



Prévision des pluies tropicales à échelle subsaisonnaire : évaluation du gain de prévisibilité lié aux ondes équatoriales couplées à la convection

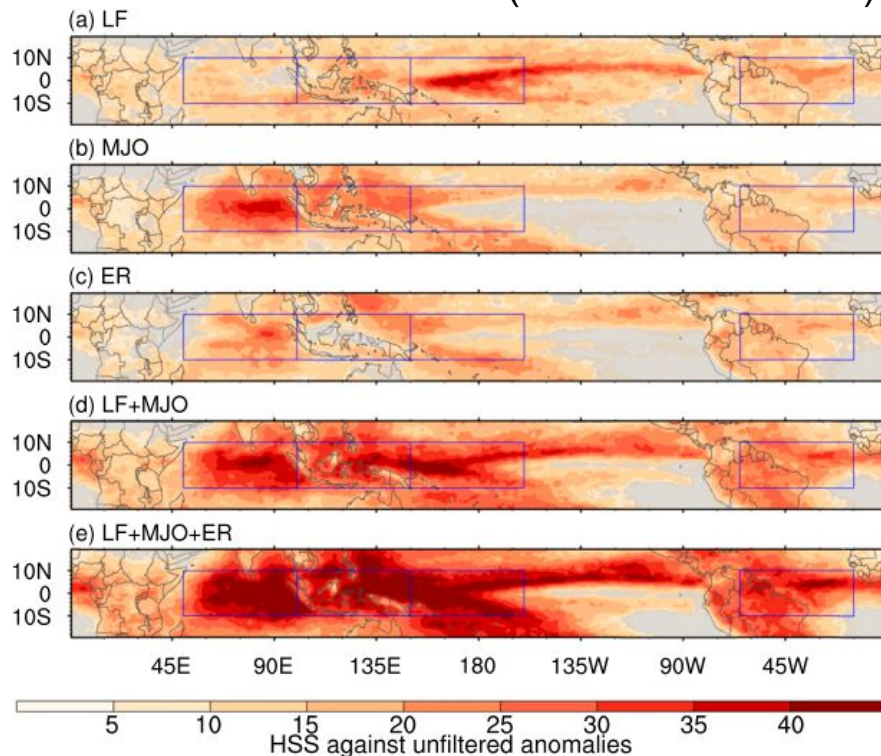
Philippe Peyrillé¹, Damien Specq¹, Erwan Cornillault¹, Laura Bouzid¹

¹ : CNRM, Météo-France, CNRS, Université de Toulouse, Toulouse, France

Contexte

- Ondes équatoriales = une des sources de prévisibilité tropicale
- Utilisation qualitative avec du suivi d'ondes dans les prévisions mais peu d'études quantitatives
- Peu d'étude d'évaluation des prévisions dans les tropiques

HSS pluies filtrées vs pluie non filtrées,
Observation TMPA 3B42 (Schreck et al. 2020)



⇒ Fortes contributions de la basse fréquence, MJO et ER au pattern de pluie

Quelle apport pour un prévisionniste?

Objectifs: Quantifier l'impact des conditions initiales sur la qualité de des prévisions à échéance 4 semaines

L'Oscillation de Madden-Julian (MJO)

- Propagation vers l'Est
- Pôle de convection + anomalie d'ouest + tourbillon à 850 hPa
- Echelle planétaire, période = 30-90 jours

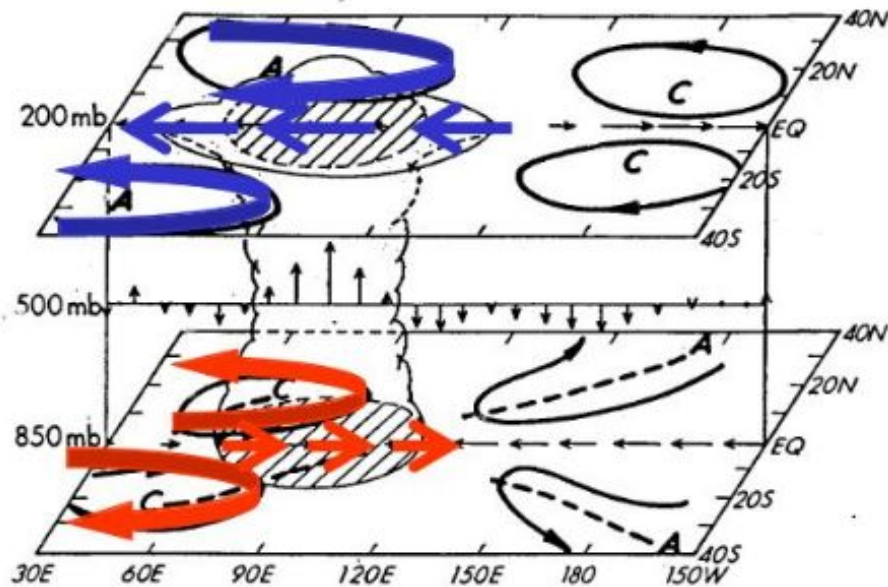
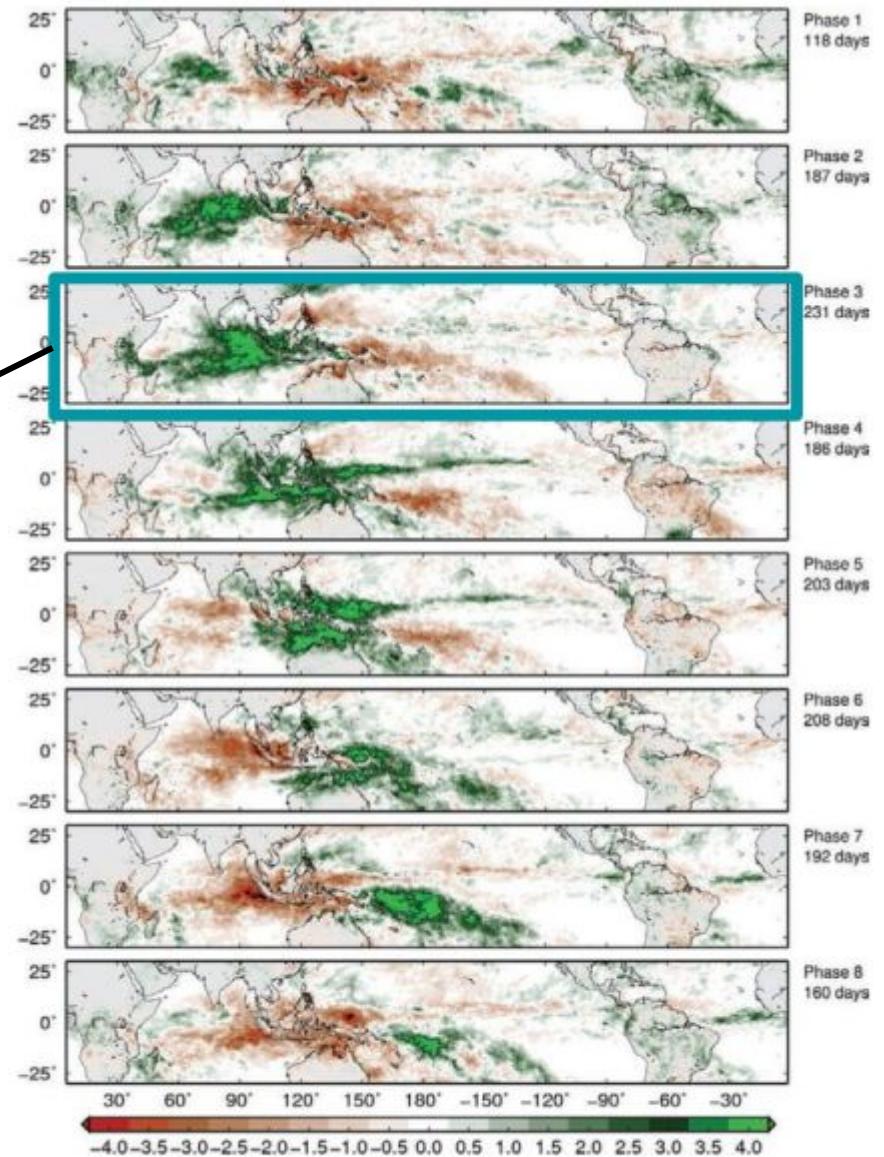


