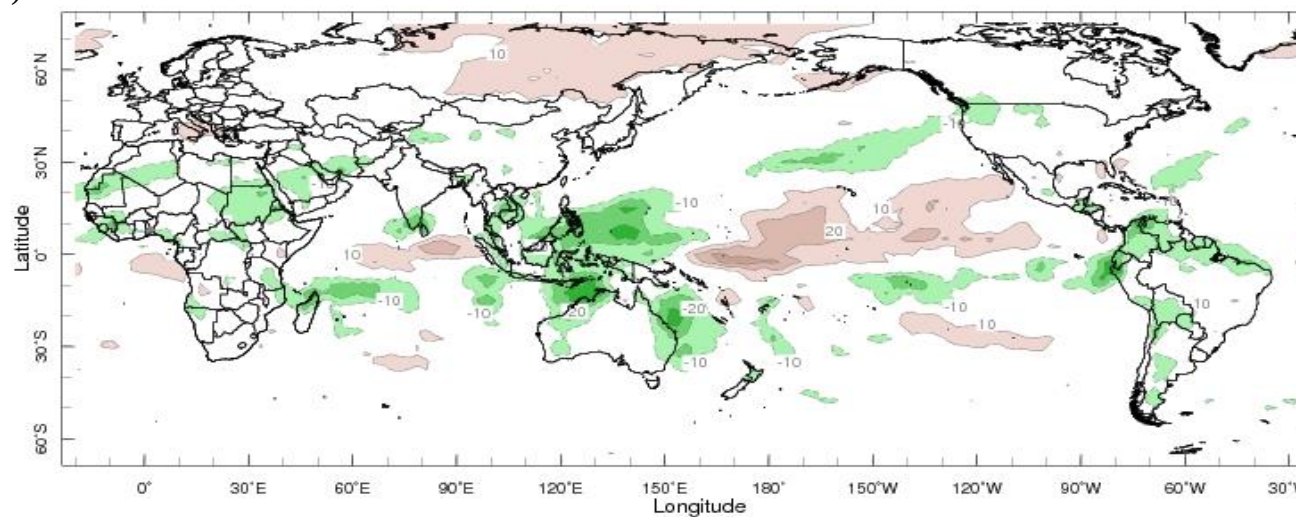


Feb 2017

Feb 2017

h-2)

h-1)



Mar 2017

Mar 2017

Figure 87 : Cartes Composites d'anomalies OLR-globale (à gauche) et de précipitations (à droite) calculées sur la période 1971-2000 d'Août 2016 à Mars 2017.

Source: IRICS-Earth Institute, Columbia University

Tableau 61 : Tableau de comparaison des précipitations de la période d'étude par rapport à la normale de la période 1971-2000.*Source* : Auteur

Périodes	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
1971-2000	302.2	282.0	172.7	42.4	21.1	6.2	8.9	10.4	13.2	61.3	139.7	253.9
2016	191.7	202.9	198.5	11.3	32.4	12.6	4.7	0.2	0.4	53.2	70.9	42.0
2017	93.8	213.3	207.6	63.7	0.0	13.5						

Sur la Figure 87-a-1), en Août 2016, on observe une anomalie positive qui commence à se former sur l'Ouest de l'Océan Indien au Nord-Est de Madagascar. Notons que sur les cartes composites SST, direction et vitesse du vent combinées à la figure 68-page 151 à 155, le premier pic de IOD- s'est passé le mois d'avant avec une anomalies des SST très marquée sur l'extrême Nord-Ouest de l'Océan Indien et que le mois d'Août, l'anomalie s'est affaiblie. Ici, l'anomalie positive de l'OLR nous indique une zone de divergence en surface et de convergence en altitude. A la Figure 87-a-2), des anomalies négatives de précipitations commencent à se propager sur toute la côte-Est de Madagascar en entrant vers les Hautes terres. Ici, la station Antananarivo DMH connaît une baisse entre 10 à 20 mm sur la figure et 10 mm sur le tableau 61.

