

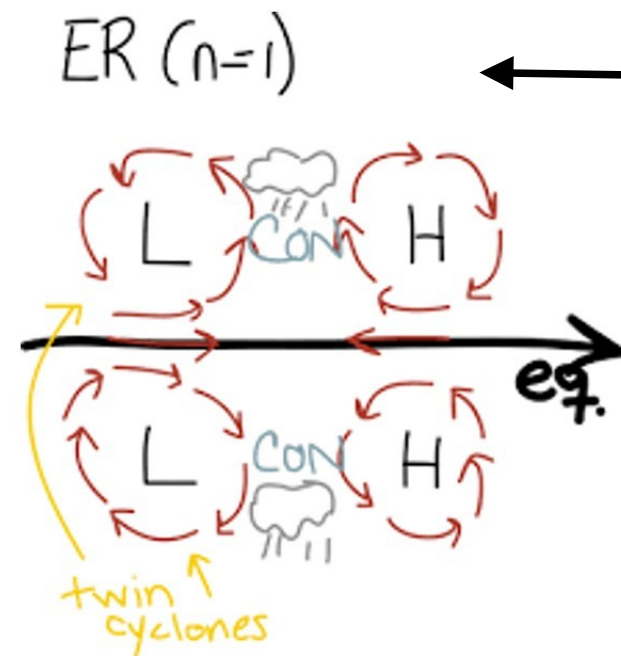
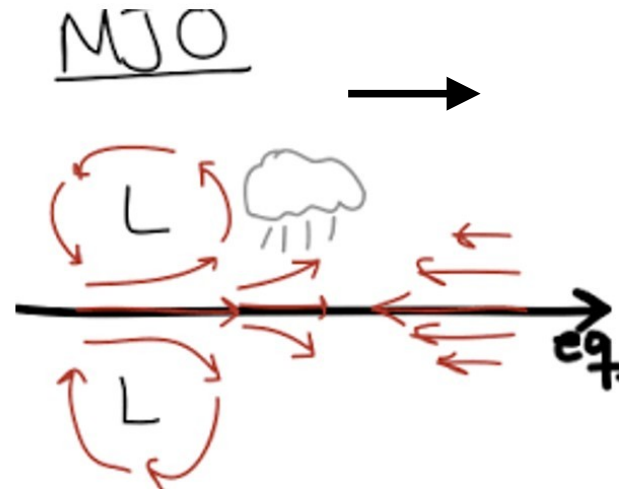


Classification d'ondes équatoriales et applications aux prévisions subsaisonnères

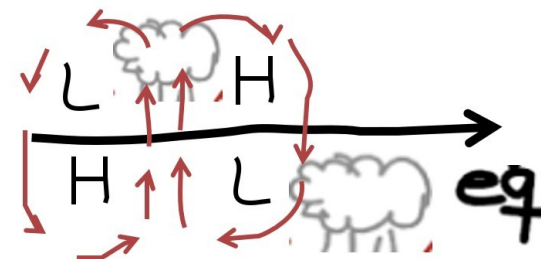
Philippe Peyrillé
CNRM/GMME/TROPICS

- **Activité étude des ondes équatoriales sur l'Afrique de l'Ouest et l'océan Indien**
 - Étendue à la prévision subsaisonnaire depuis 2018, avec focus sur les extrêmes de pluies
 - À l'Océan Indien depuis 2019 sur l'activité cyclonique
- **Même approche dans les deux cas (c.f. presentation Thierry) :**
 - Cibler les objets météorologiques et les paramètres qui amènent de l'information (de la prévisibilité) : Ondes équatoriales
- **Avec souvent les mêmes questions :**
 - Il y a un rôle de la basse fréquence océanique, interannuelle sur le subsaisonnier $\Rightarrow$ à quantifier ?
 - Les scénarios de fonctionnement d'une onde sont basés sur une approche moyenne, très lissée. Les cas réels, observés s'en éloignent parfois fortement

Vision simplifiée des ondes équatoriales



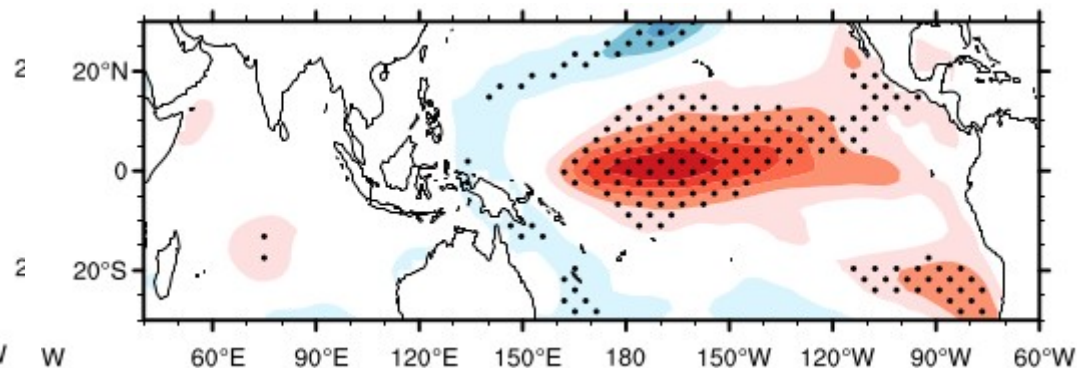
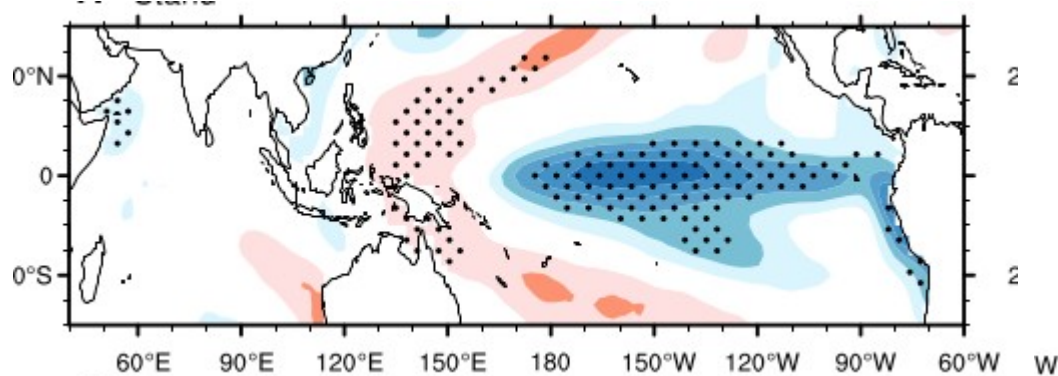
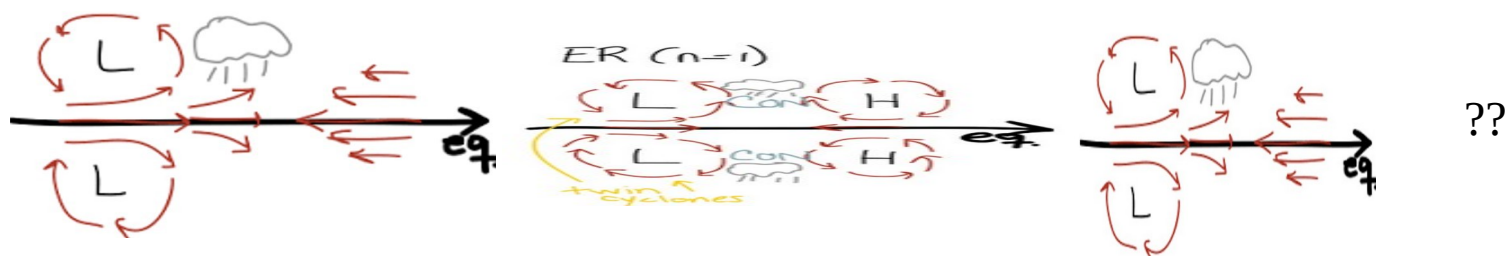
Tropical Disturbances (TD)