Schéma simplifié d'une MJO active à 90°E, Rui et Wang (1990)



Anomalie saisonnière de précipitations (produit TRMM) selon la position de la MJO, Zhang (2013)

Données - Méthode

| Centres | Echéance | Résolution | Méthode | Fréquence | Membres | Couplages |
|---------|------------|--------------------------------|------------|-----------|---------|---------------|
| ECMWF | 0-46 jours | ≈ 16 km J0-15 ≈ 32 km après | on the fly | 2/semaine | 11 | océan x glace |
| CNRM | 0-61 jours | ≈ 50 km | fixe | 1/semaine | 10 | océan x glace |

Données modèles

| Modèle | Résolution | Membres |
|--------|--|---------|
| ECMWF | 16 km J0-15 35km après 2 inits/semaine | 11 |
| MF | 50km 1 init/semaine | 10 |

Fichiers interpolés à 1.5° x 1.5°
Période étudiée = 2002-2017
Données classifiées en **terciles**

Données d'observation

| Paramètre | Source | Résolution |
|-----------|--------|-------------|
| pw | ERA5 | 0.25 x 0.25 |
| pr | IMERG | 0.75 x 0.75 |

Identification des ondes
OLR (Outgoing Long-wave Radiation)
NOAA

Conditionnement à la date
d'initialisation

Vérification - Heidke Skill Score (HSS)

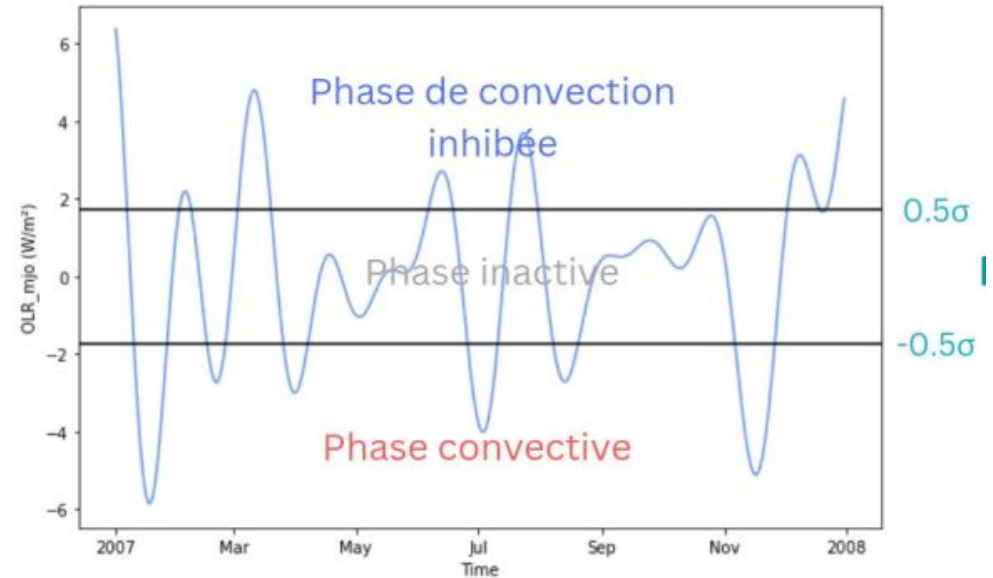
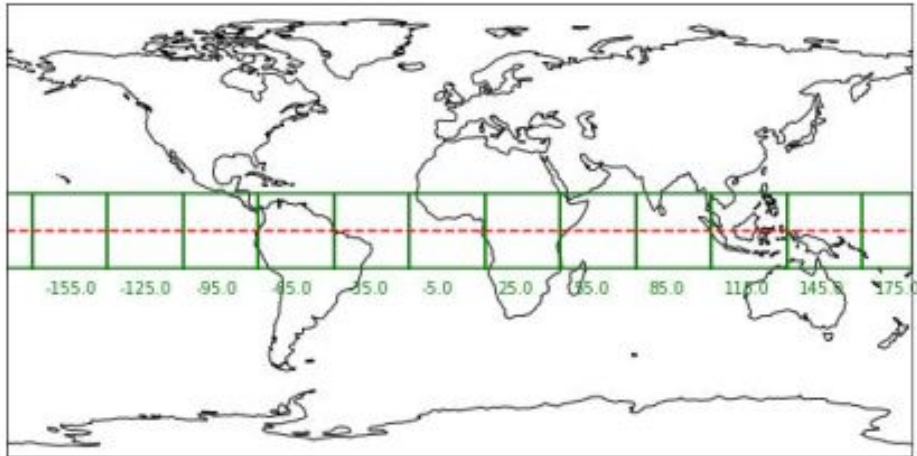
Métriques d'évaluation

| Prévisions (F_i) \ Observations (O_i) | Tercile 1 | Tercile 2 | Tercile 3 | Total |
|---|-----------------|-----------------|-----------------|-----------|
| Tercile 1 | $n_{(F_1,O_1)}$ | $n_{(F_1,O_2)}$ | $n_{(F_1,O_3)}$ | N_{F_1} |
| Tercile 2 | $n_{(F_2,O_1)}$ | $n_{(F_2,O_2)}$ | $n_{(F_2,O_3)}$ | N_{F_2} |
| Tercile 3 | $n_{(F_3,O_1)}$ | $n_{(F_3,O_2)}$ | $n_{(F_3,O_3)}$ | N_{F_3} |
| Total | NO_1 | NO_2 | NO_3 | N |

$$HSS = \frac{H - E}{N - E}$$

avec $\begin{cases} H = \text{nombre de prévisions correctes} \\ E = \text{nombre de prévisions correctes attendues (N/3 pour des terciles)} \\ N = \text{nombre total de prévisions} \end{cases}$

Conditionnement des états initiaux et évaluation



Détection d'une MJO avec une approche locale:

- Découpage de la ceinture tropicale en boîtes de 30° longitude
- Identification des phases actives, neutres, inhibées avec l'OLR filtré dans la gamme MJO (30-90 j, k=1-5)
- Indice de MJO = $OLR_{MJO} / \sigma_{OLRMJO}$

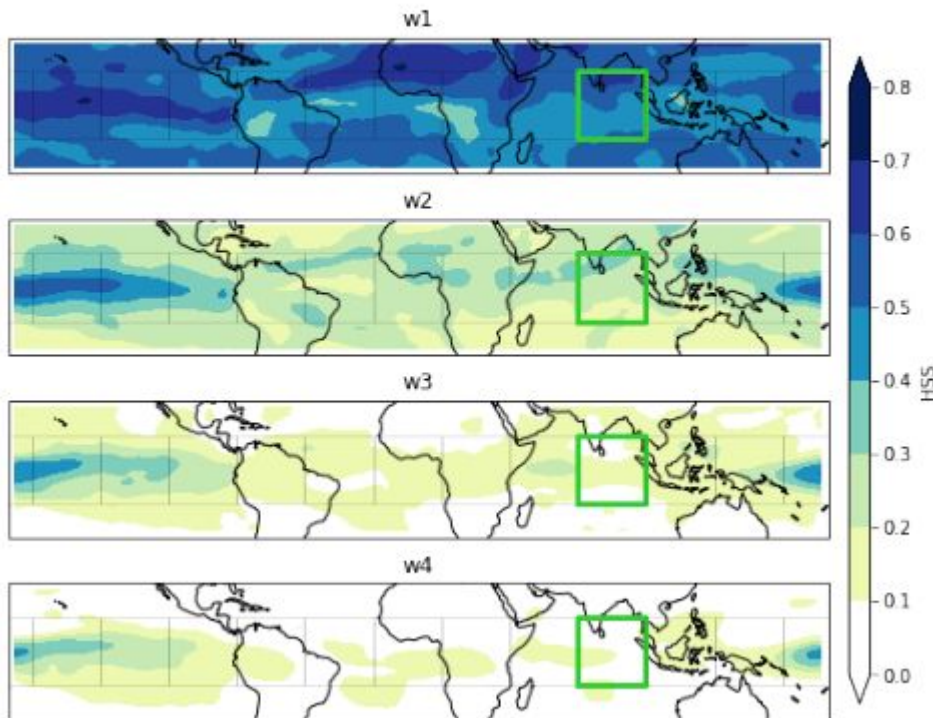
Evaluation : Différence de score entre prévisions en phases actives - prévi. phase neutre ⇒