Du mois de Septembre à Octobre 2016, respectivement aux figures 8-b-1) et -c-1), les anomalies positives d'OLR se renforcent, très marquée le mois d'Octobre. A la Figure 68-page 151 à 155, nous avons vu qu'on a eu un second pic d'IOD- le mois de Septembre et ce n'est qu'après ce mois comme le mois de Juillet et Août que les anomalies d'OLR deviennent intense. Par conséquent, on peut dire qu'on a un retardement de cause à effet ce qui est logique puisque les SST se situe en surface et les OLR au sommet de la tropopause. C'est-à-dire que quand l'anomalie des SST apparaît, on assiste d'abord à des phénomènes dynamiques ; Des créations de masse d'air chaudes (froides) qui humidifient (assèchent) l'atmosphère. Et nous avons vu qu'une particule évolue dans l'atmosphère à l'échelle du Jours et des semaines, ce qui en fait justifie que les masses d'air chaudes (froides) produisent de la convection (affaissement) synonyme de la présence d'une dépression (anticyclone) qui influe à leur tour sur les précipitations en provoquant des anomalies supérieure (inférieure) à la normale sur les Figure 87-b-2) et -c-2). On observe aussi sur la Figure 87-c-1) qu'une anomalie négative synonyme de convection se forme au Sud-Est de Madagascar.

Sur la Figure 87-d-1), le mois de Novembre 2016, l'anomalie d'OLR positive de l'Océan Indien Ouest semble être déviée vers l'Est. Qu'est ce qui se passe ? En mois de Septembre, c'est-à-dire au début de la saison des pluies, un anticyclone particulièrement intense se forme au niveau de la partie Nord-Ouest de l'Inde, l'anticyclone de Sibérie. On peut justifier ceci par le déplacement des anomalies négatives au niveau de la Sibérie en Septembre sur le Nord de l'Inde et vers l'Afrique du Nord. Par définition, le vent est le mouvement de l'air des hautes pressions vers les basses pressions. L'anticyclone de Sibérie génère des vents sur sa partie Sud, sous l'effet de la force de Coriolis ils sont déviés vers l'Ouest atteignant l'Arabie et l'Afrique Nord-Est en Novembre. En traversant l'équateur, ils sont déviés

vers l'Est. Ce type de vent est appelé la mousson d'hiver boréale ou encore la mousson d'été pour Madagascar. La mousson se charge d'humidité tout le long de son trajet, mais entraversant l'équateur il rencontre les masses d'air froid génère par la piscine d'eau froide provoquée par l'IOD. Nous avons aussi vu que l'anomalie froide de la SST WTIO a baissé d'intensité pendant Novembre implique les vents sont moins imposant. En se heurtant avec la mousson accompagnée de la ZCIT, la circulation de Walker au niveau de l'Océan Indien Ouest s'est rétrécie vers l'Est. Mais en même temps la mousson qui est en contact avec la masse d'air froide perd son humidité en atteignant la partie Nord et Nord-Ouest de Madagascar. Par ailleurs, durant cette période les Alizés de l'Est qui sont chargées d'humidité par l'Océan Indien Est (prouver par l'anomalie négative aux abords de l'Indonésie) arrivent sur la côte-Est de Madagascar, en régime normale les Alizés de l'Est et la mousson d'été en début de saison de pluie sont les principaux facteurs des précipitations qui arrosent toute l'île. Le centre de haute pression de l'Océan Indien Ouest agit à la fois sur la mousson et les Alizés en les asséchants.

Sur la figure 87-d-2), on constate l'effet de cet assèchement sur toute la partie Est, Nord-Ouest et le Nord de l'île en entrant sur les hautes Terres dont la Station d'étude présente une baisse par rapport à la normale de 60 mm à peu près. Le fonctionnement de la mousson d'été et des Alizés peut s'expliquer sur la Figure 88 en-dessous pendant le mois de Juillet (saison sèche) et Janvier (saison des pluies). On assiste à une situation de blocage atmosphérique.