Vision améliorée

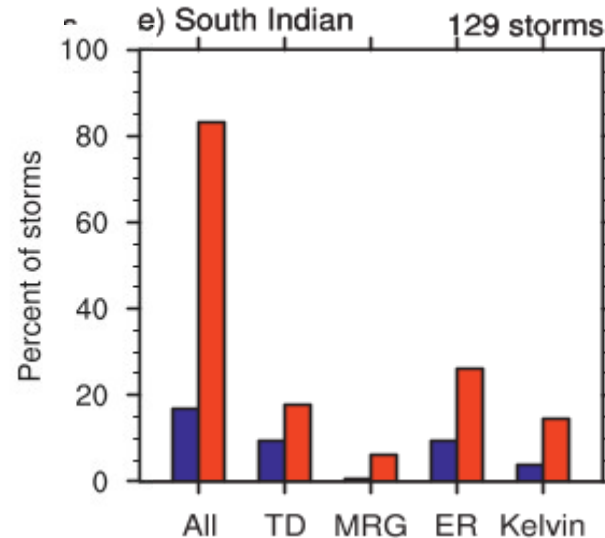
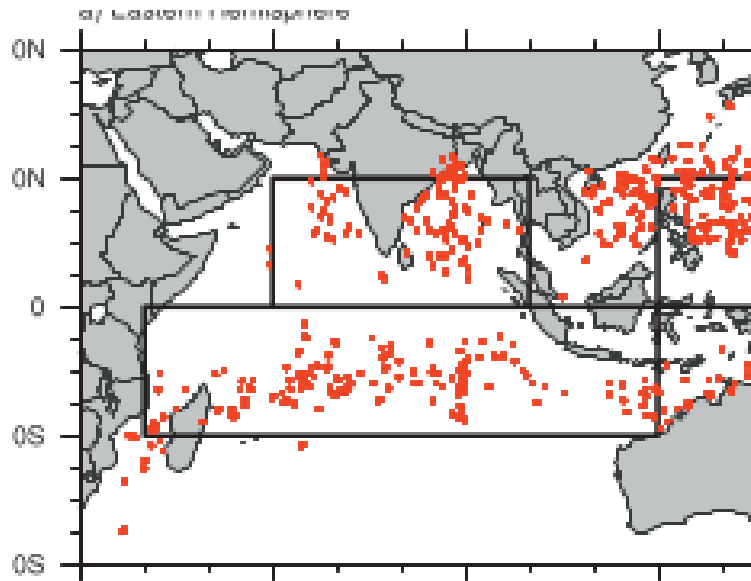


La basse fréquence module l'activité des ondes et de la MJO



En fonction de l'état de l'océan ou de l'atmosphère à basse fréquence (> cycle saisonnier) comment se développe la MJO, les ondes et l'activité cyclonique ?

Cyclogénèse et ondes équatoriales



Nombre de
cyclogénèse tropicale
par onde en MJO
active (rouge) et
inactive (bleu)
Schreck et al. (2011)

- Les ondes équatoriales sont un important modulateur de l'activité cyclonique
- Duvel (2015), Meetoo and Roux (2014) => Océan Indien sud-ouest est plus piloté par la MJO et l'onde de Rossby équatoriale
- **A l'échelle subsaisonnaire / synoptique, les mécanismes de modulation de la cyclogénèse ne sont pas directs et pas bien connus**

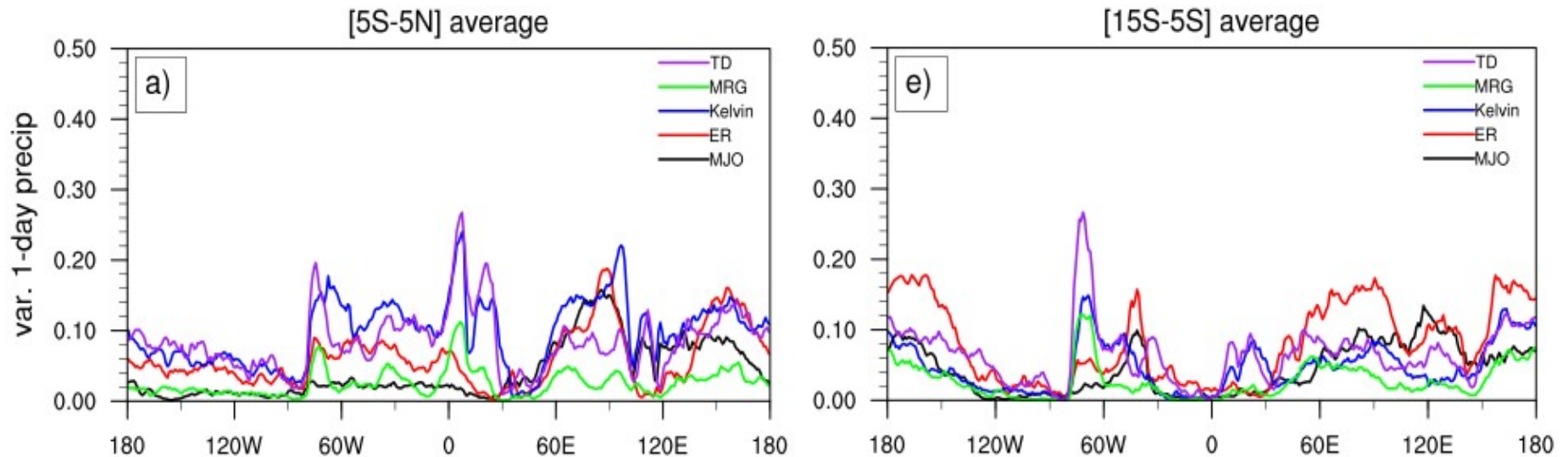
Contexte

- **Objectifs de ma visite Scientifique au LACY, Août 2022-août 2023 : Focus sur la cyclogénèse**
 - Proposer une classification des ondes importantes pour le saisonnier
 - Utiliser cette classification pour :
 - Une meilleure compréhension de la cyclogénèse
 - Évaluer la prévision saisonnière $\Rightarrow$ meilleure identification des scénarios amenant de la prévisibilité
- Thèse d'Erwan Cornillault (2022-2025) : Détermination de régime de temps saisonnier associés aux extrêmes de pluies dans les Outre-Mers
 - Visite en cours d'année

Quelles ondes sont pertinentes sur l'océan Indien et à quelle échelle ?

Rainfall variance at 1-day timescale

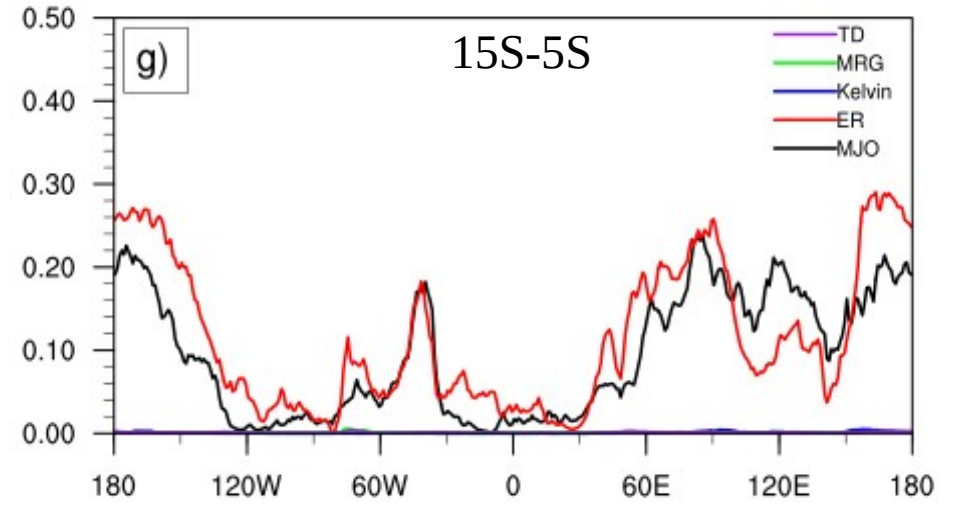
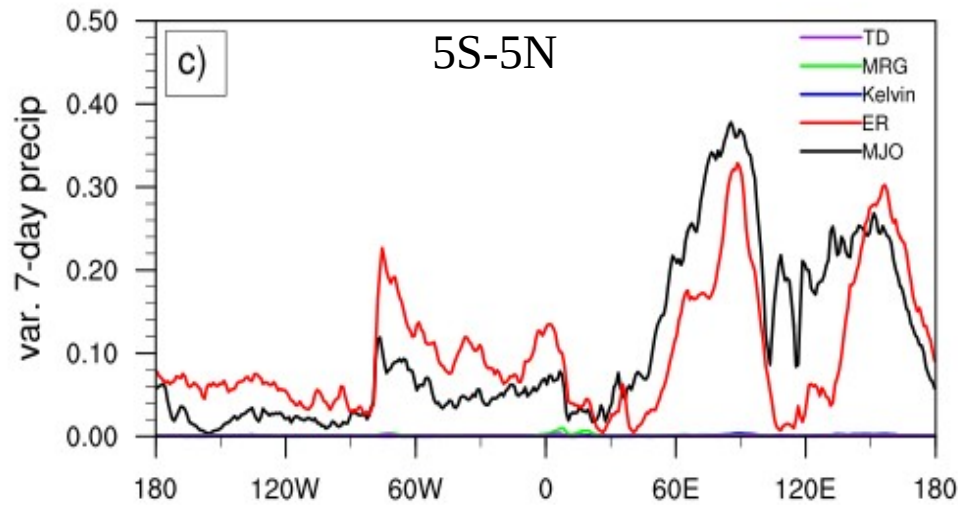
Fraction of rainfall variance explained by each equatorial waves (Roehrig, Peyrillé 2022)



