UNIVERSITÉ DE LA RÉUNION
CNRS - MÉTÉO FRANCE
LACy
UMR 8105

UNIVERSITÉ DE LA RÉUNION

MAP-IO

Aérosols marins et gaz traces

Ifremer

TERRES AUSTRALES & ANTARCTIQUES FRANÇAISES
TAAF

cnrs

IGN

METEO FRANCE

REGION REUNION
www.regionreunion.com

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

MINISTÈRE
DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR
ET DE LA RECHERCHE

Diffusion du rayonnement par les aérosols

Scattering sulfate and organic aerosol over Massachusetts

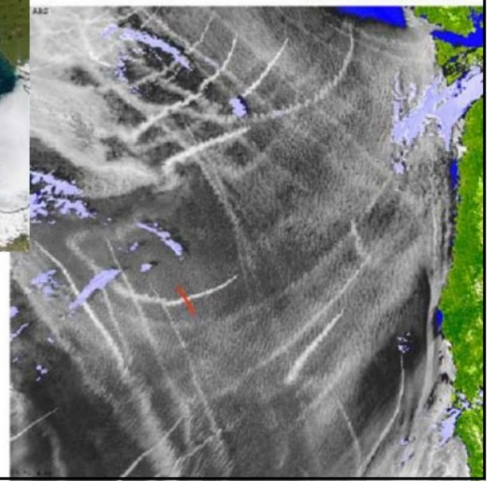
Partly absorbing dust aerosol downwind of Sahara

Absorbing aerosols (black carbon, dust) warm the climate by absorbing solar radiation