Du mois de Décembre 2016 à Janvier 2017 sur les figures 87-e-1) et f-1), les anomalies d'OLR positives se sont intensifiées en recouvrant toute la partie centrale et Ouest de l'Océan Indien. En effet, durant ces périodes les anomalies des SST de l'Océan indien supérieure sont négatives à la Figure 68-page 151 à 155, ce qui implique la formation d'un centre de haute pression très dense sur l'Océan indien supérieure. De ce fait la mousson et les Alizés sont extrêmement asséchées en atterrissant sur les côtes de Madagascar. De plus, en entrant à l'intérieur de l'île, on assiste à un deuxième assèchement des deux vents. Par conséquent, les hautes terres sont plus touchées que les côtes. On remarque aussi l'apparition des anomalies négatives synonymes de convection au Sud-Ouest de Madagascar, en fait ce sont des convections issues des hautes pressions mobiles polaires, de la dépression de l'Afrique du Sud et surtout de l'anticyclone des Mascareignes dans l'annexe 1 ; et cela justifie ce que nous avons dit plus haut sur la division de l'île en deux parties en fonction des anomalies de précipitations, positives au Sud et négatives au Nord et sur les hautes terres. L'effet est mis en évidence aux figures 87-e-2) et -f-2), on observe bien que l'anomalie s'accroît en entrant vers l'intérieure. Les hautes terres sont plus affectées avec une baisse de précipitation très importantes de l'ordre de 200mm en Décembre et 220 mm en Janvier sur la station d'étude. En récapitulant tout ceci, il y a une modulation de la circulation de Walker au niveau de l'Océan indien, c'est-à-dire que les zones de divergence s'élargissent en compressant les zones de convergence en surface sur les extrémités Ouest (aux abords de l'Afrique de l'Ouest) et Est (aux abords de l'Indonésie et de l'Australie) de l'Océan Indien. Cette modification de la circulation de Walker est probablement causée par le relâchement des vents d'Est brusque au niveau de l'atmosphère ;

et au niveau de l'Océan, la transition des anomalies froides du pacifique Ouest et centrale sur l'Océan Indien, toutes les deux associées à la propagation des ondes baroclines équatoriales Kelvin et Rossby durant l'El Niño extrême précédent. Ce qui au final favorise la formation d'un anticyclone de blocage particulièrement persistant.