- At Daily scale, the variability of precipitation is the result of a multiple combination of waves
 - **Ocean Indien** : equatorial Rossby wave dominates, easterly wave, MJO, Kelvin wave, MRG
 - Equator : Kelvin wave, Equatorial Rossby and MJO similar
- ~ 50 % of variance explained by the waves

Rainfall variance at 7day timescale

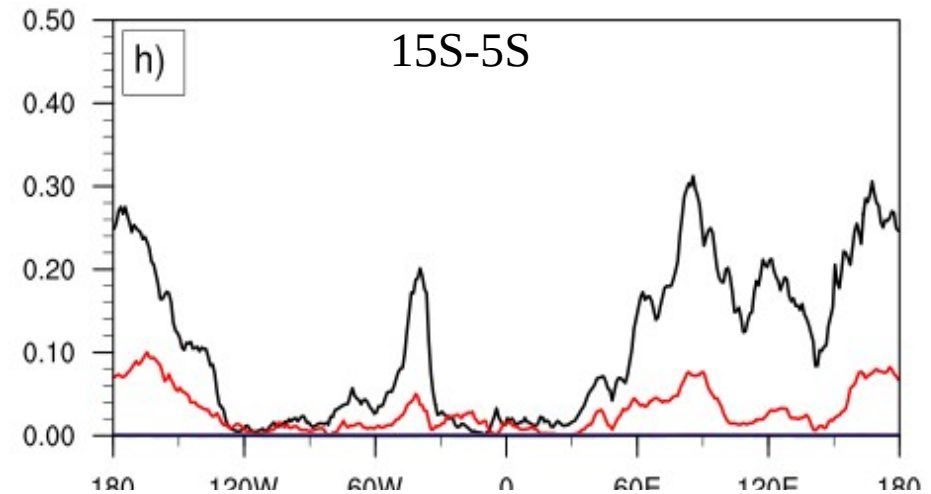
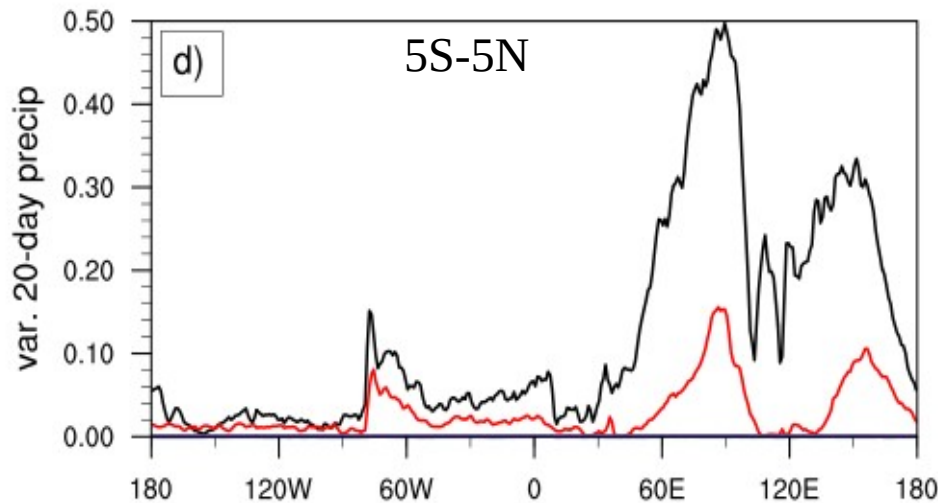
% de variance de pluie totale expliqué par les ondes équatoriales (Roehrig, Peyrillé 2022)



- At weekly timescale :
 - Equatorial Rossby wave is of same importance than MJO

Rainfall variance at 20-day timescale

% de variance de pluie totale expliqué par les ondes équatoriales (Roehrig, Peyrillé 2022)

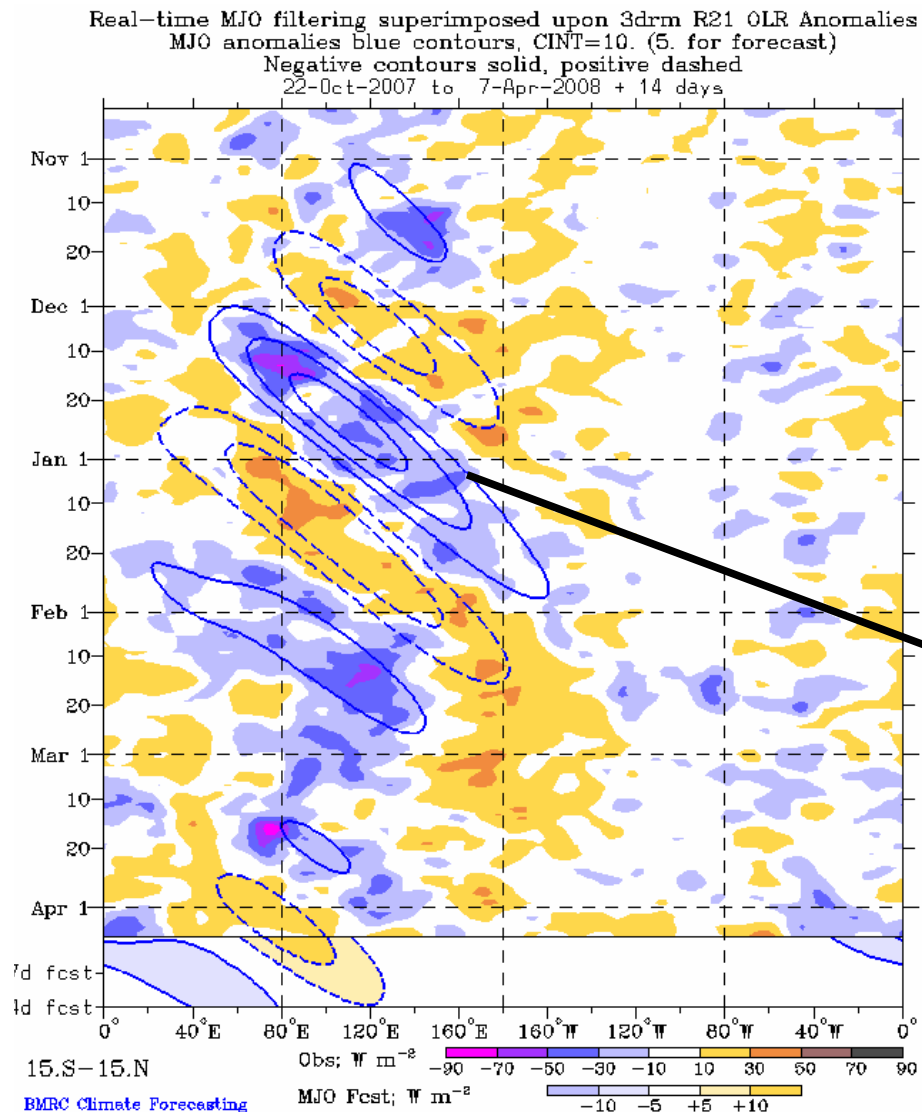


- 20-day scale : MJO is the major contribution but ER still here
- Implications
 - Good forecast of MJO is important but Eq. Rossby wave also
 - **Caution** : It is a very simple view 1st order view of rainfall modulation : In reality convection and wave interact with each other