Influence sur la formation des nuages par les aérosols

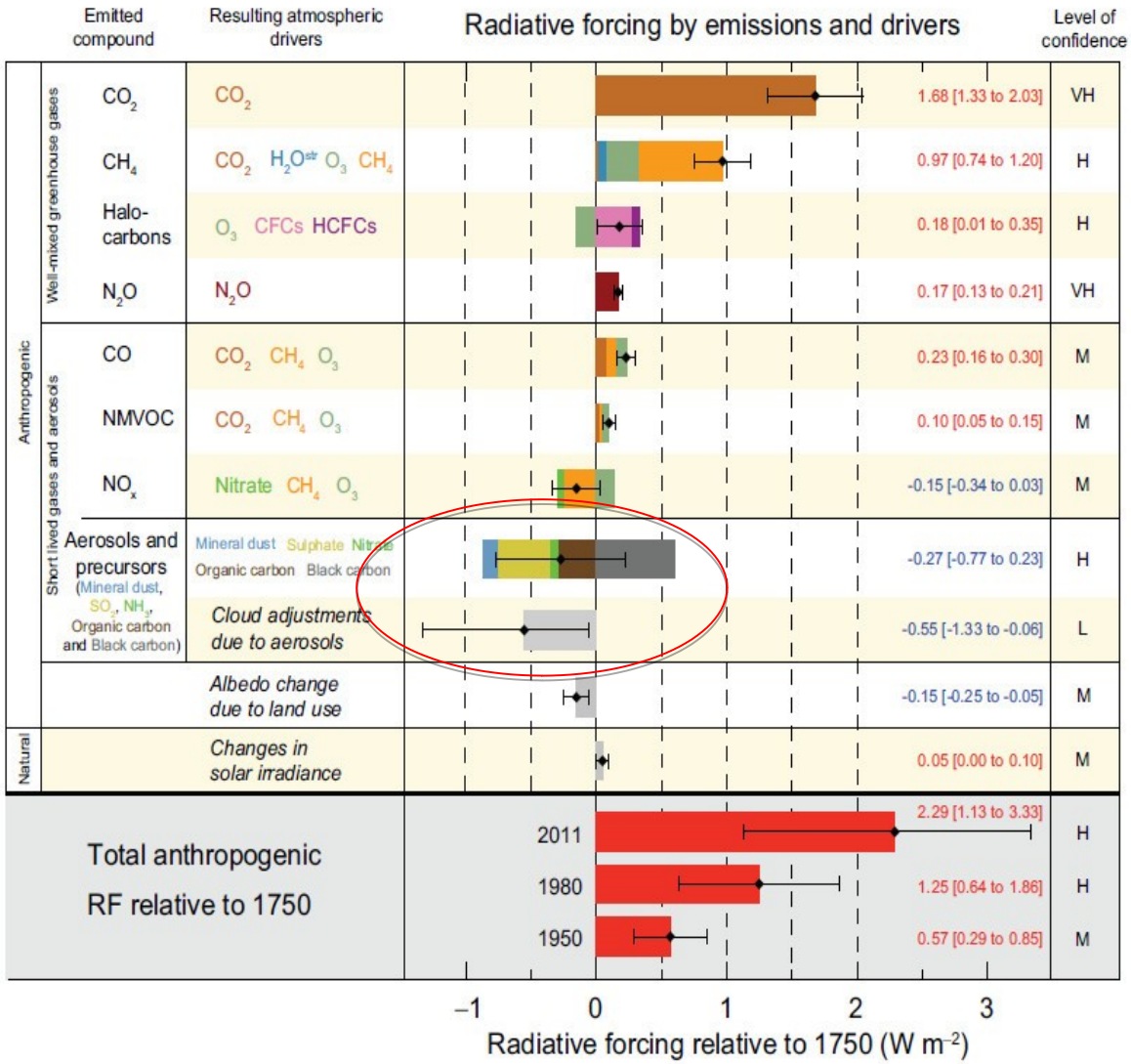
NASA, 2002
Atlantic, France, Spain

AVHRR, 27. Sept. 1987, 22:45 GMT
US-west coast



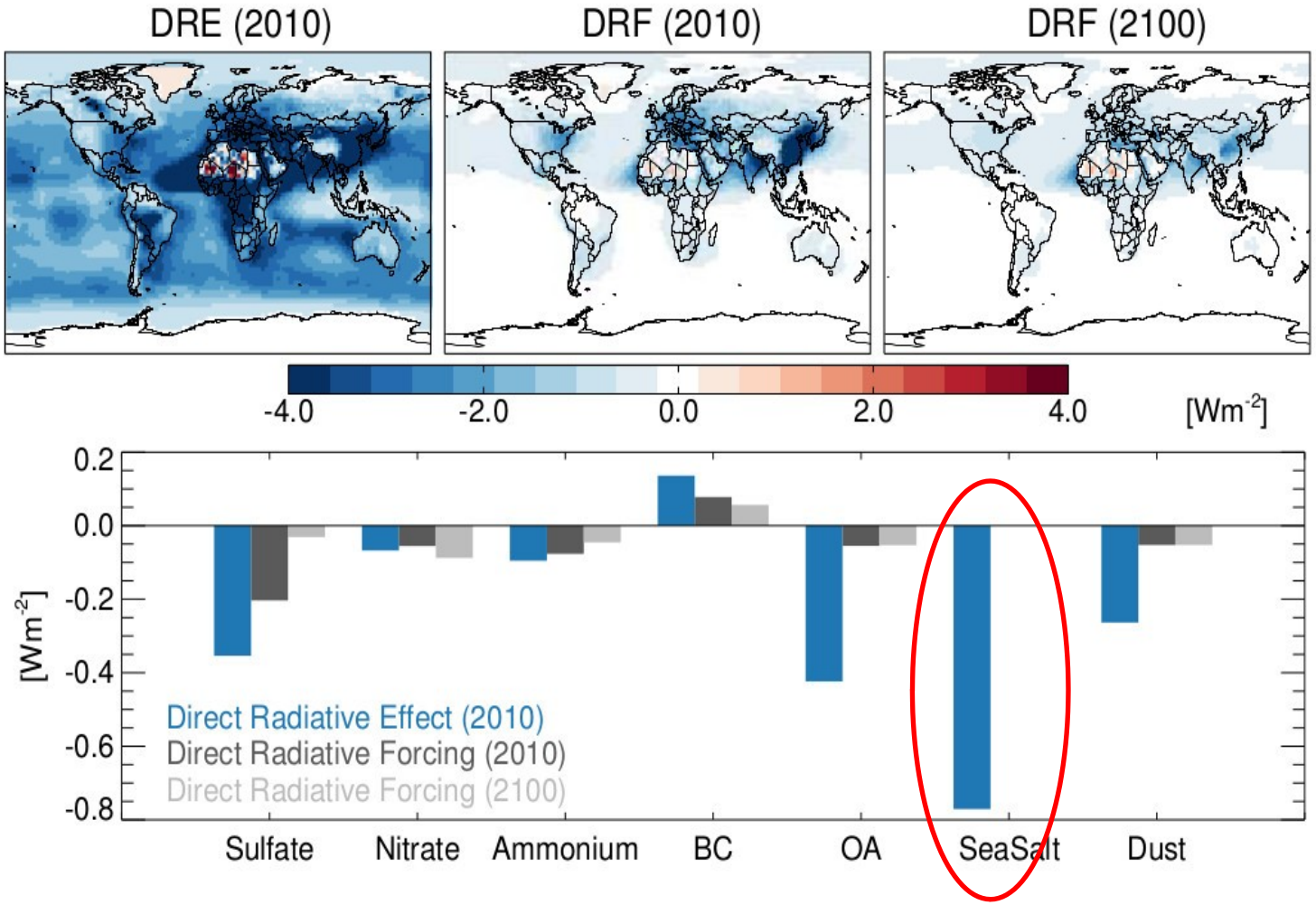
From Jacob

Les aérosols ont un effet de refroidissement sur le climat



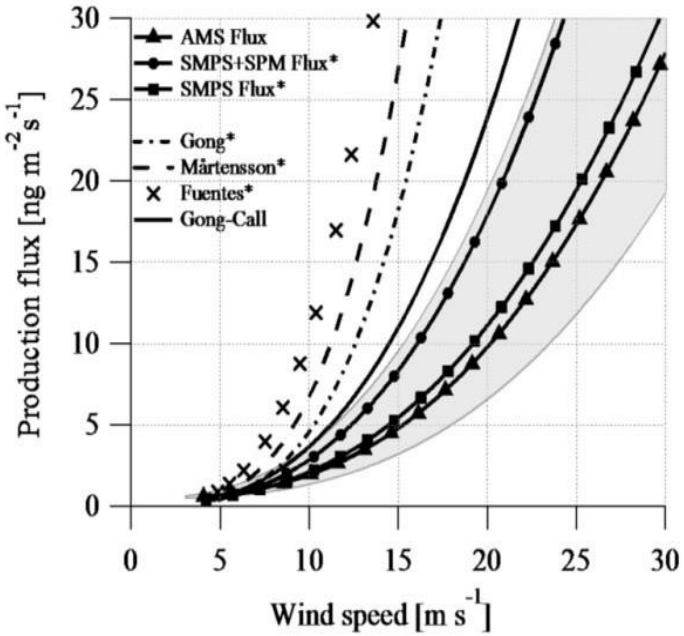
Les aérosols et les interactions aérosol-nuage sont les sources les plus importantes d'incertitudes sur les forçages du bilan radiatif. Ces estimations dépendent de notre niveau de compréhension du climat pré-industriel

Le forçage radiatif du sel marin est négligé



Heald et al., 2014 ACP

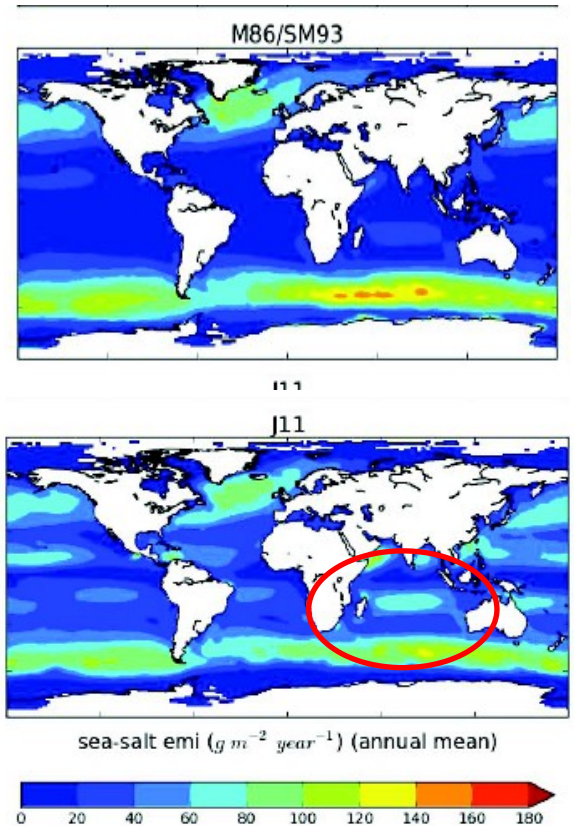
Incertitudes sur les émissions marines



Emission d'aérosols marin en fonction de la vitesse du vent de surface dans les paramétrisations actuelles (Ovadnevaite et al., 2013).

sans SST

avec SST



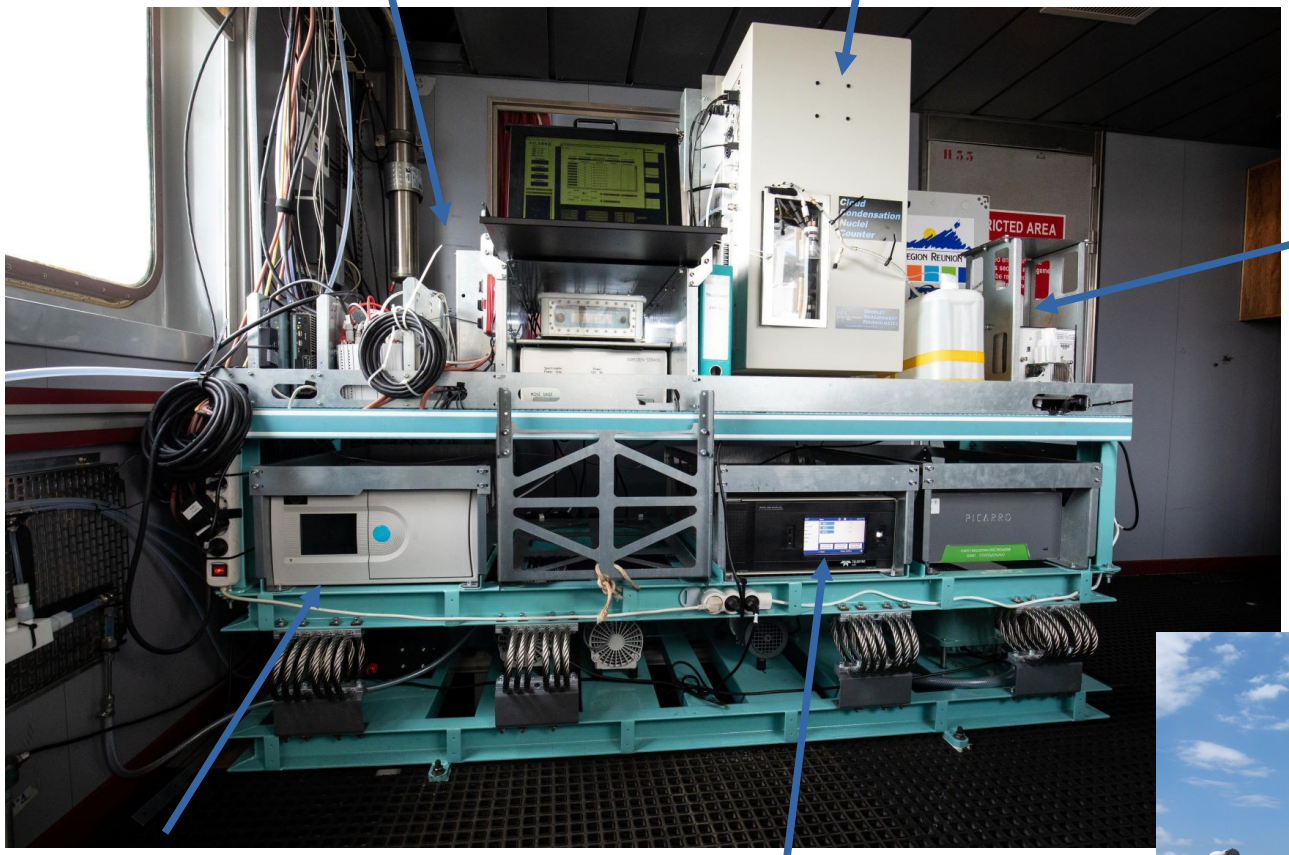
Spada et al., 2013

- Importance des sels marins pour les prévisions météo
  - Meilleure représentation de la trajectoire des cyclones tropicaux (HOARAU et al. 2018, LACy)
  - Meilleure représentation du développement de la structure nuageuse des cyclones tropicaux (PIANEZZE *et al*., 2018, LACy)