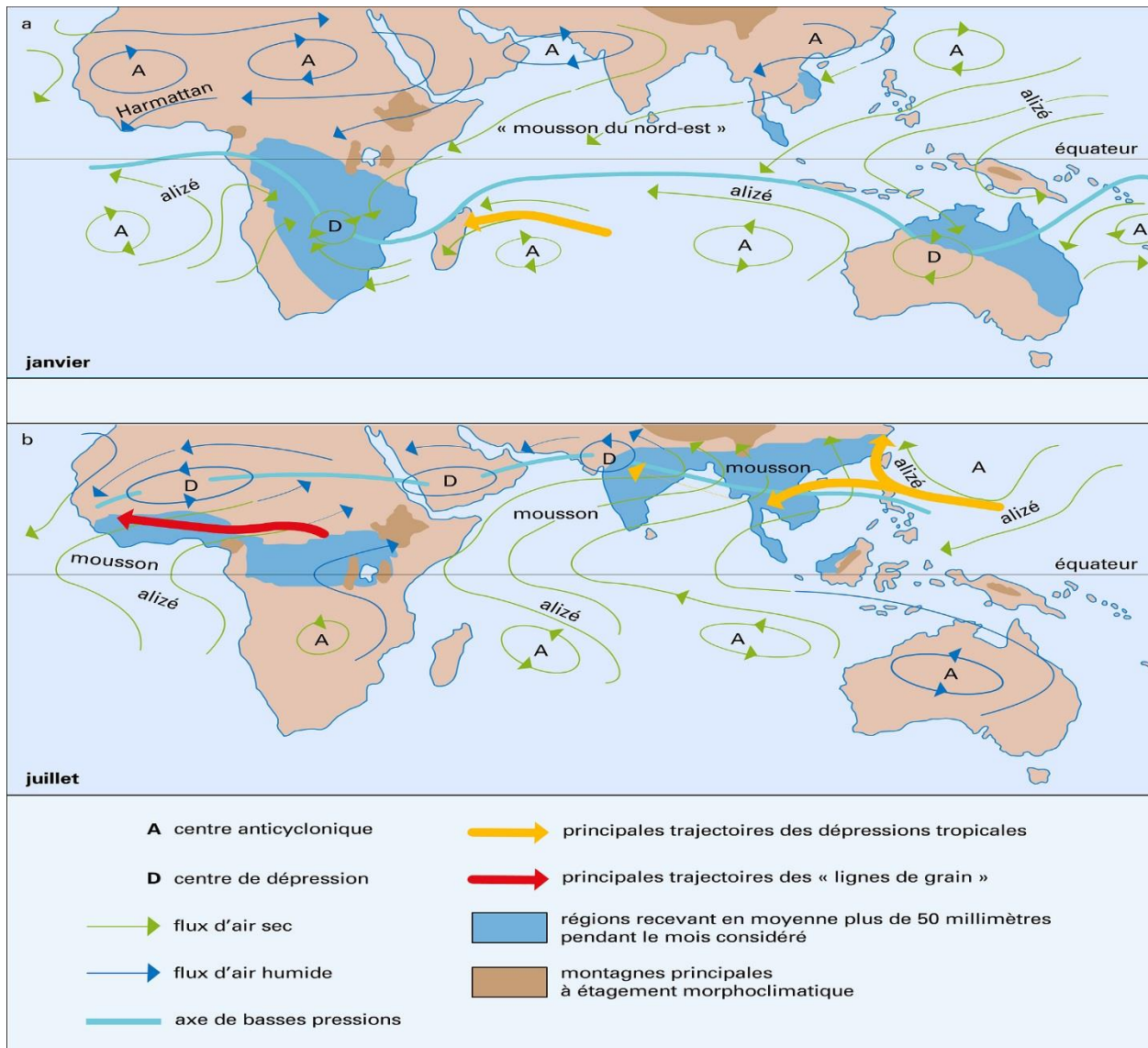


Figure 88 : Fonctionnement de la mousson et des Alizés pendant la saison sèche (en bas) et la saison des pluies (en haut) à Madagascar.

Source : Encyclopédie Universalis

Sur les Figures 87-g-1) et -h-1) – page 189 à 192, du mois de Février à Mars 2017 on assiste à la désintégration des anomalies d'OLR positives et au rétablissement de la circulation de Walker. Au mois de Février, la division de l'île en 2 est très bien marquée : la partie Nord et Centrale (la partie Sud) caractérisée par des anomalies de précipitation négatives (positives). On assiste aussi en Février, une modulation de la circulation de Hadley. En effet le centre de haute pression au Nord-Est de Madagascar tend à être remplacé par des basses pressions, il y a élargissement des zones de convergence au Nord et au Sud en compressant la zone de divergence à leur centre. Les précipitations sont revenues à la normale ; On observe aussi sur les figures 87-g-2) et -h-2) – page 189 à 192, l'évolution brusque d'une anomalie négatif extrême au Nord-Est de Madagascar synonyme de basses pression extrême, apparemment

typique d'une tempête ; En effet, c'était le cyclone tropical « ENAWO ». On peut cependant caractériser le type de blocage vu la configuration des anomalies d'OLR ce mois de février qu'on a un blocage appelé « Bloc Oméga » [67].

I. Formulation de l'origine des anomalies de précipitations au niveau de l'atmosphère et de l'océan

Ici, nous allons combiner toutes les relations de cause à effet au niveau de l'Océan et de l'atmosphère. Dans la Partie I-Chapitre 2, nous avons expliqué que la variabilité du climat est la résultante des interactions entre l'Océan-atmosphère ; Et c'est le cas, ici, pour nous.

1. Au niveau de l'Océan

Tout d'abord, on connaît que l'océan pacifique est la dominante ainsi qu'ENSO. Alors tous partent de là. La 1^{ère} et la 2^{ème} composantes de l'ACP mensuelle ont décrit respectivement la variabilité d'ENSO influant l'IOD et la variabilité de l'IOD influant faiblement ENSO. En relation avec la 3^{ème} et la 4^{ème} composante décrivant respectivement la variabilité de la sécheresse associée à l'influence de l'Océan Indien sur les précipitations. et la covariation des SST de l'Océan Indien-Pacifique principalement par l'intermédiaire de l'Océan Indien inférieure.

Les anomalies froides de l'Océan Pacifique Ouest et Centrale durant l'El Niño extrême subissent une advection horizontale, plus précisément un feed-back positif, c'est à dire que les ondes de Kelvin de downwelling à l'Est du pacifique se propage vers l'Ouest en un ondes de Rossby qui entraine les anomalies froides vers le Sud de l'océan Indien en contournant l'Australie. Arrivée sur l'Océan Indien inférieure, il est dit que les ondes équatoriales sont piégées à l'équateur et en plus des remontées d'eaux froides polaires au Sud, les anomalies sont déviées vers le Nord atteignant l'Océan Indien Ouest influant la SST WTIO.