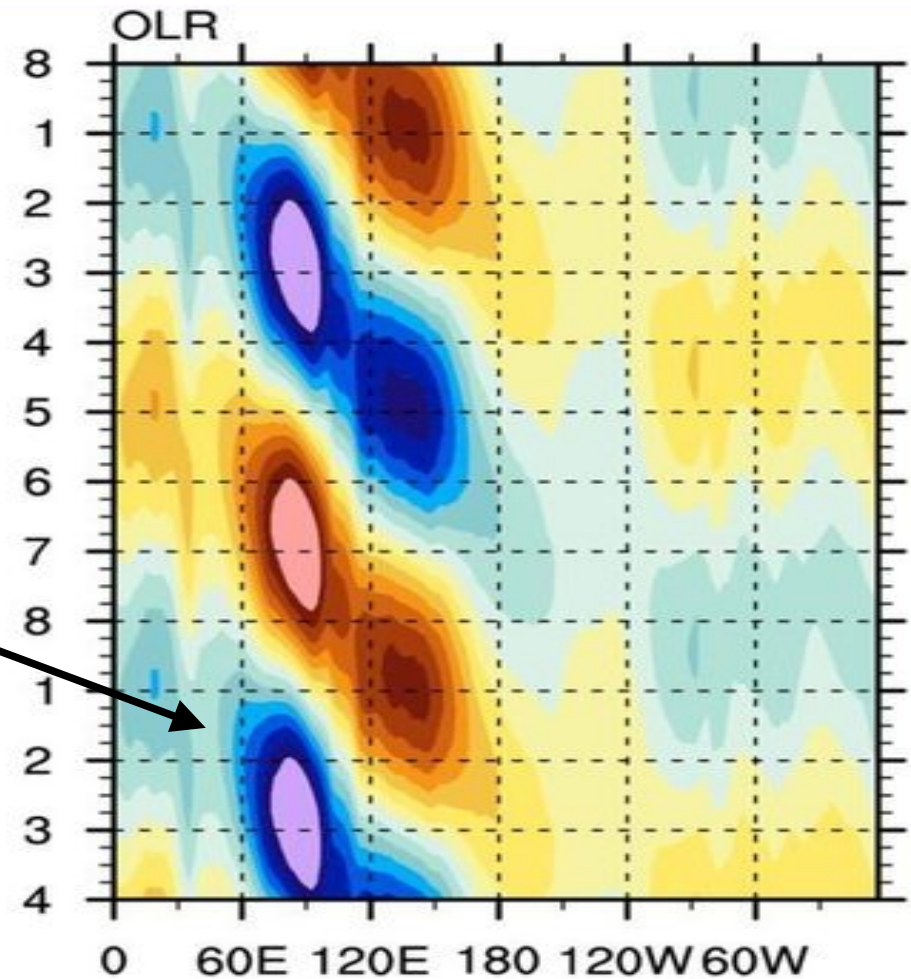
Classification des MJO (et sans doute Rossby équatoriale)

Observation de la MJO vs vision « moyenne » de la MJO

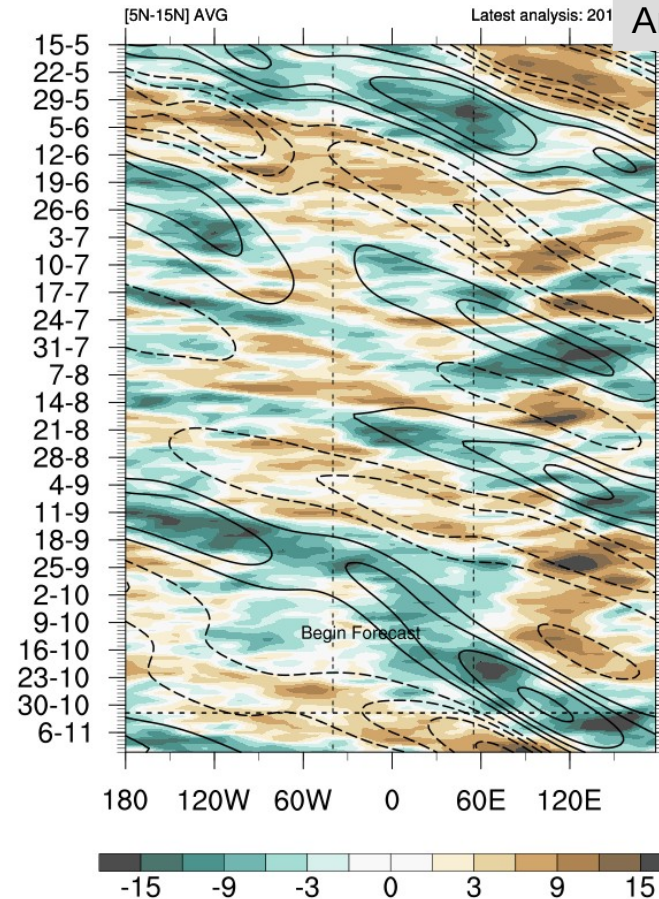
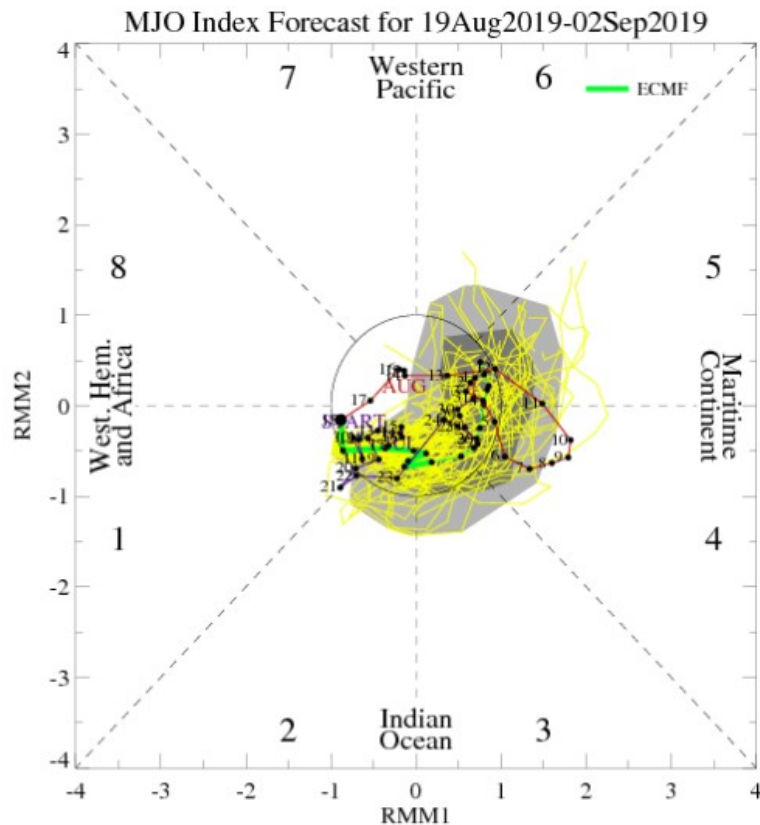
Observation (filtrées) de la MJO



Moyenne de centaines de MJO



MJO and upper level divergence



5N-15N avg Velocity Potential anomalies at 200 hPa (shading) and MJO (contour) – ECMWF Analysis