Aerosols in-situ et gaz traces sur le Marion Dufresne

POPS

CCN-100

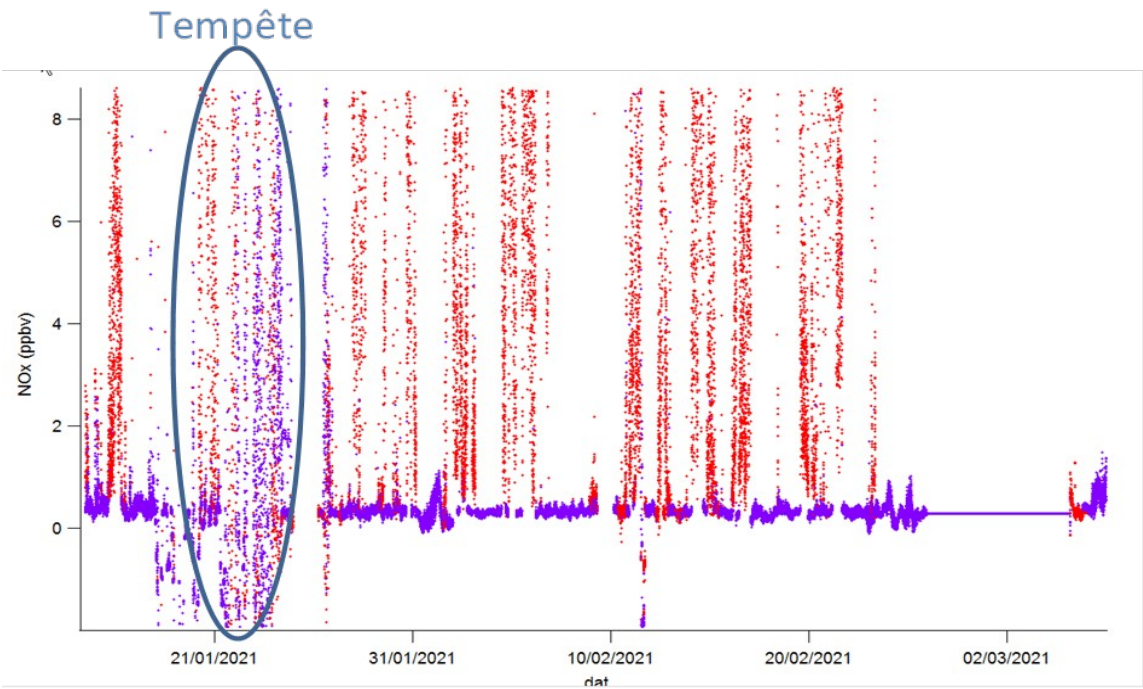


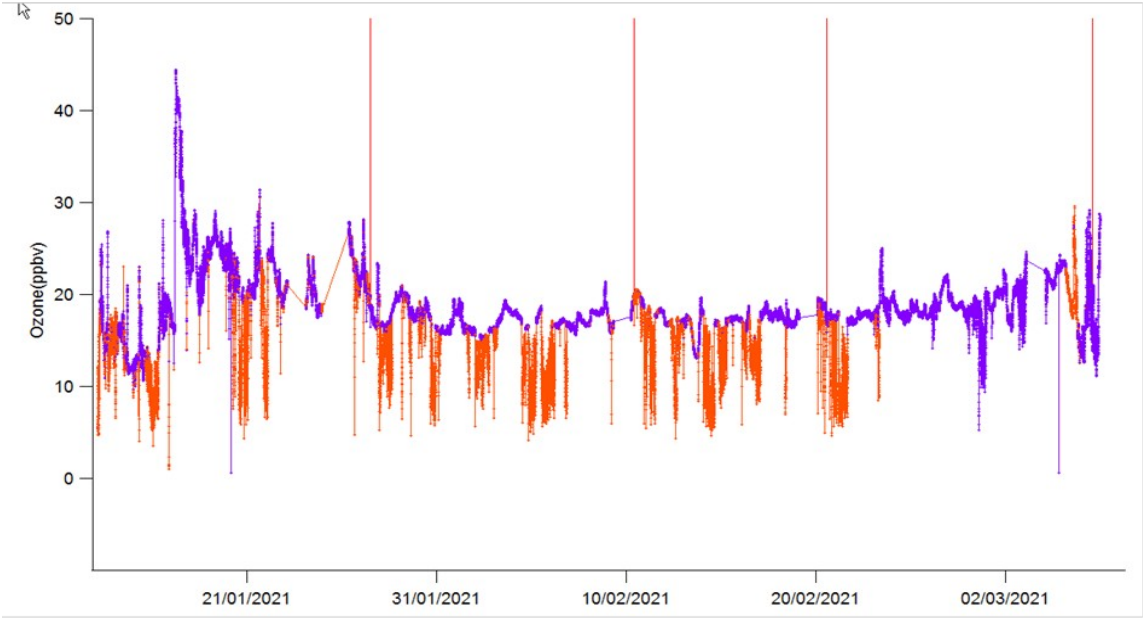
SMPS + CPC

Ozone : HORIBA APOA-370

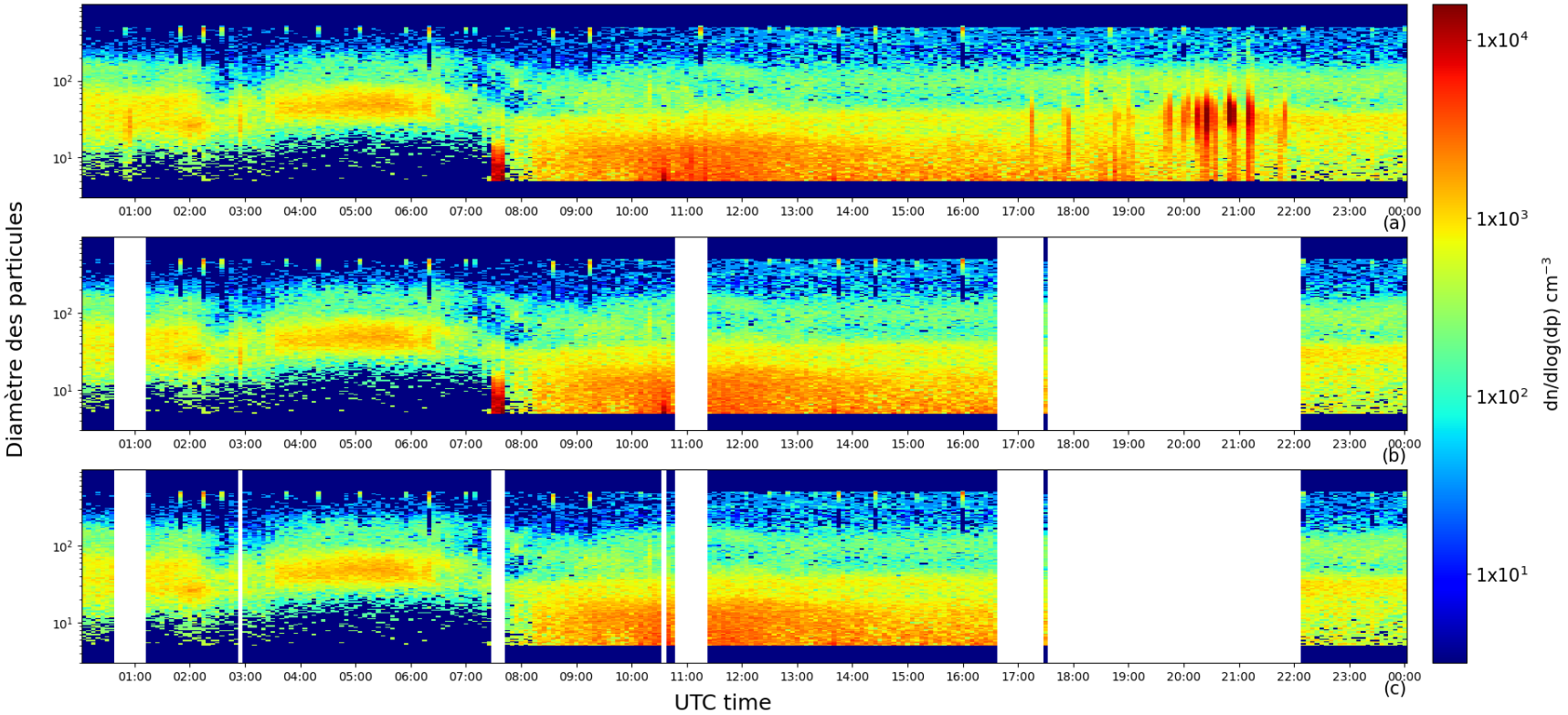
NOx : Teledyne N500

Filtrage des données par la chimie ou l'aérologie



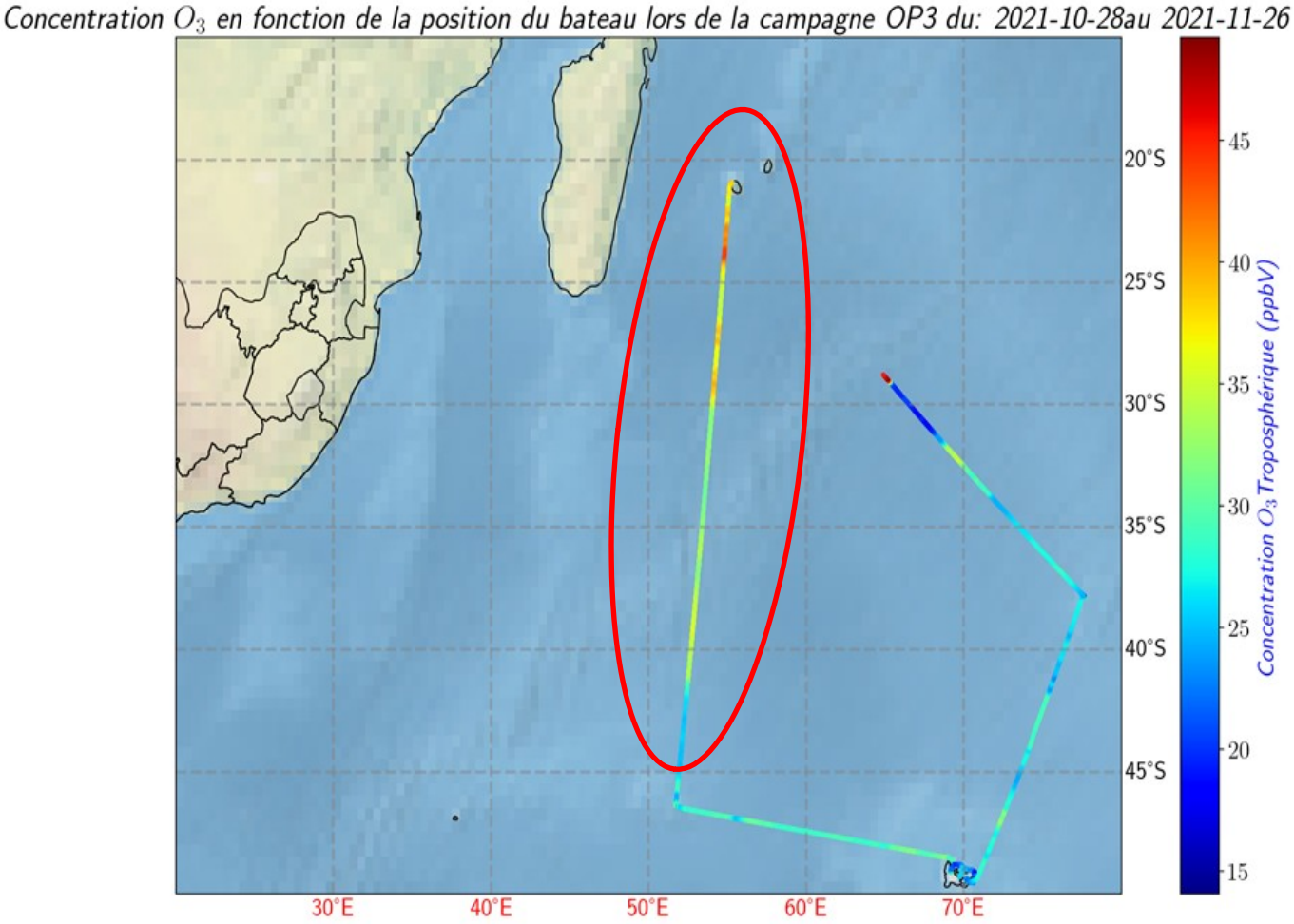