$$\Delta HSS^b(lat, lon) = HSS_{conv}^b(lat, lon) - HSS_{inactive}^b(lat, lon)$$

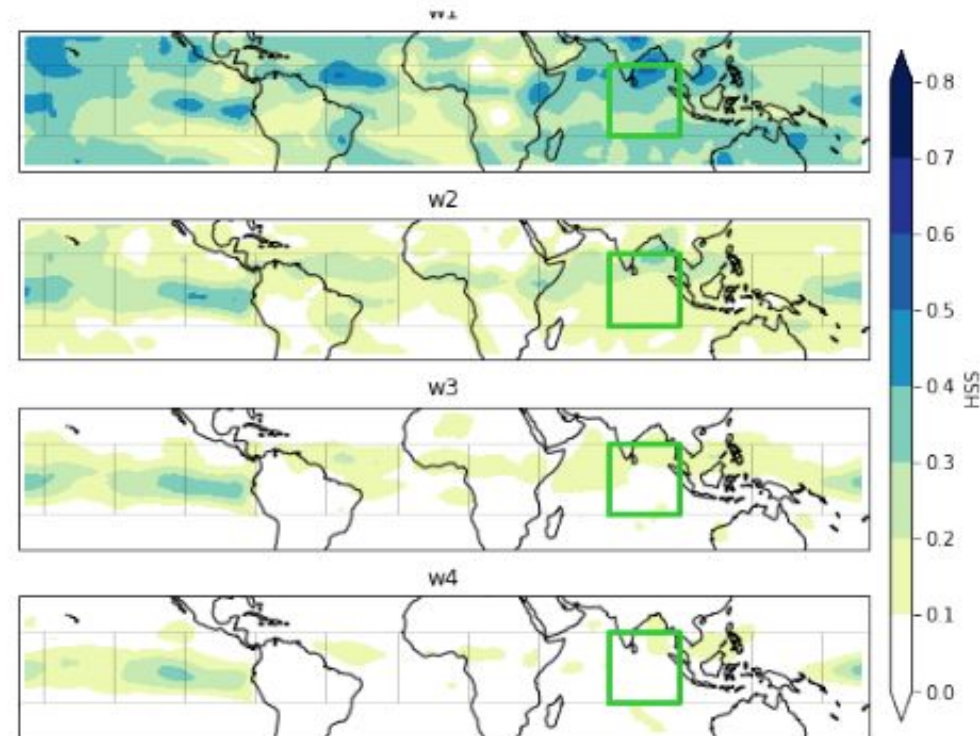
Scores de prévision non-conditionnés

Pluie vs Eau précipitable

HSS – forecast MJO Active – DJF –
ECMWF - PW



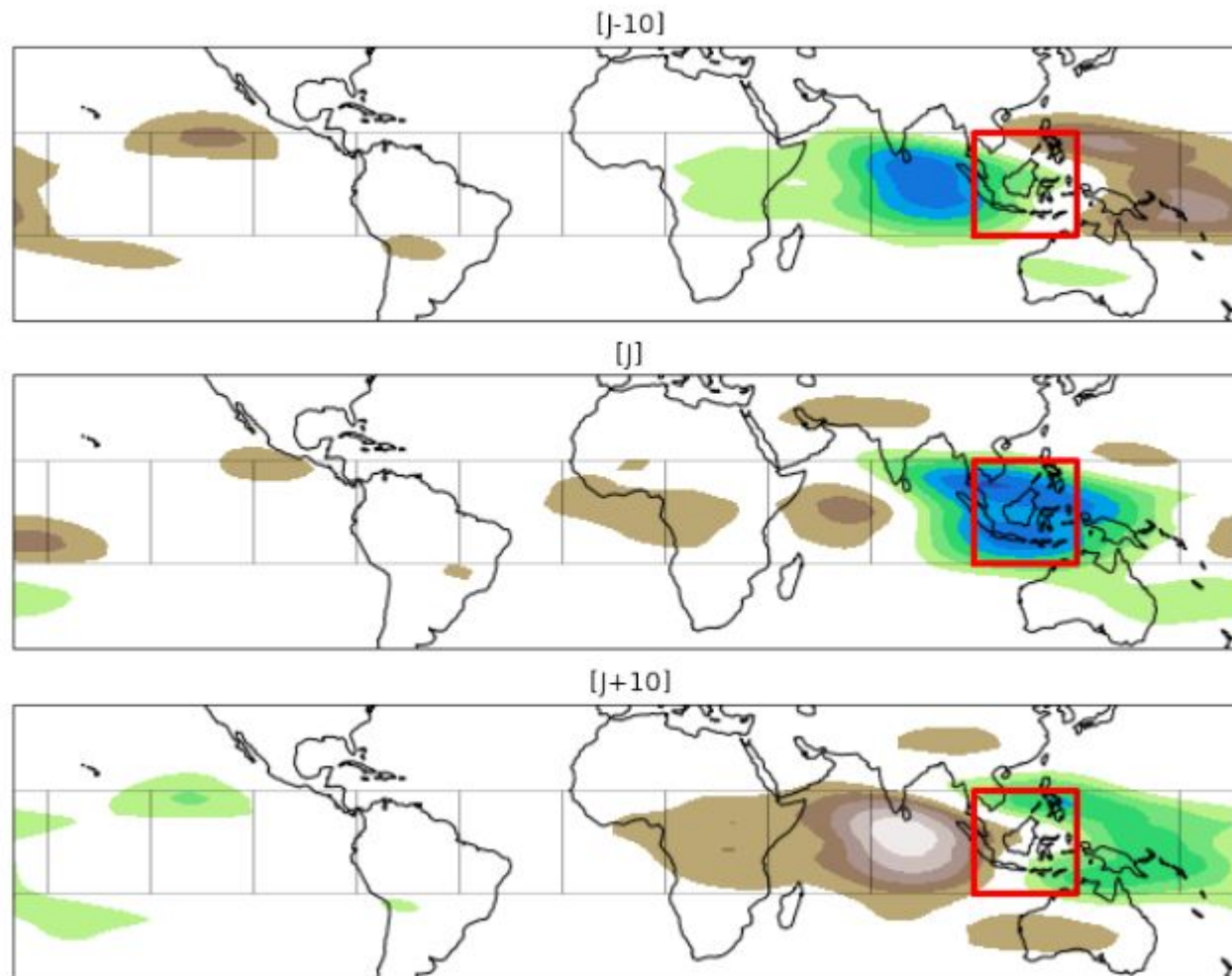
HSS – forecast MJO Active – DJF –
ECMWF - Précipitation



- Océan Pacifique avec plus de prévisibilité que le reste des tropiques , idem continent vs océan
- Prévisibilité de PW meilleure que sur la pluie

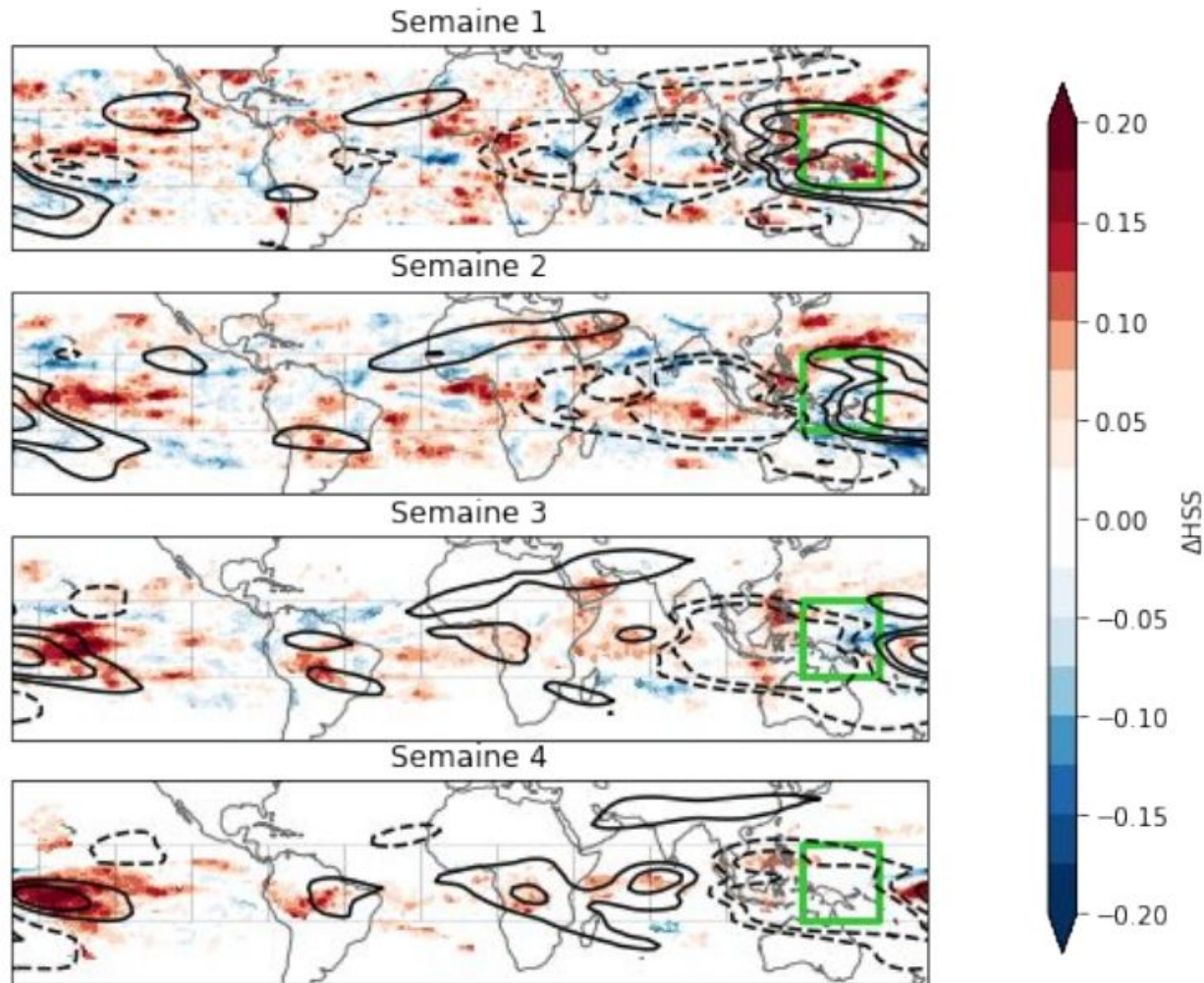
Idée a priori sur les scores associés à la MJO

Séquence temporelle observée pour une MJO active sur le continent maritime (NOAA OLR)