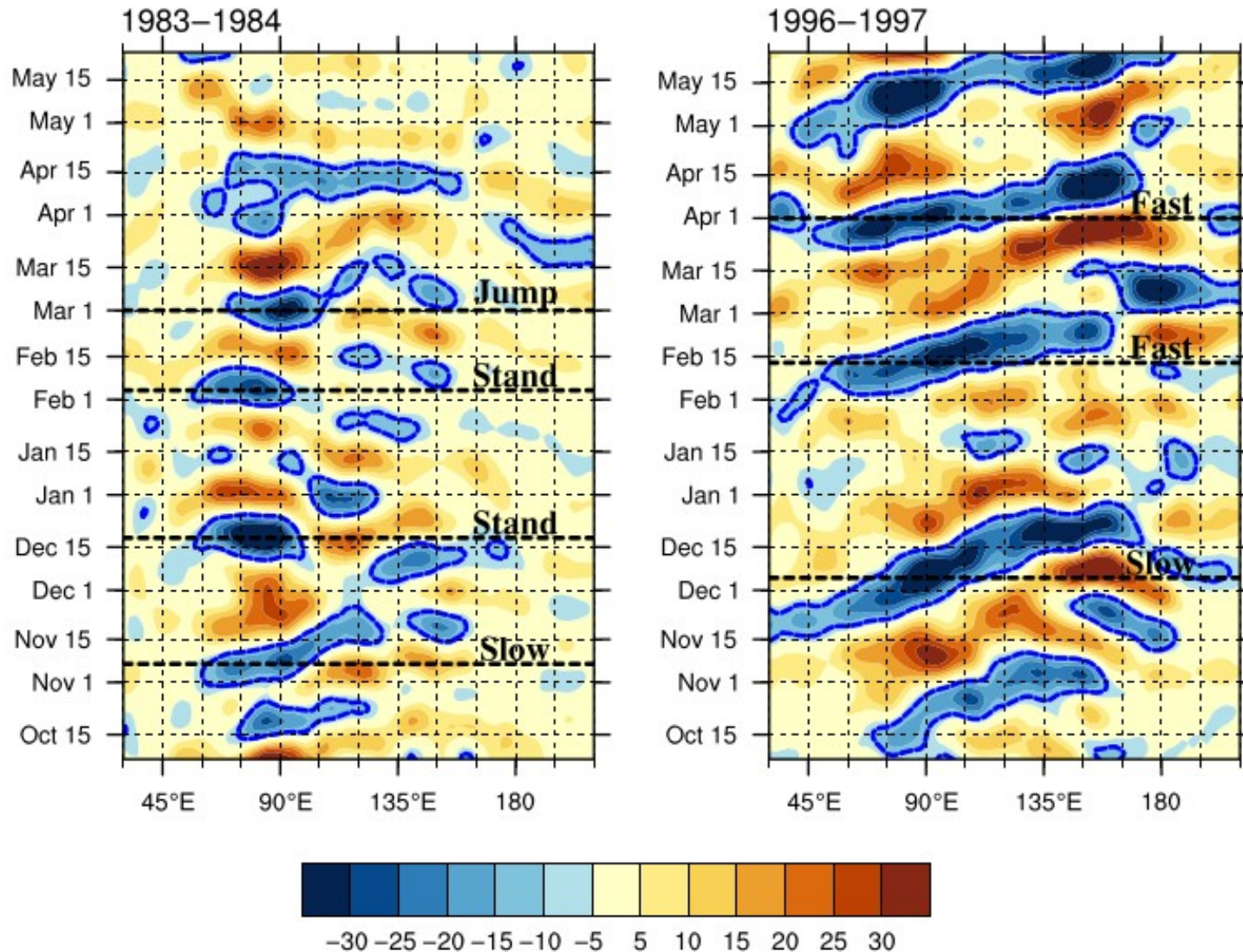
- The RMM Index was slightly out of the circle on 21 August and more emergent after passing West Africa
- More signal on MJO-filtered Velocity Potential than with RMM

Contact: philippe.peyrille@meteo.fr

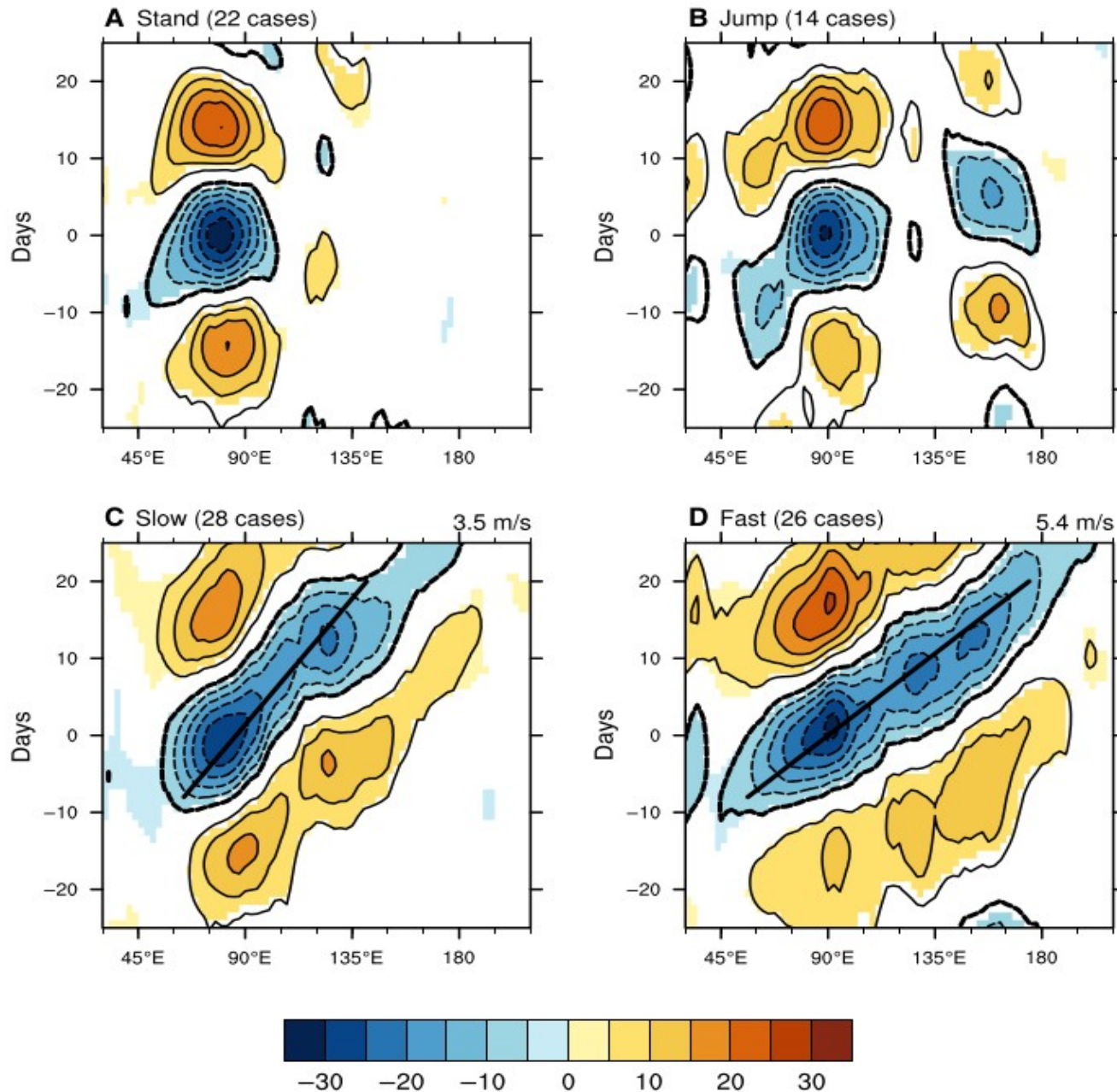
Mise en évidence de plusieurs Type de MJO observées

Wang et al. (2019) :