Mesures de la distribution en taille des aérosols avant et après filtrage

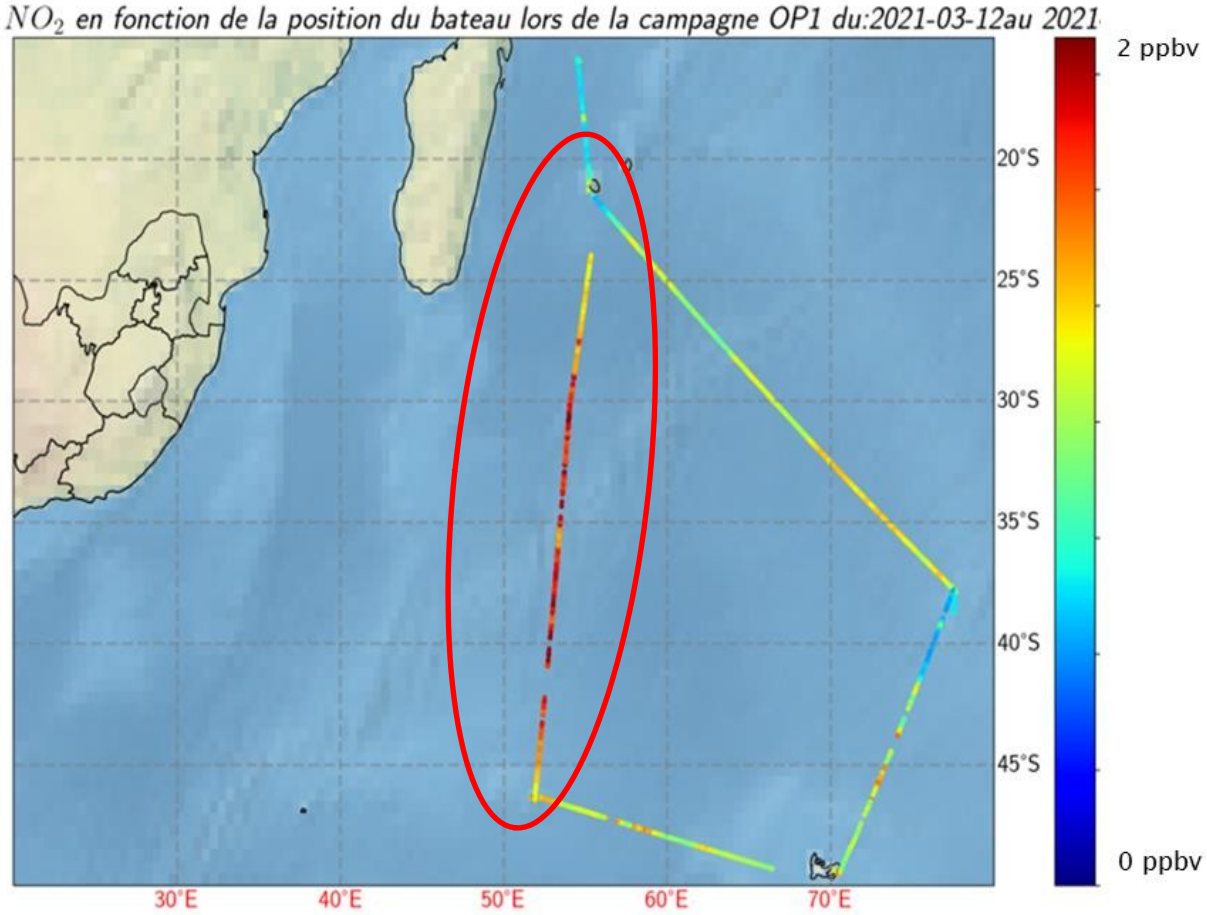


~30% des données filtrés

Caractérisation chimique de la couche limite marine subaustrale

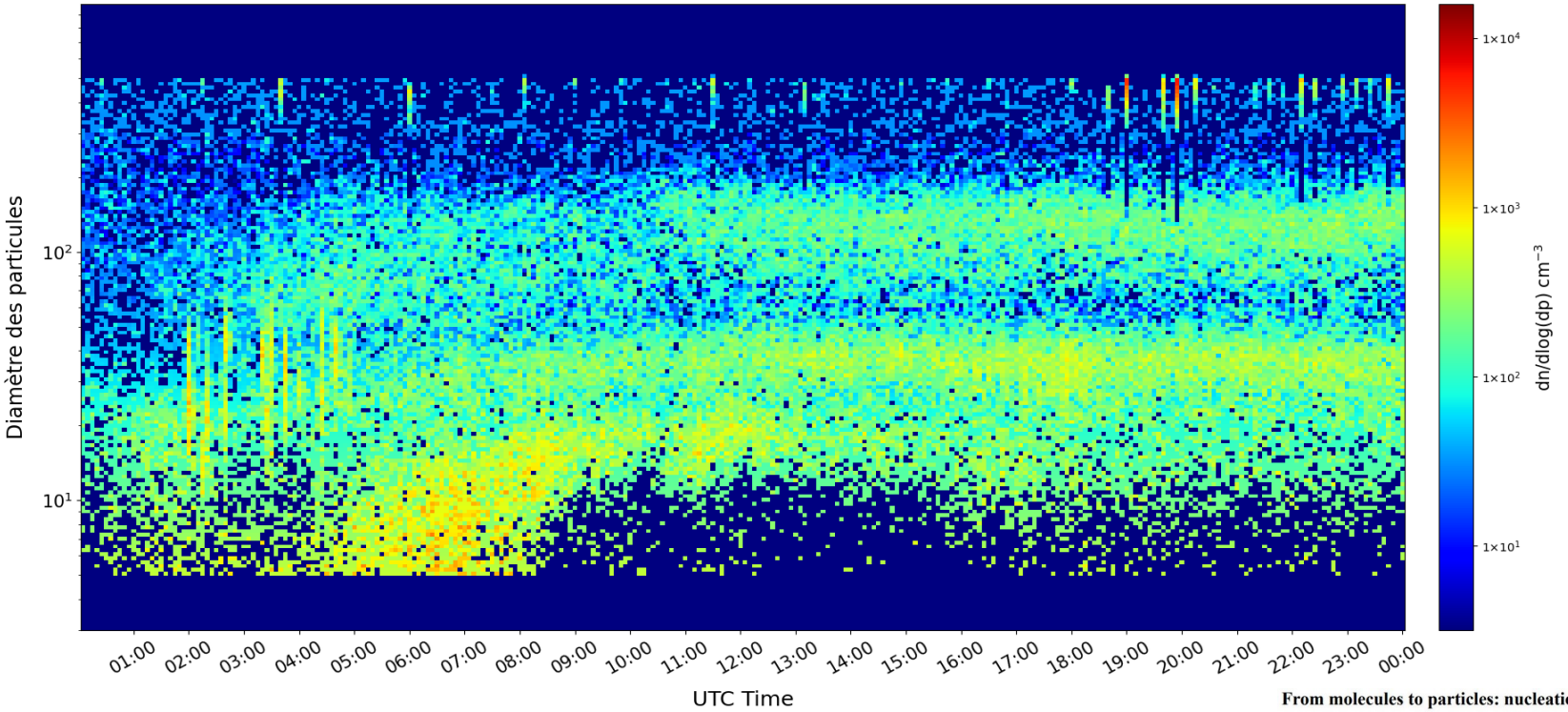


→ Influence des feux provenant d'Afrique pendant les OP3 et 4
→ Mesure de l'ozone dans la couche marine subaustral