Scores de prévision: $HSS_{convective}$ - HSS_{Neutre}

MJO active sur le Continent Maritime



ECMWF - eau précipitable - DJF

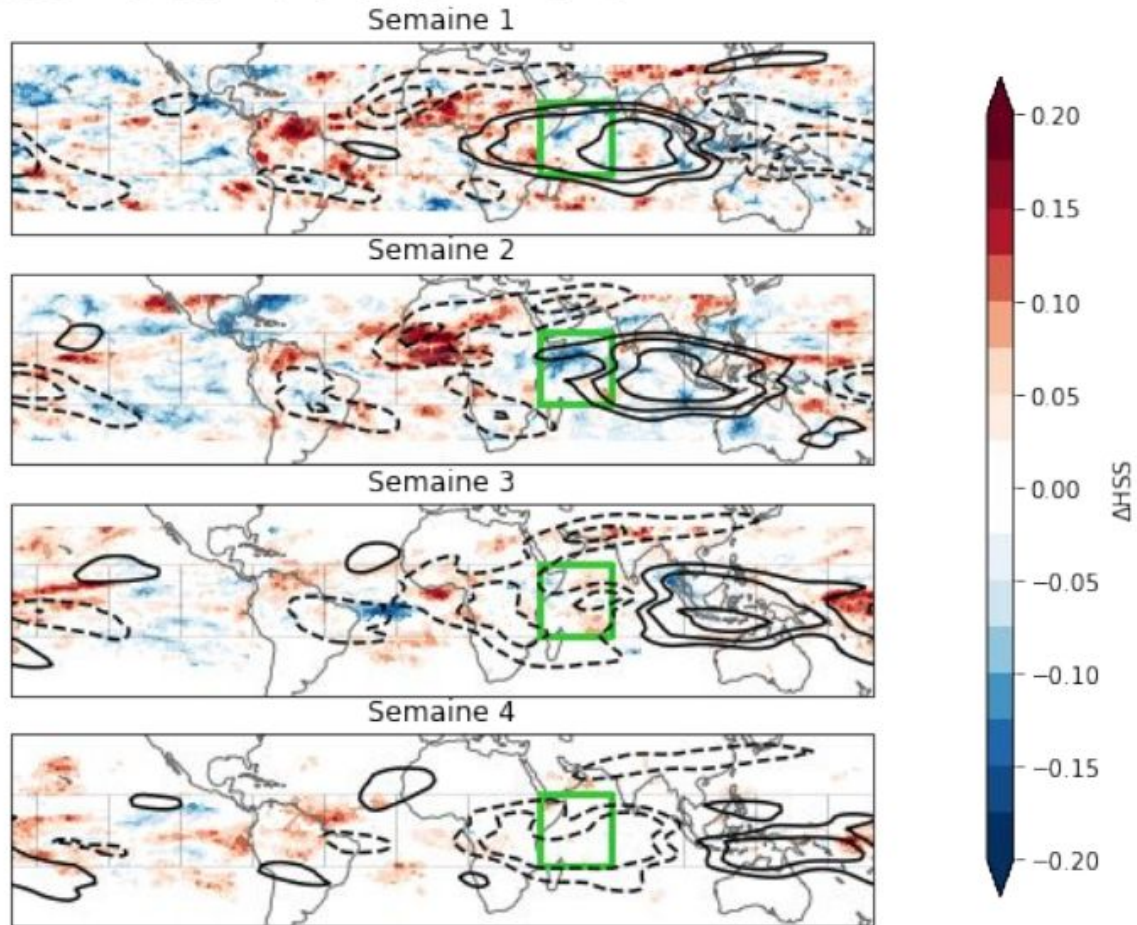
- Couleurs: ΔHSS hebdomadaire
- Contours: anomalie d'OLR_{MJO} observée (convective en traits pleins)
- Vert: boîte où la MJO est convective à l'initialisation

Meilleurs scores dans l'enveloppe convective en S1, et S3-S4 sur le Pacifique

Scores de prévision: $HSS_{convective}$ - HSS_{Neutre}

ECMWF - eau précipitable - DJF

MJO active sur l'Océan Indien



- Couleurs: ΔHSS hebdomadaire
- Contours: anomalie d'OLR_{MJO} observée (convective en traits pleins)
- Vert: boîte où la MJO est convective à l'initialisation

Contre exemple:
pas de score
significativement meilleur
dans l'enveloppe
convective

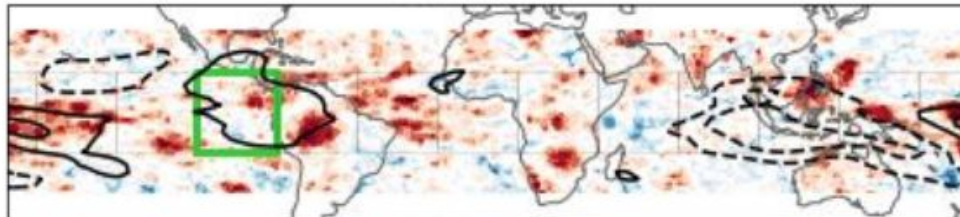
- problème de croissance de la MJO ou de son lien avec la pluie ?
- Prévisibilité dans la phase inhibée

Scores de prévision: $HSS_{convective}$ - HSS_{Neutre}

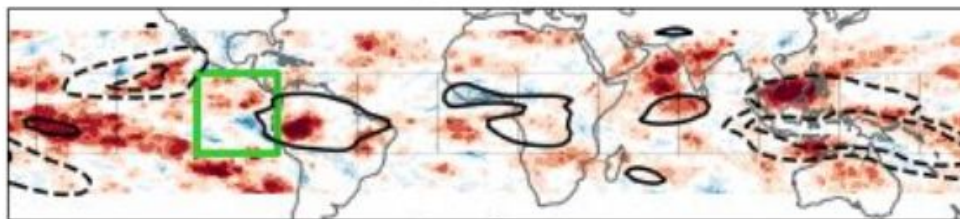
ECMWF - eau précipitable - DJF

MJO active sur le Pacifique

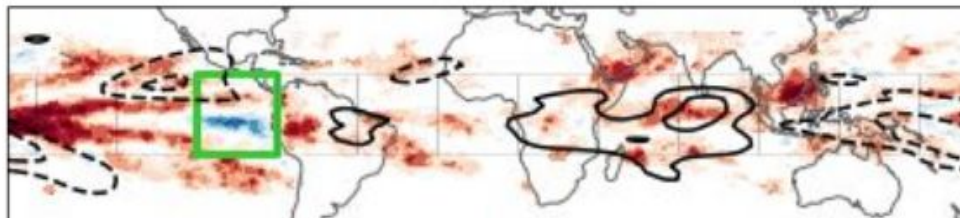
Semaine 1



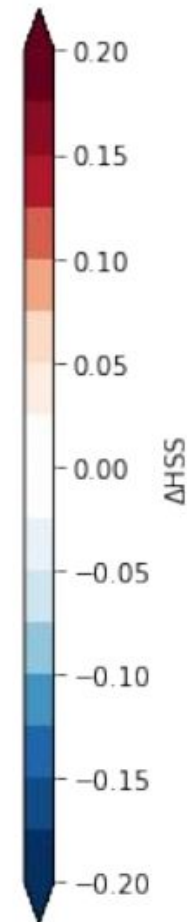
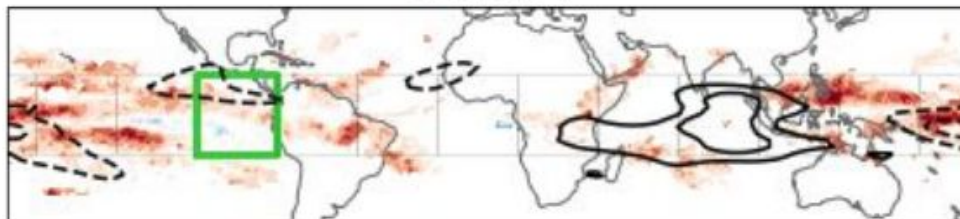
Semaine 2