OLR , indicateur d'activité orageuse



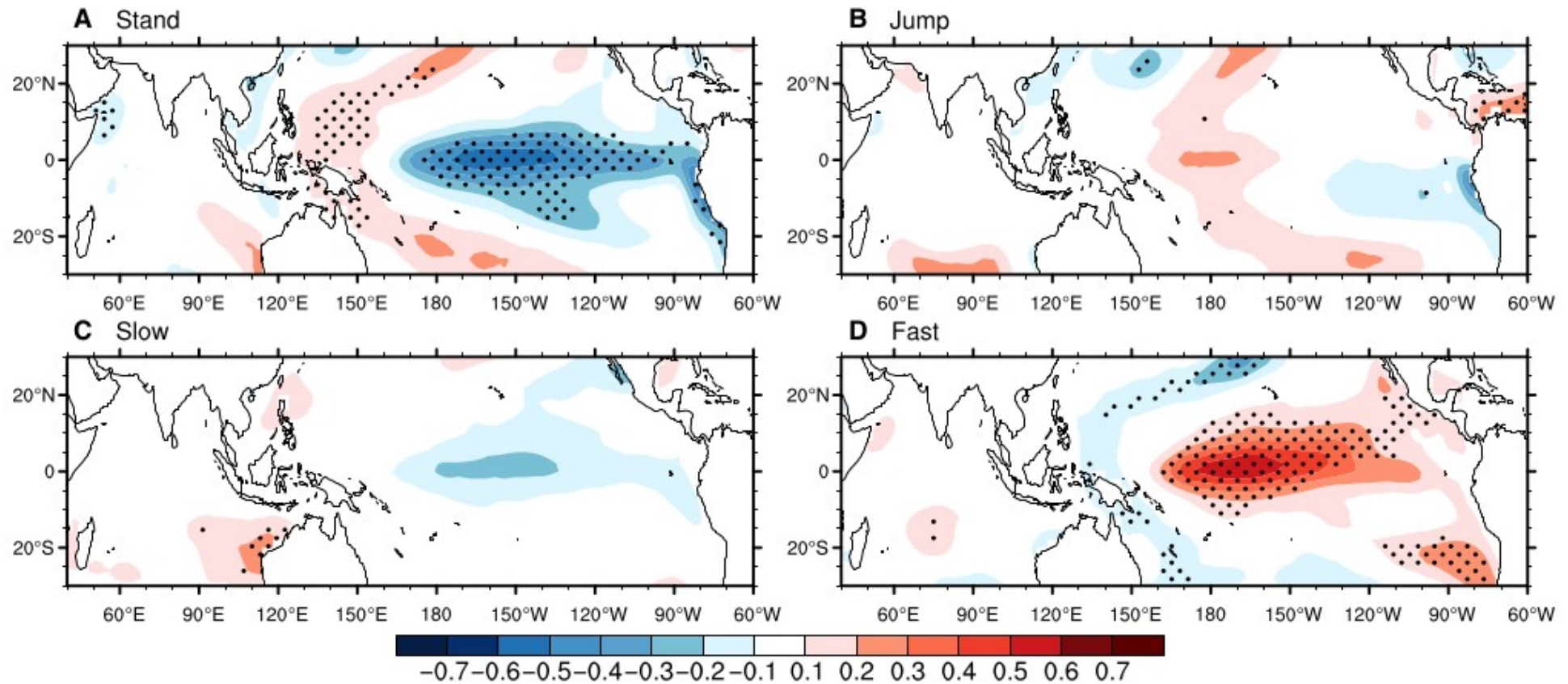
Plusieurs Types de MJO observés



Wang et al. (2019) :
Classification des MJO
actives en OLR (75-95E)
en 4 types de MJO

⇒ **Bon cadre pour sortir
de la vision composite**

Lien avec la basse fréquence océanique



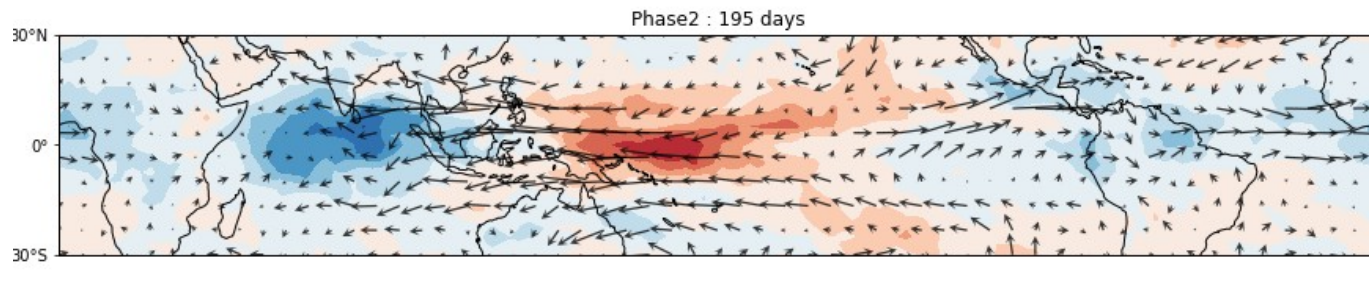
1ere étape du projet

- **Extension vers la cyclogénèse :**
 - Reprendre la démarche de Wang et al. (2019)
 - Utiliser cette classification et croiser avec les trajectoires et initiations de cyclones disponibles (IBTRACK, ou trackeur de Duvel) ⇒ **Quel type de MJO favorise la cyclogénèse ? Dans quelle phase ?**
- **Etendre l'approche aux paramètres amenant de la prévisibilité :**
 - Potentiel de vitesse à 200 hPa
 - Eau précipitable
 - ⇒ Construction de composite conditionnés par les clusters mis en évidence
- **Croiser les clusters de MJO avec les indicateurs océaniques basse fréquence (ENSO, IOD,SIOD)**
 - Quel rôle de la basse fréquence ?
 - Quelle est la modulation de ondes de plus petites échelles ?
 - Quel impact sur la cyclogénèse ?

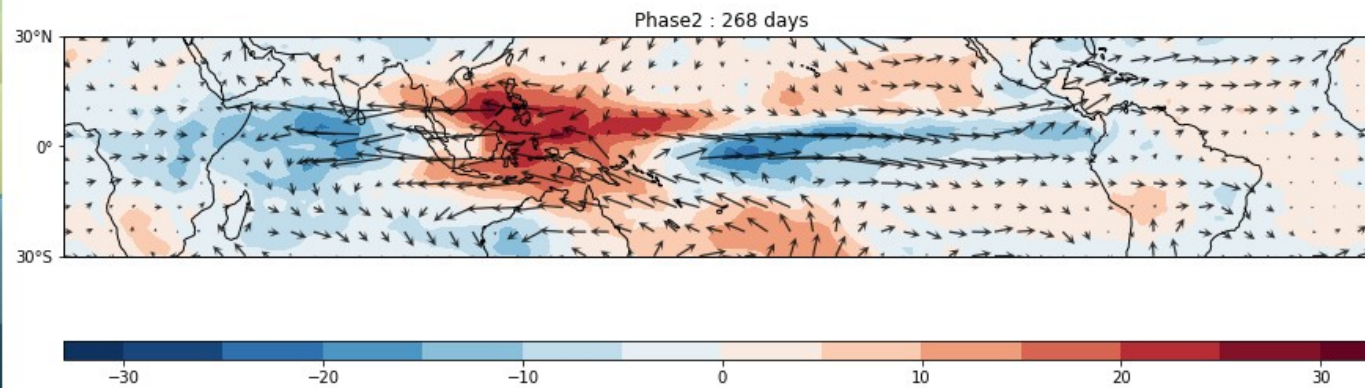
Complémentarité avec les premiers résultats du RMM / modes océaniques

MJO RMM composites : OLR (W/m^2) and wind anomalies - NINA months 1980-2019

Fred Ferry, P. Peyrillé



MJO RMM composites : OLR (W/m^2) and wind anomalies - NINO months 1980-2019



⇒ Déjà disponible et sans doute à mieux exploiter

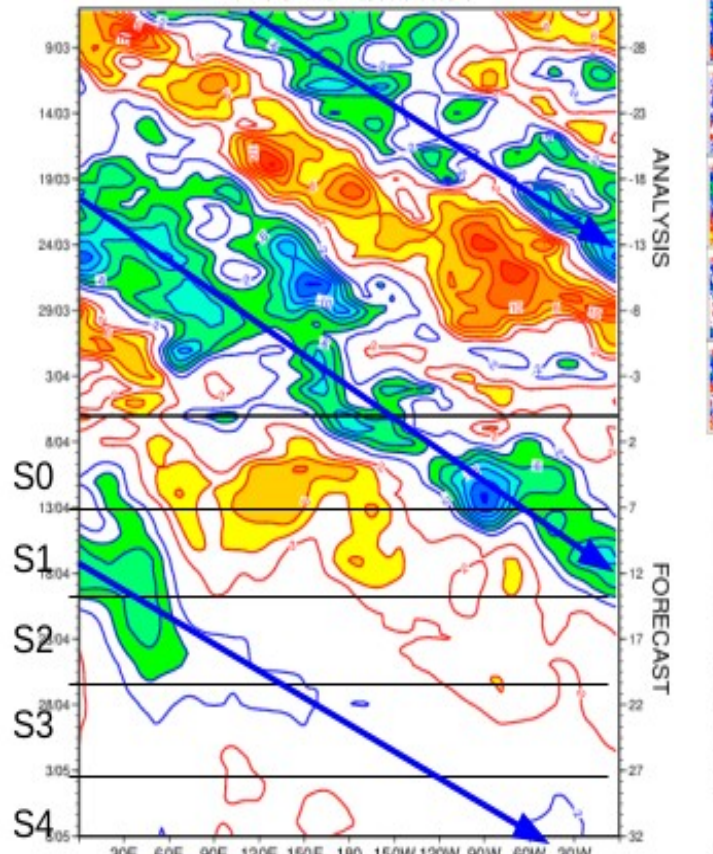
Prévision d'ensemble de la MJO (VP200)