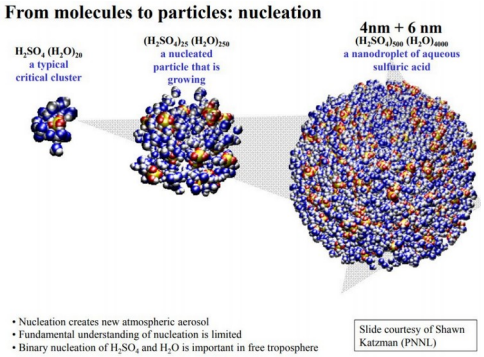


→ Influence des feux provenant d'Afrique pendant les OP3 et 4
→ Mesure des NOx dans la couche marine subaustral

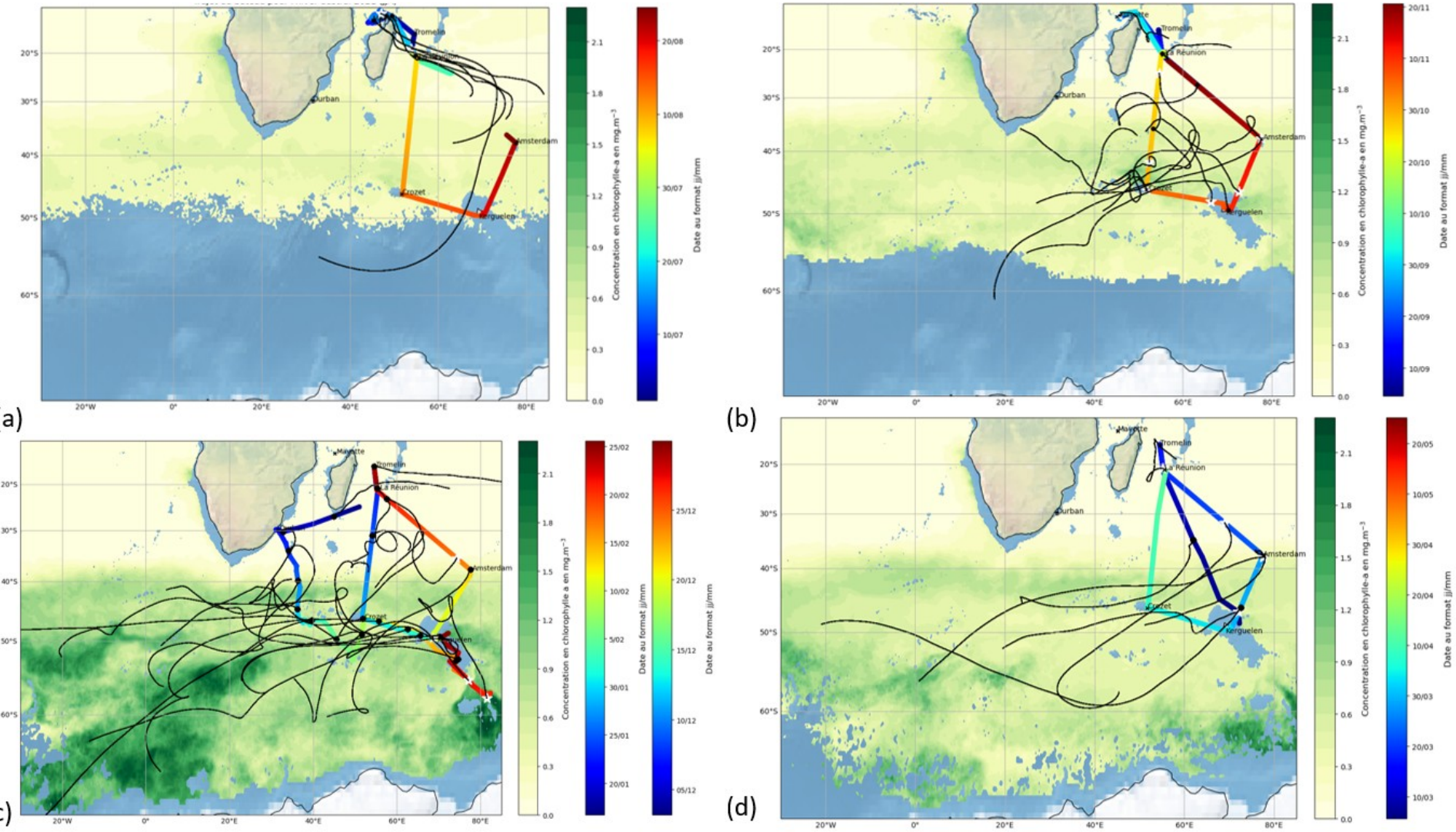
Episodes de nucléation identifiés



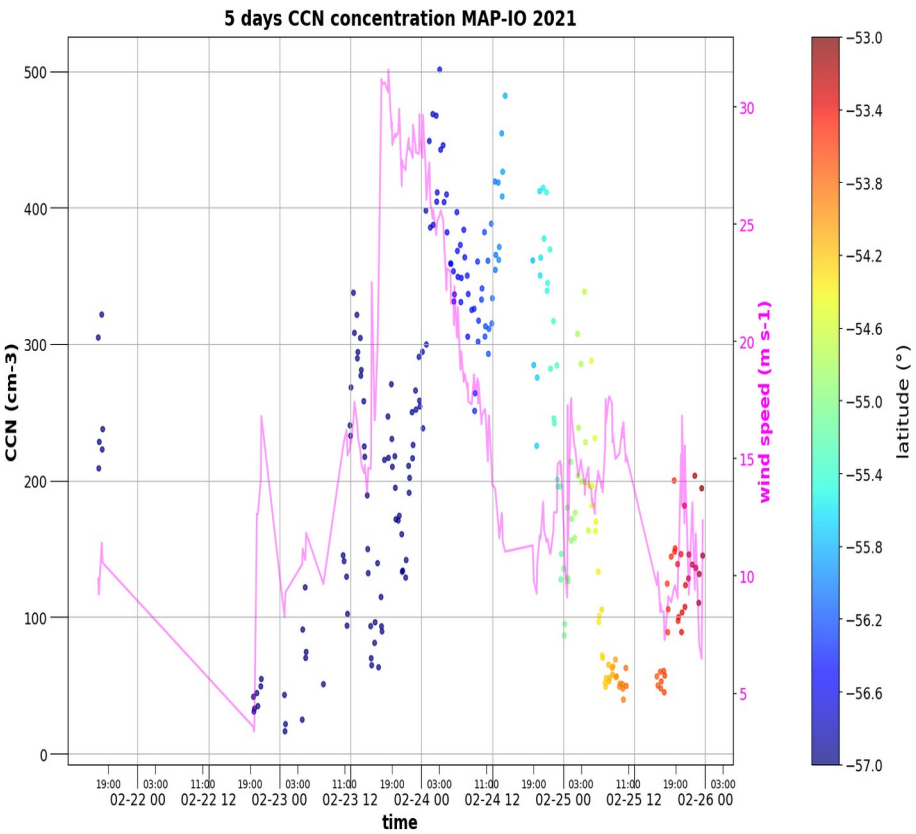
Des gaz d'origine marine peuvent former des aérosols par nucléation