Semaine 3



Semaine 4



- Couleurs: ΔHSS hebdomadaire
- Contours: anomalie d'OLR_{MJO} observée (convective en traits pleins)
- Vert: boîte où la MJO est convective à l'initialisation

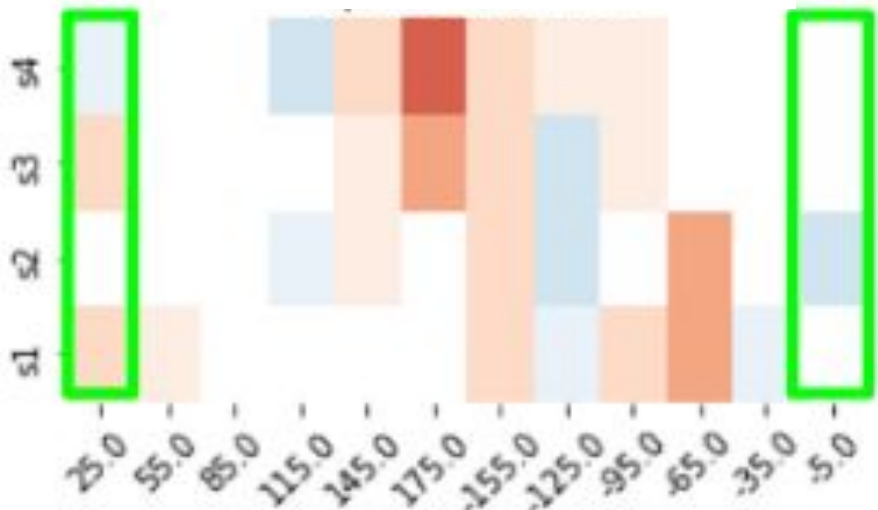
- Augmentation des scores en S3 sur l'Océan Indien pour une initialisation à 100°W: bonne propagation de la MJO
- + phase inhibée sur le Continent Maritime

Approche du point de vue du prévisionniste

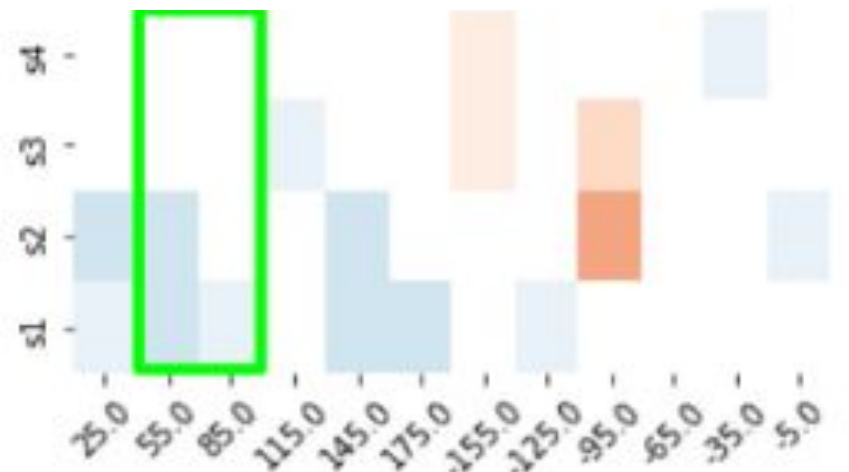
Δ HSS régional vs zone d'initialisation de la MJO active

Δ HSS Afrique équatoriale

Semaine de prévision



Δ HSS Océan Indien



Afrique équatoriale:

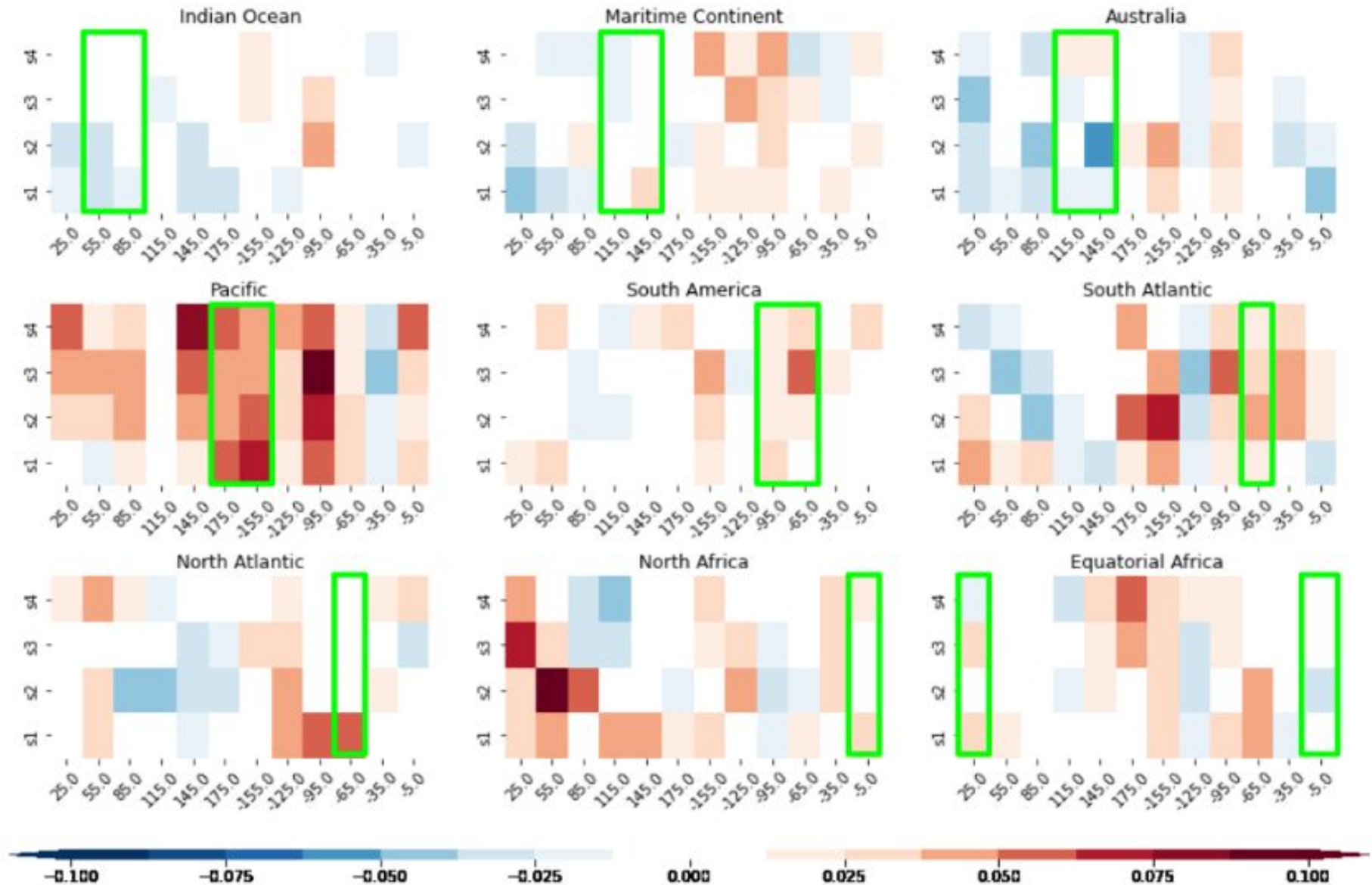
- Meilleure prévision en S1-S2 quand la MJO est active sur l'Amérique centrale
- S3-S4 quand MJO active sur le Pacifique