S3 : 27/04 au 03/05

S4 : 04 au 10/05

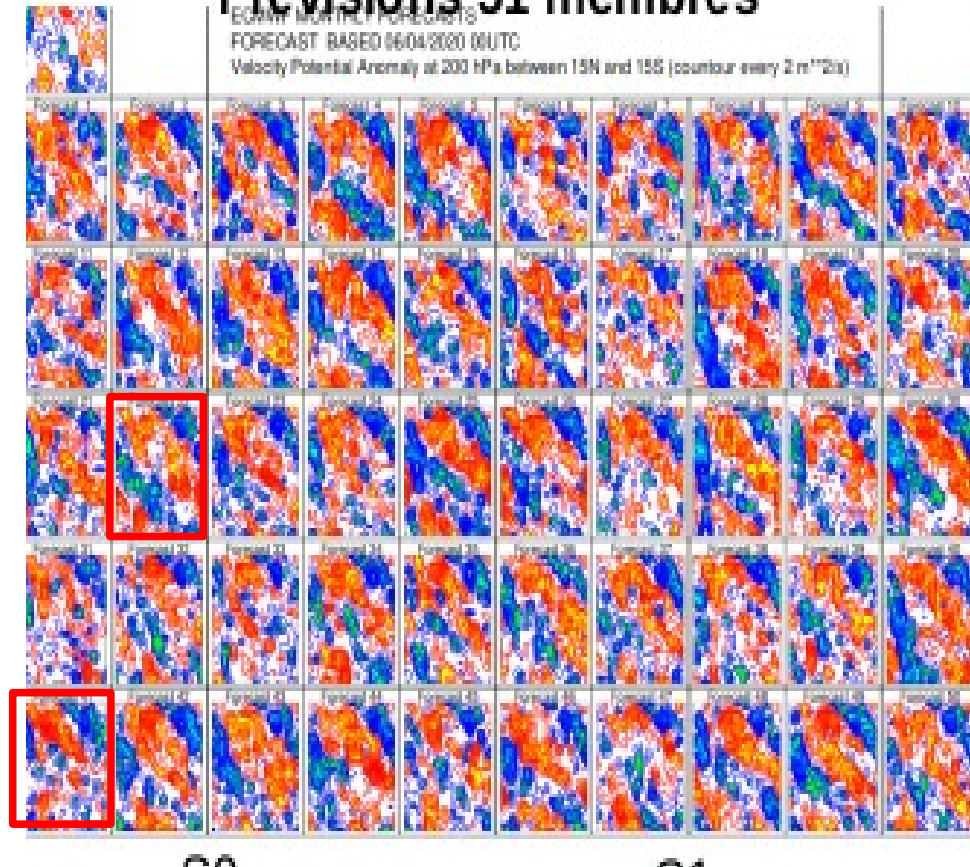
Moyenne EPS

VELOCITY POTENTIAL AT 200 HPA
Ensemble mean between Lat 15S and 15N
FORECAST BASED 06/04/2020 00UTC



Prévisions 51 membres

ENSEMBLE MEMBERS FORECASTS
FORECAST BASED 06/04/2020 00UTC
Velocity Potential Anomaly at 200 hPa between 15N and 15S (contour every 2 m²/s²)



- Dans les prévisions d'ensemble, on retrouve un effet de clustering qui impacte la moyenne d'ensemble

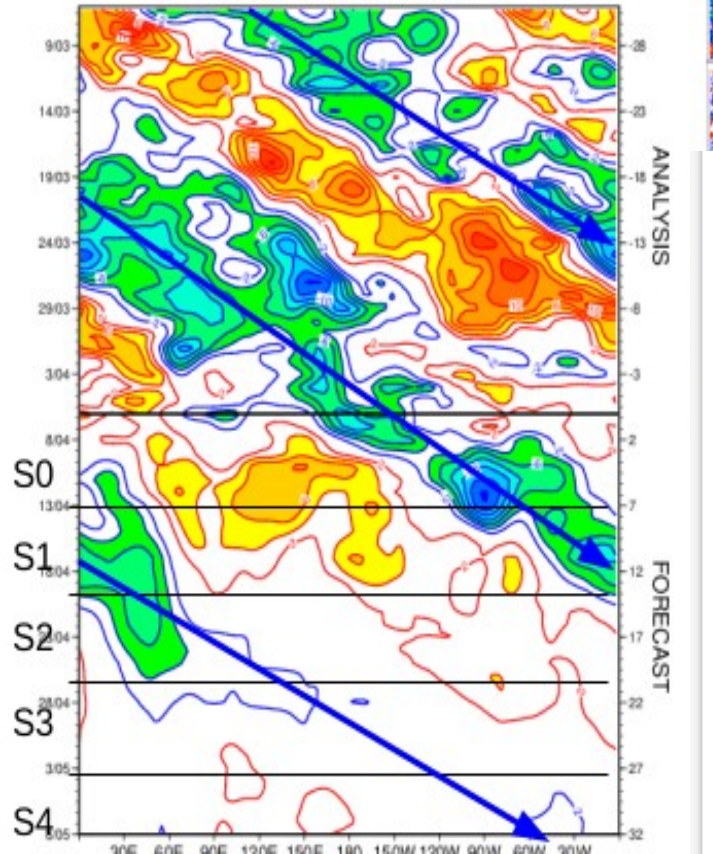
2eme étape : application aux prévisions

- Faire la même classification des MJO dans les prévisions subsaisonnnières (OLR, VP200, PW):
 - Quelle qualité de prévision de la MJO ? Quel cluster est le mieux prévu ? Quelle prévisibilité pour un type de MJO donné ?
 - Evaluation du lien cluster MJO / cyclogénèse dans les prévisions subsaisonnnières
 - Etendre l'approche aux ondes de Rossby équatoriales
- ⇒ Fournir des scénario d'occurrence de MJO /ER et leur lien sur l'activité cyclonique à la fois dans les observations et prévisions
- ⇒ Analyse et expertise plus quantitative des prévisions

Applications possibles prévision / observation

Moyenne EPS

VELOCITY POTENTIAL AT 200 HPA
Ensemble mean between Lat 15S and 15N
FORECAST BASED 06/04/2020 00UTC

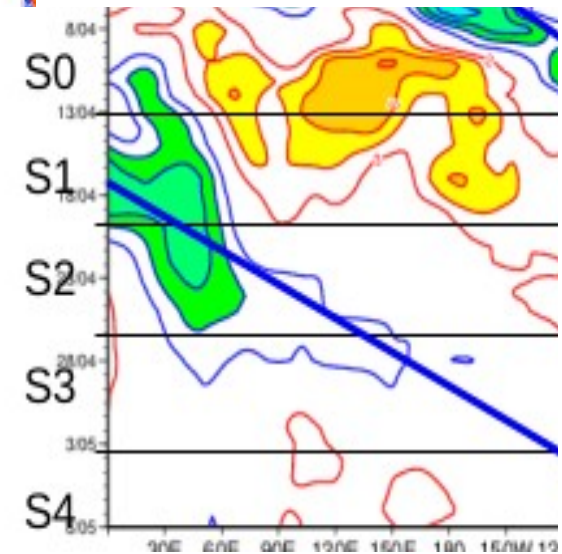
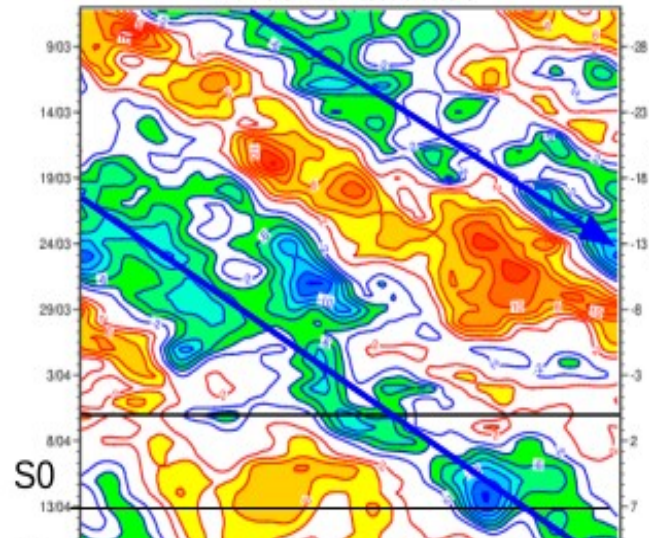