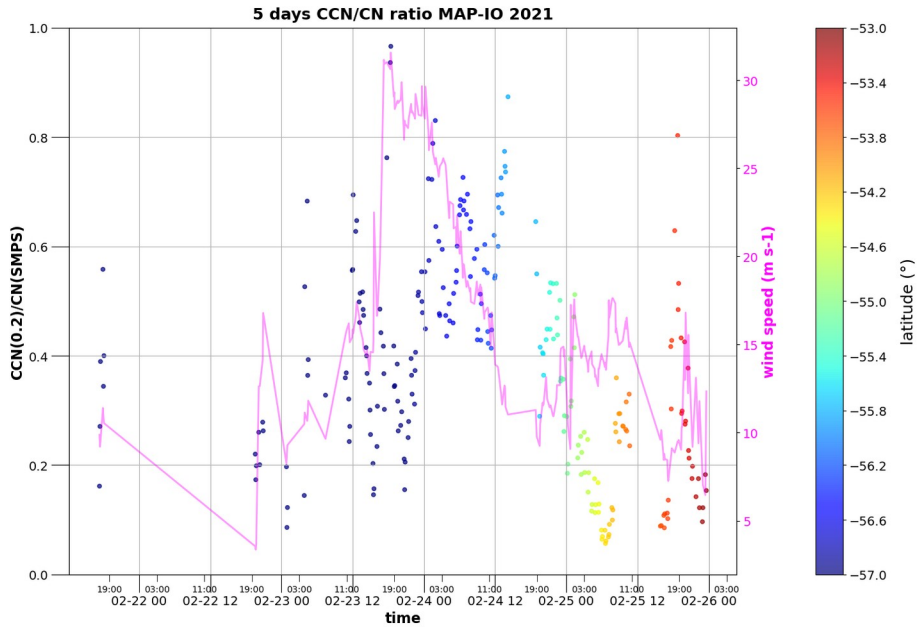


Origine des épisodes de nucléations



Dépendance de la concentration en aérosols avec la vitesse du vent caractérisée

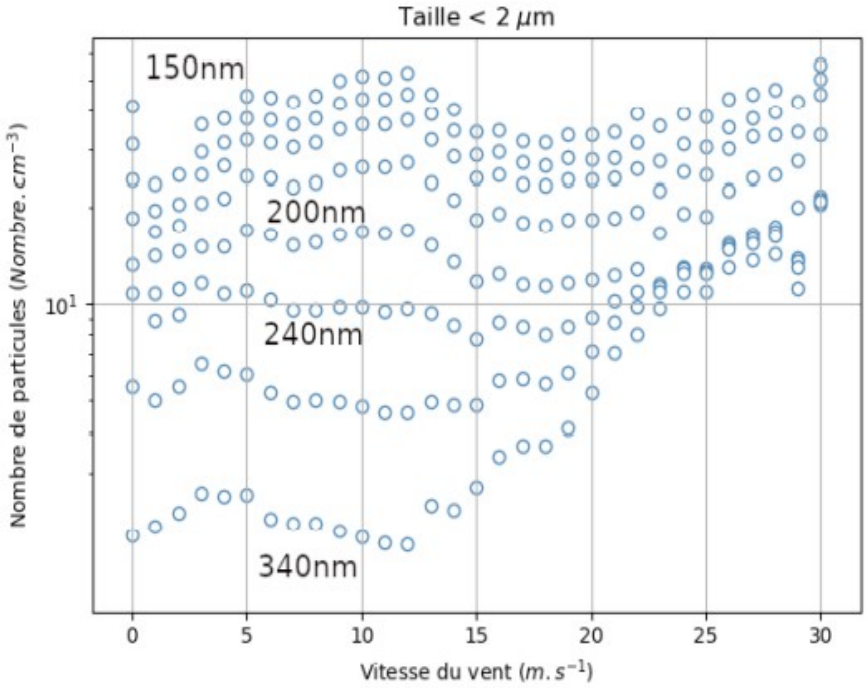




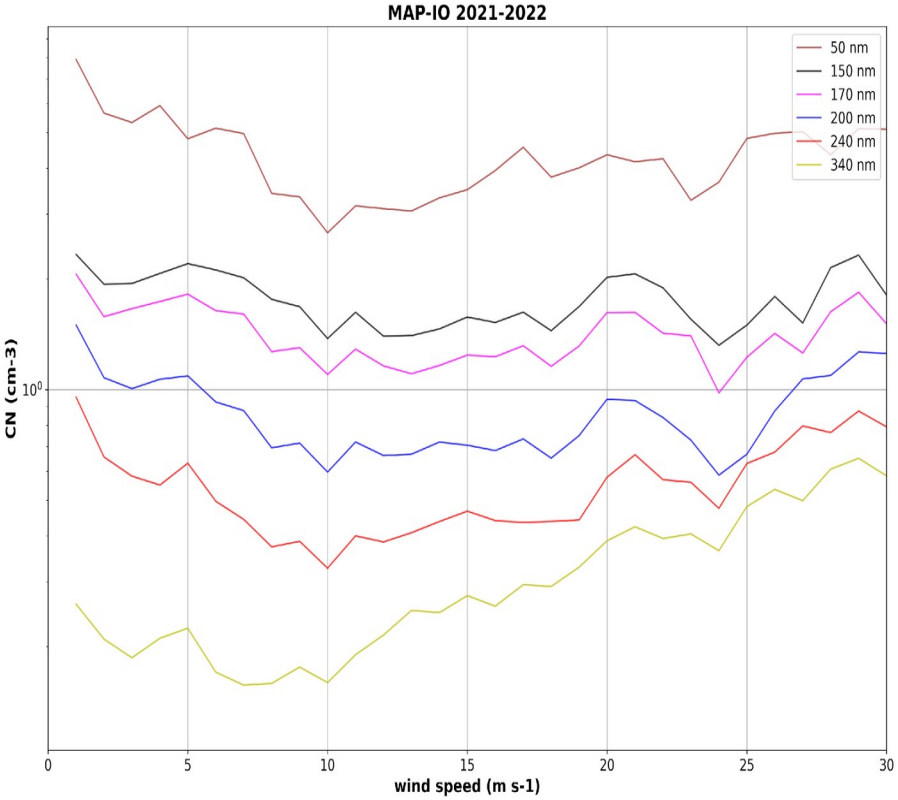
Décalage fortes vitesses de vent/ pic de CCN

Dépendance de la concentration en aérosols avec la vitesse du vent caractérisée

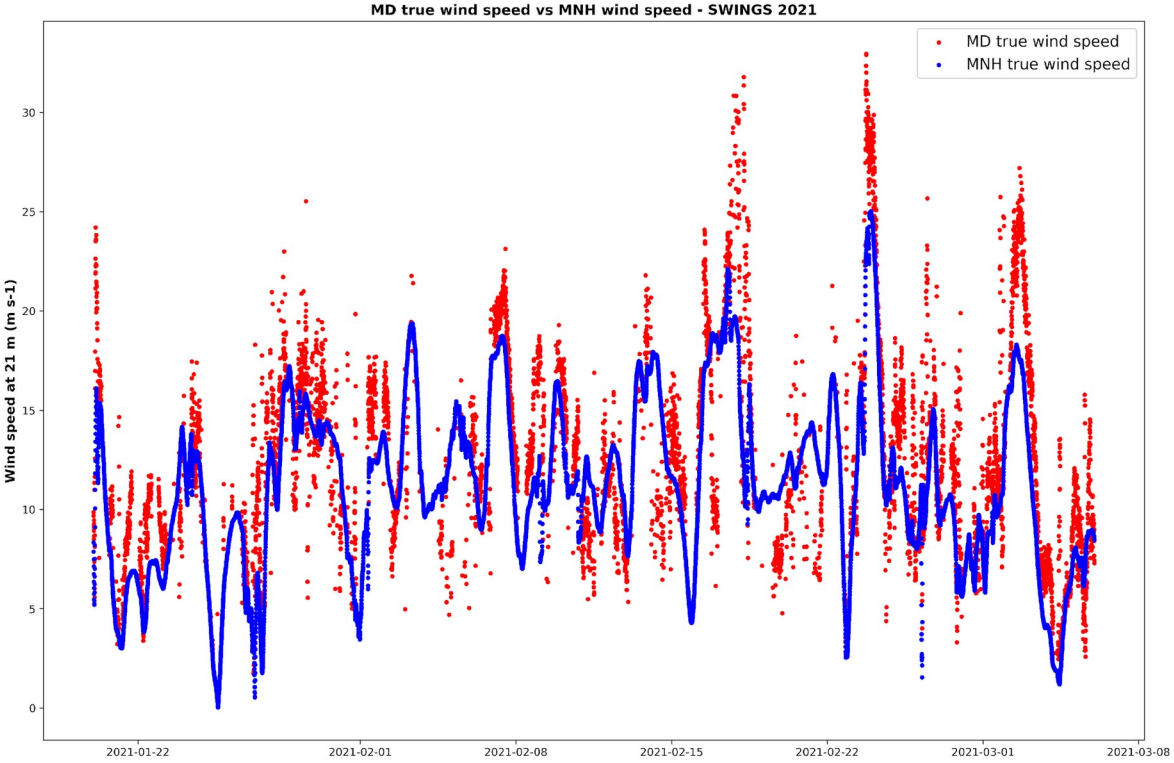
Instrument POPS



Instrument SMPS



Comparaison observations/modèle couplé océan-vague-atmosphère Méso-NH – vitesse de vent



- Les deux informations sont phasées
- Les forts coups de vent sont sous-estimés par le modèle

Activités de recherche autour des données

Aerosols Marins:
Etudes: Simulations cas de tempête + Evaluation apport de la modélisation couplée O-V-A + Etudes de sensibilité (interactions aérosols-nuage)
Séparation des aérosols advectés ou émis localement par méthode statistique ou rétrotrajectoires
Simulation couplée O-V-A 1mois (J.Pianezze)