Océan Indien:

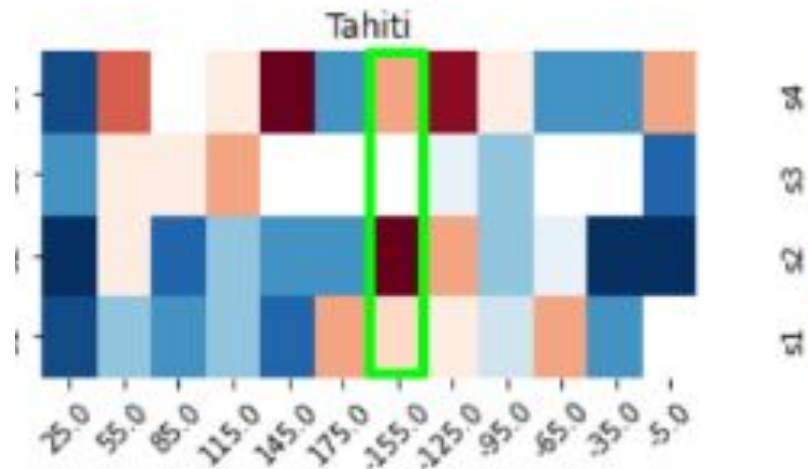
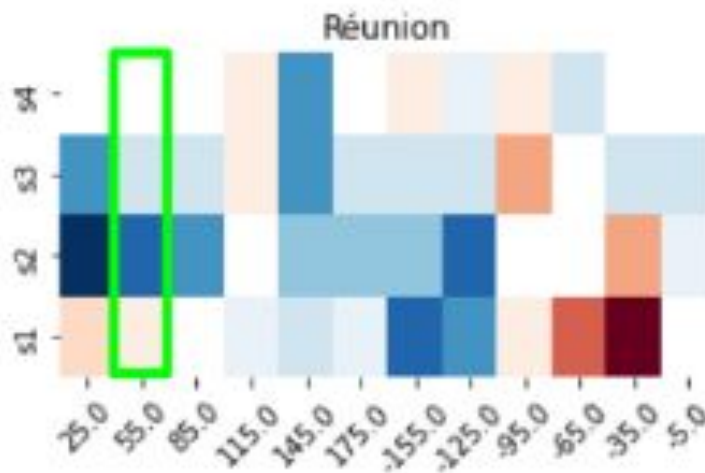
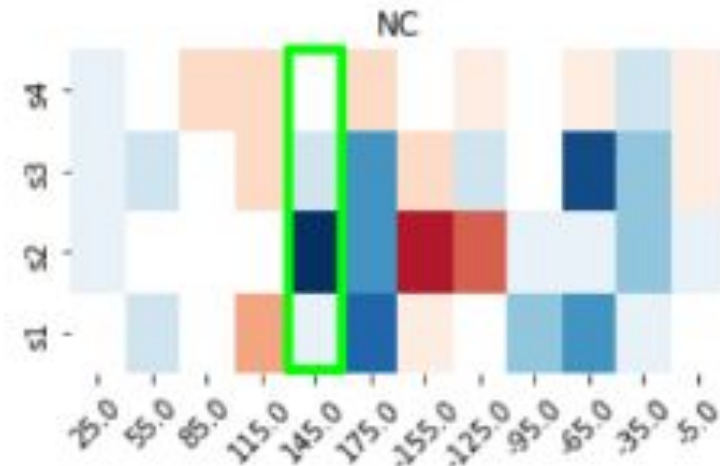
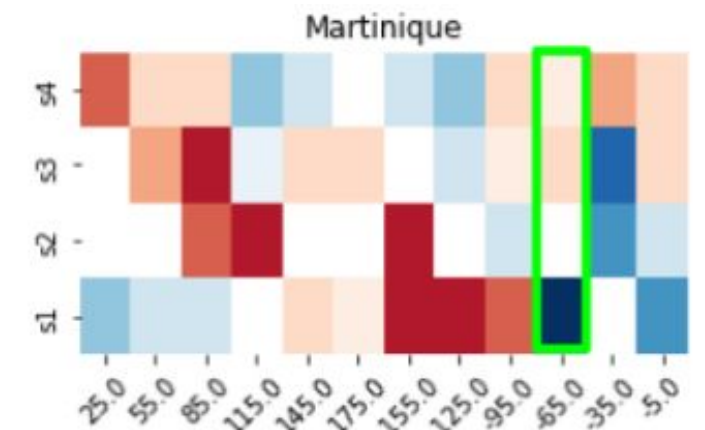
- Globalement prévision moins bonne quand MJO active à l'état init, qq soit la localisation sauf init. sur Amérique avec signal propagatif ok en S2-S3 sur O. Indien.

Synthèse pour la MJO

Δ HSS régional vs zone d'initialisation de la MJO active



Scores ΔHSS sur les territoires ultramarins



Martinique : Schéma propagatif anticipé

Réunion: un peu de présibilité quand la MJO est sur l'Afrique sinon Amérique Centrale