Cluster 1 propagatif rapide
(Nb de membres)

Cluster 2 stationnaire (Nb
de membres)

Moyenne EPS

VELOCITY POTENTIAL AT 200 HPA
Ensemble mean between Lat 15S and 15N
FORECAST BASED 06/04/2020 00UTC



⇒ à comparer au scénario Basse Fréquence / Type de MJO /
cyclogénèse de la climatologie

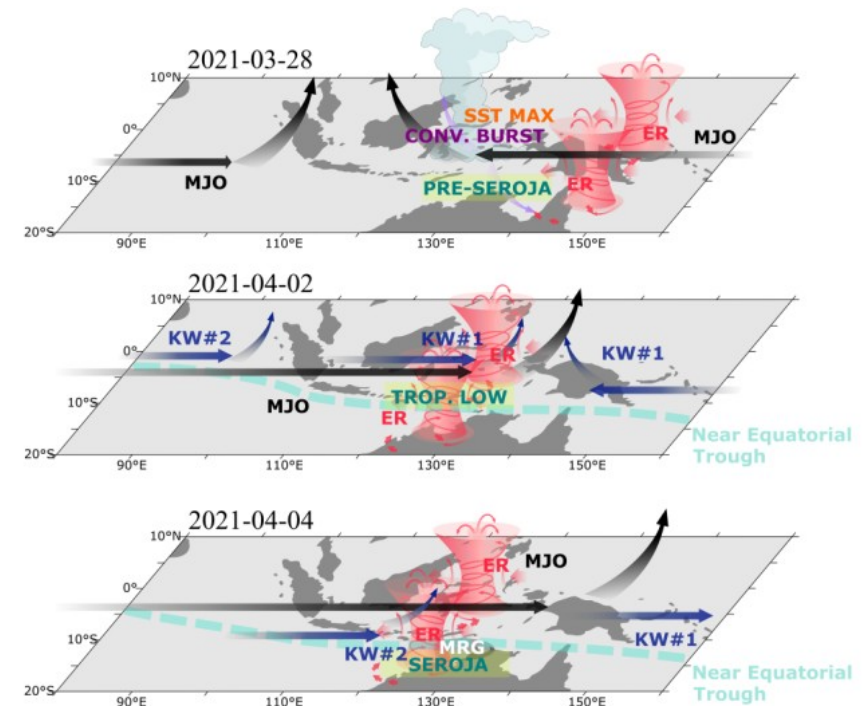
Complémentarité avec la thèse d'Erwan Cornillault

- Focus sur les extrêmes de pluies en Outremer
- Certaines situations d'ondes équatoriales sont favorables à un extrême de pluie : croisement d'onde ou onde très marquée

- Généraliser l'approche classification en recherchant des régimes de temps saisonnier associés aux extrêmes de pluies

⇒ même approche de classification d'onde équatoriales conditionnée par l'occurrence d'un extrême

⇒ outil Intelligence Artificielle pour faire émerger des situations types

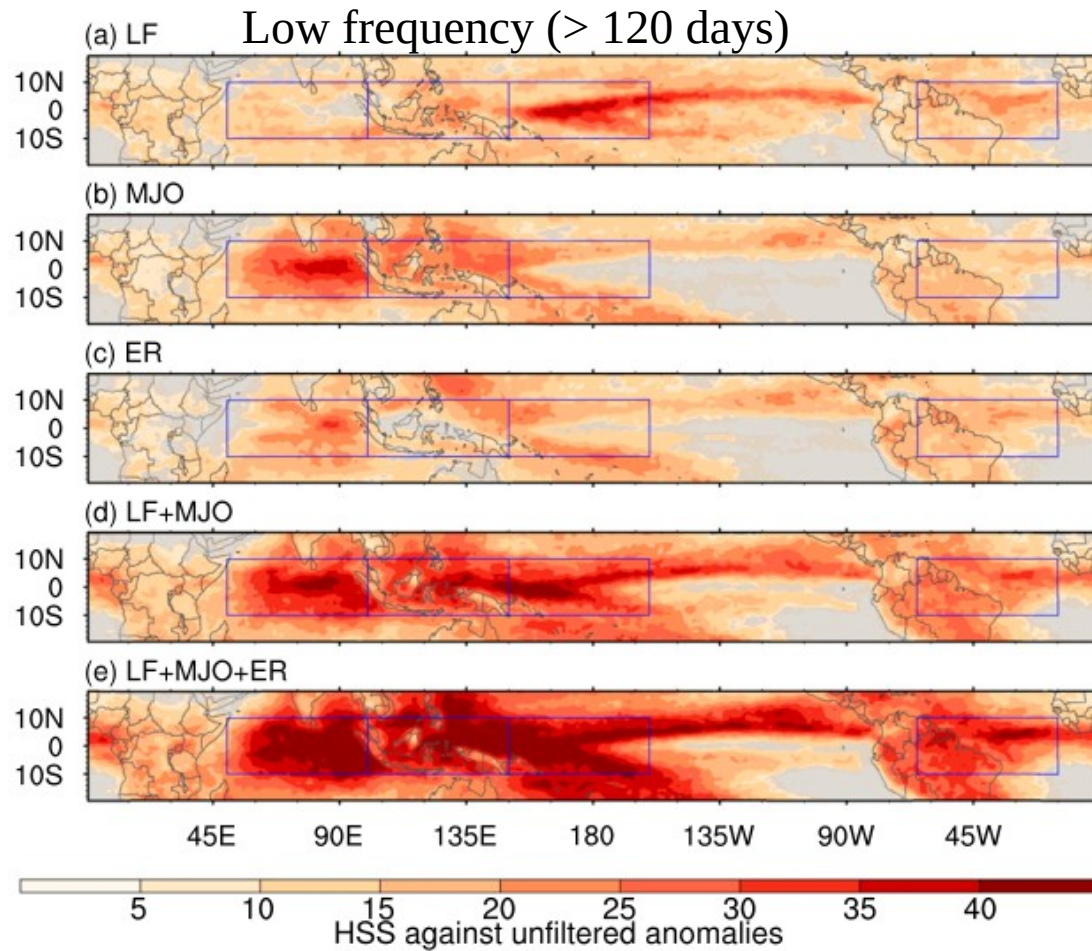


Latos, Peyrillé, Lefort et al.

- Etape importante de définition des extrêmes :
 - échelle de temps, espace + quantifier la contribution des cyclones vs hors cyclones
 - Analyse de mécanisme et applications aux prévisions d'ensemble
- Visite au LACY en 2023

Questions ?

Associated predictability (S2S)



Heidke Skill Score (%) of Week 3 rainfall forecast contribution for low frequency, MJO, ER against observations (Schreck et al. 2020)

- Most of the predictability comes from the **low frequency, MJO et Eq. Rossby wave**
⇒ **A good understanding of how they work together is key !**

3eme étape : application aux prévisions

- Reprendre l'approche pour les ondes de Rossby équatoriales !

Contexte, questions

- Bonne connaissance d'une onde type, proche de la climatologie
 - Où se situe les pluies, durées etc
 - Exemple MJO « canonique »
- Limite actuelle dans la compréhension des ondes « non standard », souvent associées à une superposition d'acteurs multiples
 - Basse fréquence ($T > 120$ J) : océan, atmosphère
 - Autres ondes équatoriales
- Sur un mode recherche : « facile » d'identifier une onde sur un paramètre d'intérêt (OLR, pluie). En mode prévision, les signatures des ondes sont rarement homogènes selon les paramètres (U,V, PW, etc)
- Plus science : prévisibilité autre que la MJO à explorer
- Quel rôle des ondes dans la cyclogénèse
- Quelle prévisibilité ? Quels indices de la MJO
- Objectiviser l'évaluation en amont des produits

Le potentiel de vitesse à 200 hPa est un bon marqueur de convection active (Lefort et Peyrillé 2020)