Projets:
LEFE IDEA (P. Tulet)
LEFE

Doctorants:
- F. Masquaut (LOA et LACy)
- M. Dournaux (LAERO)

Gaz trace:
Etudes:
Impact des feux de biomasse Afrique et Madagascar sur l'OI
Impact des PAN sur le bilan de NOx sur l'OI
Projets:

Activités de recherche autour des données

Observations

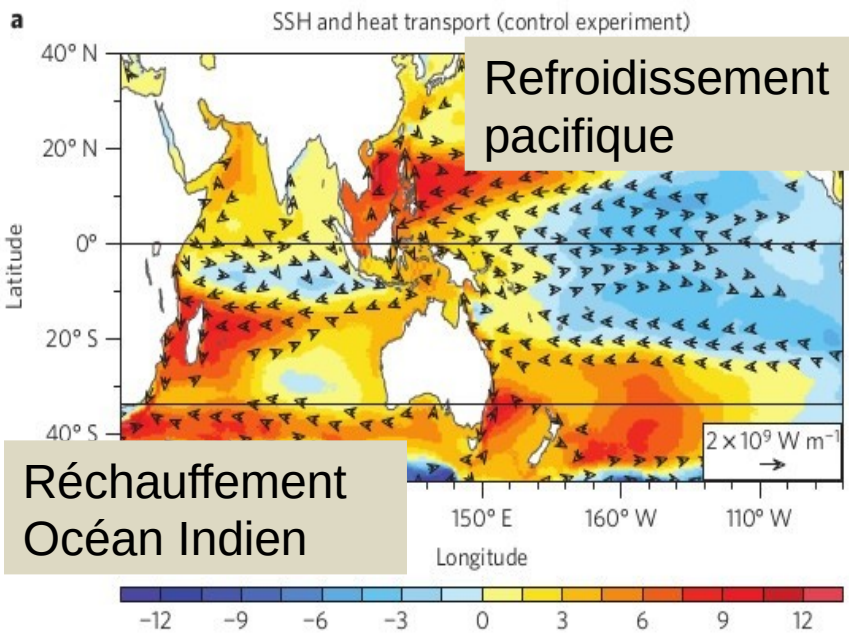
- Karine Sellegri, Clémence Rose, Aurélie Colomb (LaMP) (observations aérosols, nucléations, gaz traces)
- M. Dournaux, P. Tulet (LAERO, aerosols)
- Melilotus THYSSEN (MIO, phytoplancton)
- Jérôme Brioude (LACy) (observations aérosols)
- Olivier Delage (LACy) (méthodes mathématiques appliquées aux données)
- Catherine Jeandel et Elodie Kestenaere (LEGOS) (observations états de mer)
- Vincent Noël (LAERO, données satellites CALIPSO, CLOUDSAT)
- Alexis Mouche (IFREMER, données SAR)

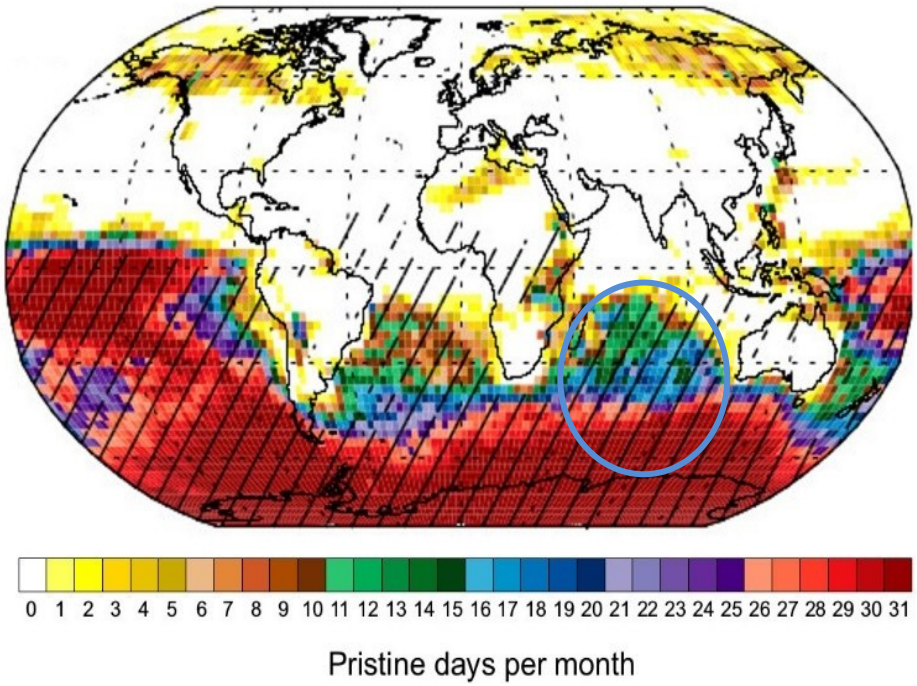
Modélisation

- Pierre Tulet, Joris Pianezze, Florian Pantillon, Christelle Barthe (LAERO, MNH – aérosols, couplage O-V-A, microphysique nuageuse)
- Jérôme Brioude (LACy, FLEXPART, rétrotrajectoires)

Pourquoi pérenniser les mesures

Ile de la Réunion et bassin SWIO: Sentinelle du climat dans l'HS



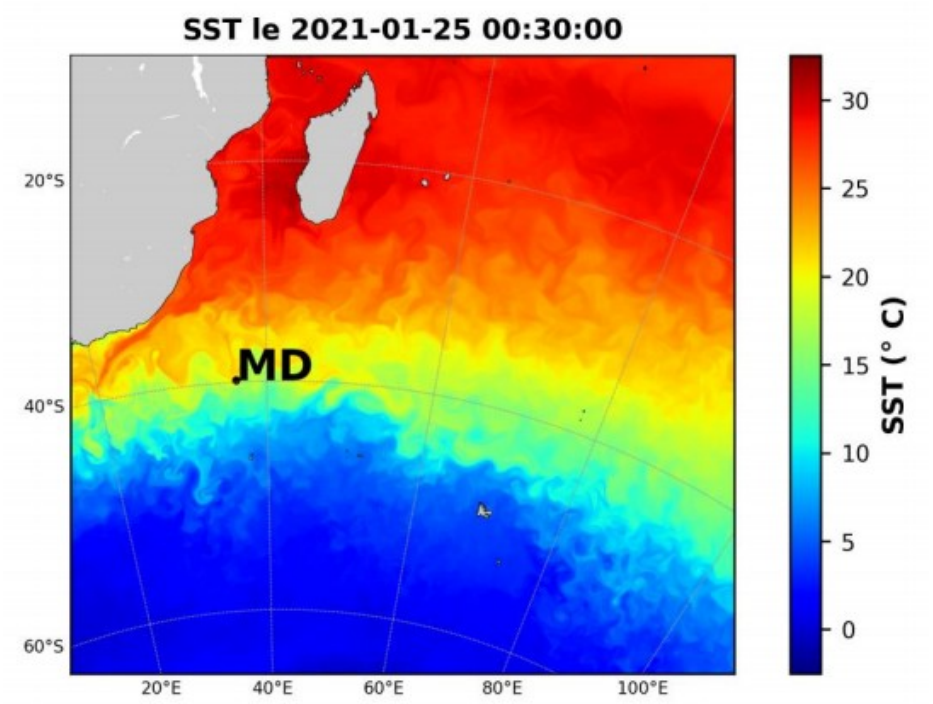


Lee et al. (2015, Nature): 70% de la chaleur absorbée par les océans entre 2003 et 2012 l'a été par l'océan Indien

Hamilton et al., 2014 PNAS:Nombre de jours par mois en conditions pré-industrielles (aérosols et gaz réactifs)

Pourquoi pérenniser les mesures

Construction d'une base de données sur le long terme sur les aérosols et gaz trace est nécessaire pour:
- Surveillance d'une région sous échantillonnée mais cruciale pour comprendre l'évolution du climat.
- Réduire les erreurs sur les flux d'aérosols grâce aux conditions thermodynamiques et de biologie marine variées dans le bassin sud de l'OI.