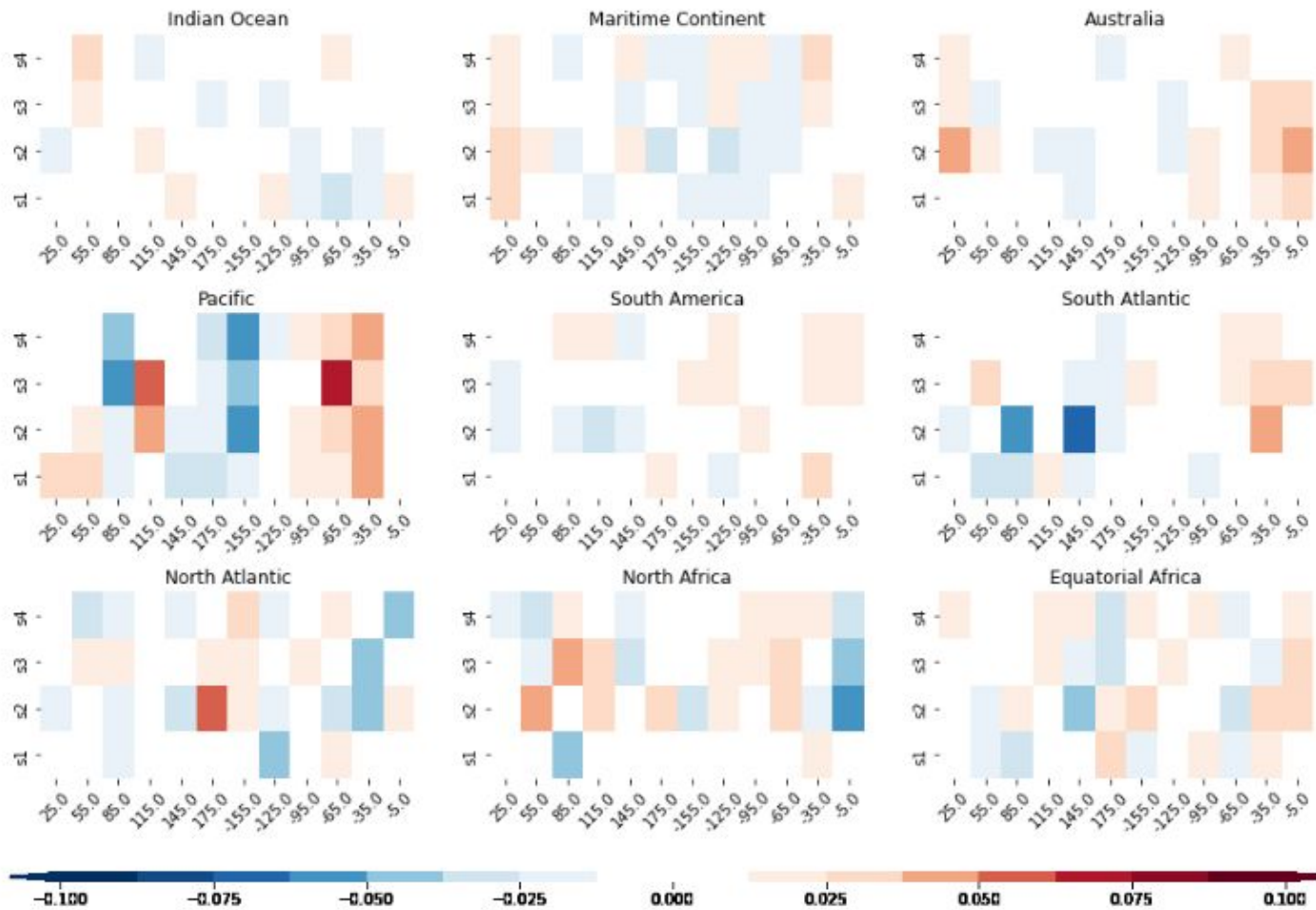
Nouvelle Calédonie: MJO en amont et aval de la NC.

Tahiti: à creuser, probable interaction MJO / basse fréquence

Même approche pour les ondes de Rossby équatoriales

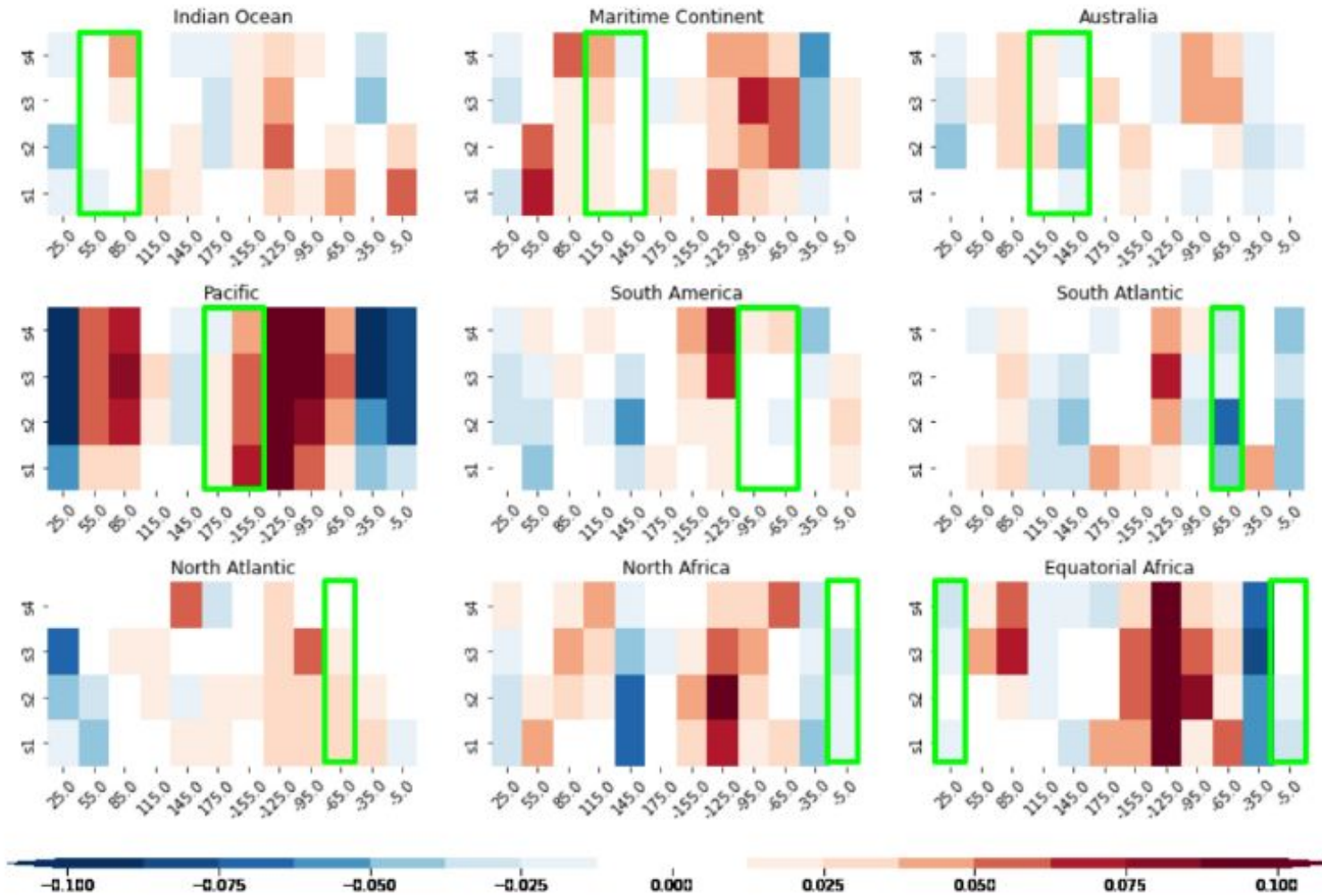
Δ HSS régional vs zone d'initialisation de la ER active

Globalement moins d'impact mais tout de même périodes de scores améliorés



Même approche pour la basse fréquence

Δ HSS régional vs zone d'initialisation de la Low Freq active



Conclusion

- Il y a un gain général de prévisibilité associé à la MJO active
- **Apport de la MJO non homogène selon les zones d'initialisation :**
 - Sa propagation semble bien capturée
 - Sa genèse / croissance sur Océan Indien plus difficile à identifier
- Moindre apport des ondes de Rossby et très forte contribution des modes de variabilité interannuelle

Perspectives:

- Identifier les ondes à l'état initial sur un paramètre non convective (PW, vent, potentiel de vitesse)
- Evaluer la représentation des ondes équatoriales (croissance, propagation) dans les prévisions et leur couplage à la convection
- Différencier phases actives vs phases inhibées

Merdi de votre attention