2. Au niveau de l'atmosphère

Maintenant, l'océan interagi avec l'atmosphère. Cette anomalie froide engendre un centre de haute pression en plein milieu de l'Océan Indien supérieure persistant vers la fin de l'hiver australe jusqu'au milieu de l'été australe. En Septembre, la ZCIT et la mousson d'été commencent à descendre vers le tropique du Capricorne et l'anticyclone des Mascareignes descend vers le Sud engendrant des Alizés. La ZCIT, la mousson d'été et les Alizés sont les facteurs principaux pour la formation des précipitations sur Madagascar. Vu la persistance du centre anticyclonique, les deux vents sont asséchés et la ZCIT barrée, on assiste à un phénomène de « **blocage** ». Donc la mousson et les Alizés atterrissant sur les côtes de Madagascar perdent de l'humidité. En entrant vers les terres, ces vents subissent encore un assèchement, ce qui en premier lieu retardent la saison des pluies et engendrent la sécheresse.

Section 2 Situation de blocage atmosphérique durant le début de la saison des pluies 2016-2017

Les cartes composites d'anomalies SST, direction et vitesse du vent à 1000 mb et celles d'OLR ont permis de caractériser ce phénomène de blocage qui est à l'origine de la sécheresse sévère de la saison des pluies 2016-2017. Nous allons l'expliquer et définir les différentes zones d'impacts.

I. Caractérisation de l'anticyclone de blocage

Nous avons vu généralement sur la figure 68-page 151 à 155 au mois de Mai 2016, une crête barométrique en déplacement lent qui se bâtit vers le Sud-Est de l'Océan Indien. Par la suite, une forte advection d'air chaud en amont de la crête coupe l'anticyclone du flux synoptique principal en Octobre. En amont, la circulation zonale se sépare brusquement en deux courants, l'un se dirigeant du côté polaire et l'autre du côté équatorial, créant ainsi la zone de déformation principale du blocage, c'est ce qu'on a vu le mois de Décembre 2016 et Janvier 2017.

En temps normal, ce blocage devrait se désintégrer à la fin de l'automne boréal en Novembre. La persistance du blocage pendant une durée exceptionnelle a favorisé le développement des conditions de sécheresse extrême en surface sous la crête. En effet, une partie du Nord et toute la partie centrale de Madagascar incluant la zone d'étude se situe sous cette crête.

II. Impact du Bloc Oméga

Le type de blocage a été identifier par la configuration des anomalies d'OLR le mois de Février.

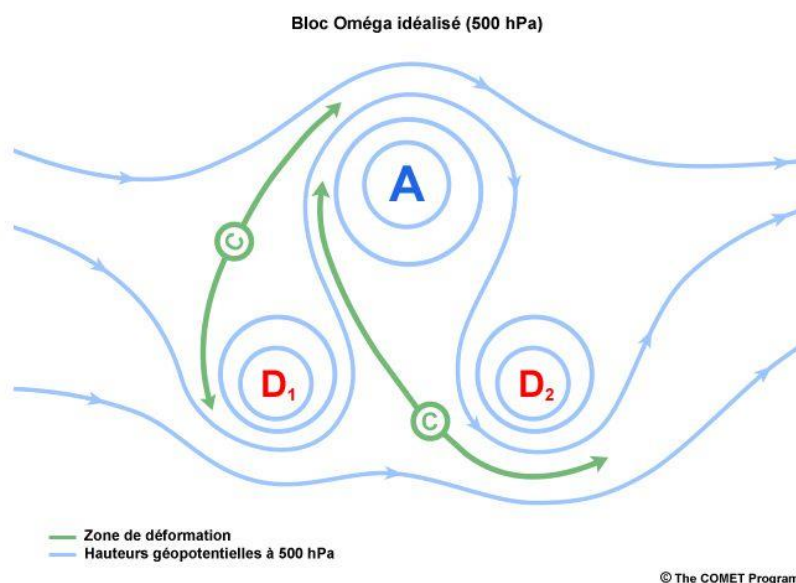


Figure 89 : Configuration d'un Bloc Oméga.

Source : COMET program [67]

Pendant ce mois, on a observé le développement de deux dépressions caractérisées par des anomalies négatives d'OLR au Nord et au Sud de l'anticyclone caractérisé par des anomalies positives d'OLR qui repousse ce dernier vers le Sud-Est de l'Océan Indien. On peut représenter le bloc Oméga sur la figure 89.