MAP-IO

UNIVERSITÉ DE LA RÉUNION
CNRS - MÉTÉO FRANCE
LACy
UMR 8105

LILLE

Laero

Laboratoire de météorologie physique
LaMP

LSCE

LATMOS

OSU-RÉUNION
Observatoire
des Sciences de l'Univers
de La Réunion

ENSTA
BRETAGNE

mio
Mediterranean Institute
of Oceanography

LOG
Laboratoire d'Océanologie et de Géosciences

LOCEAN

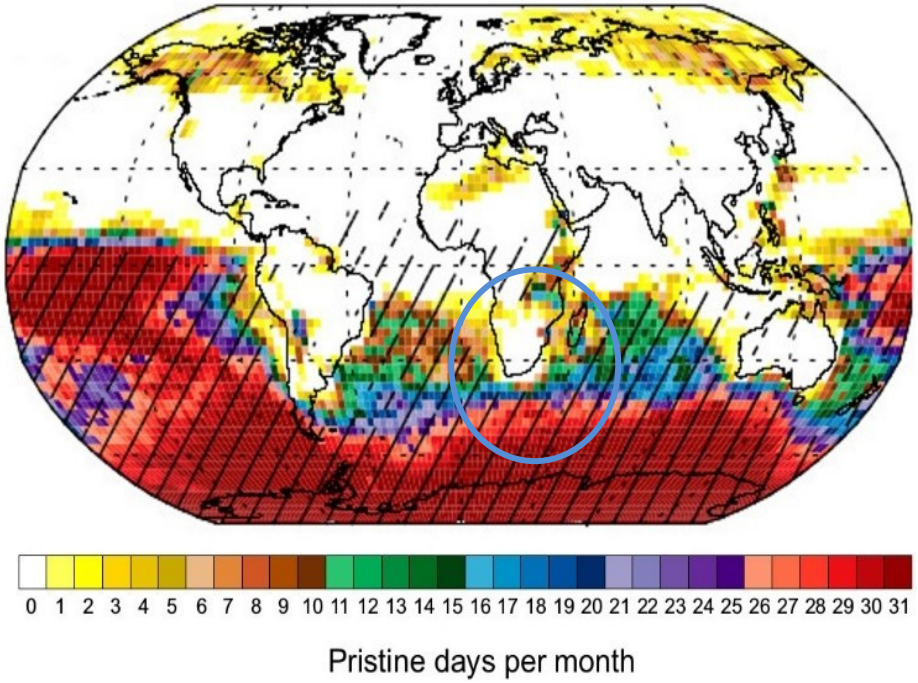
- Travaux sur les aérosols marins
- Malet et al., 2018
- Masquaut et al., 2022
- Pianezze et al., 2

- Travaux sur l’impact des feux de biomasse sur le bassin de l’OI
    - Verreyken et al. (202x)c

Variabilité des flux d’aérosols marins

Pourquoi pérenniser les mesures

Ile de la Réunion et bassin SWIO: Site purement marin, sentinelle du climat dans l'HS



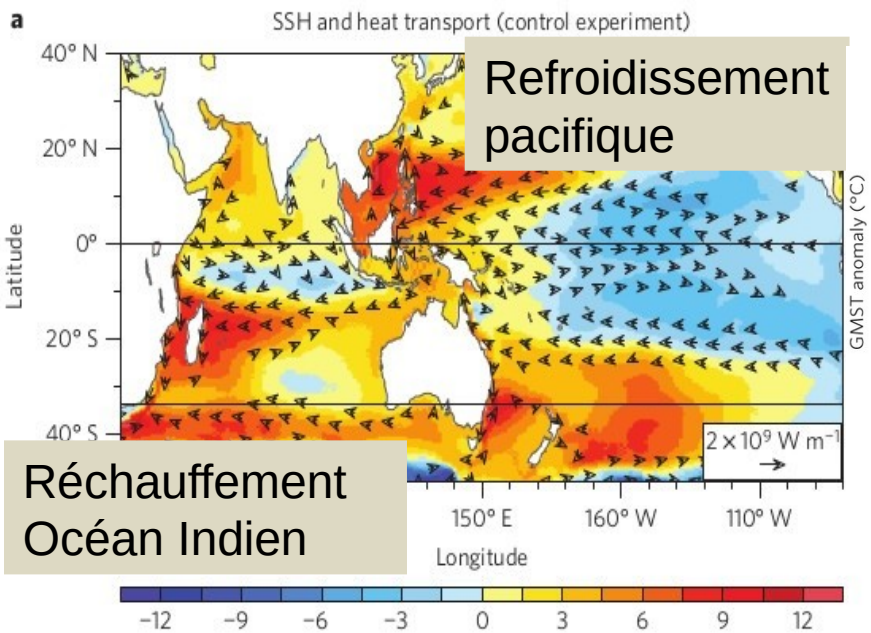
Hamilton et al., 2014 PNAS:Nombre de jours par mois en conditions pré-industrielles (aérosols et gaz réactifs)

L'observatoire du Maïdo est un observatoire situé dans un endroit régulièrement en conditions atmosphériques pré-industrielles

- permet d'étudier les cycles et émissions naturelles en réduisant les incertitudes

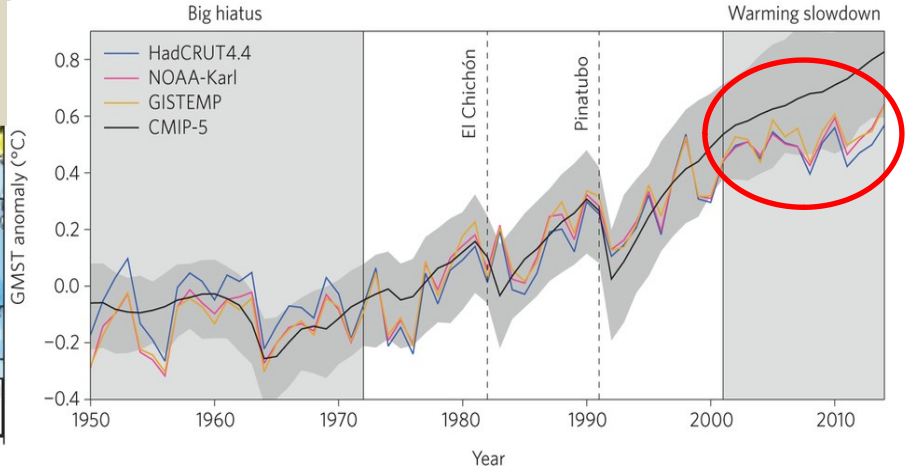
Rôle l'océan Indien sur le climat

Lee et al. (2015, Nature): 70% de la chaleur absorbée par les océans entre 2003 et 2012 l'a été par l'océan Indien



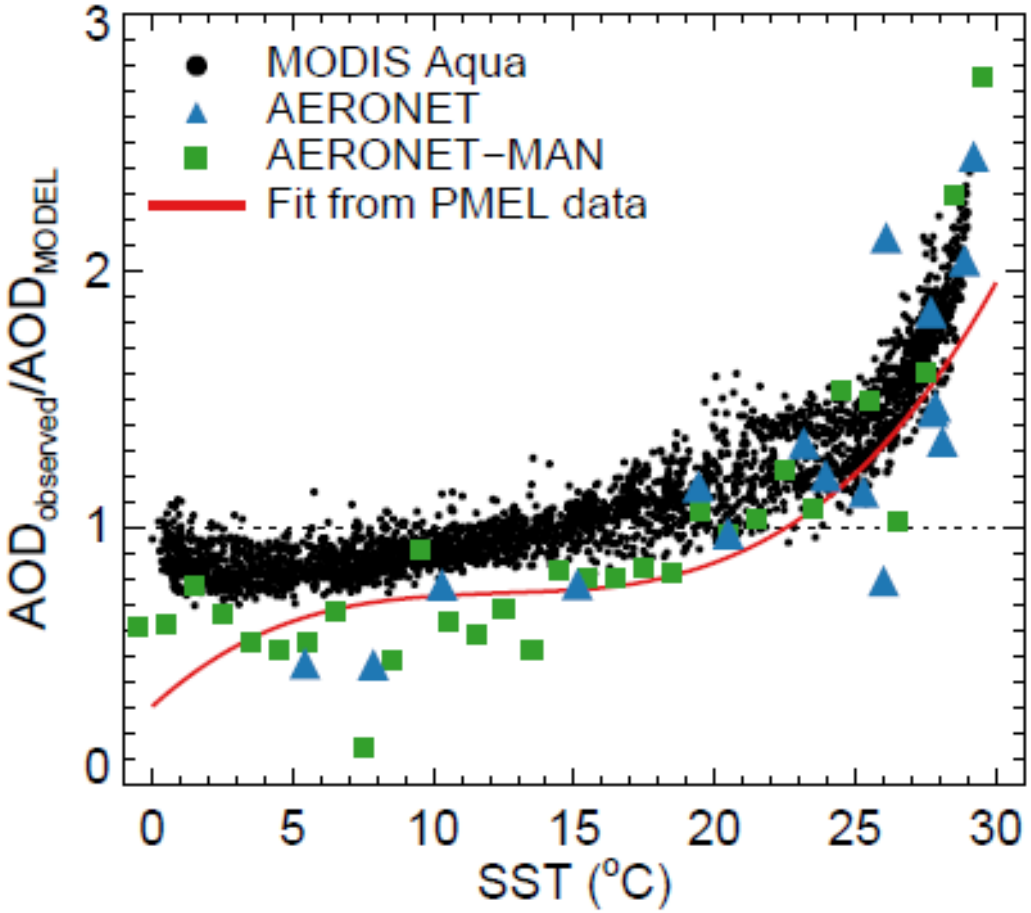
Anomalie de hauteur du niveau des océans et transport de chaleur entre 2003 et 2012

Pause dans le réchauffement global



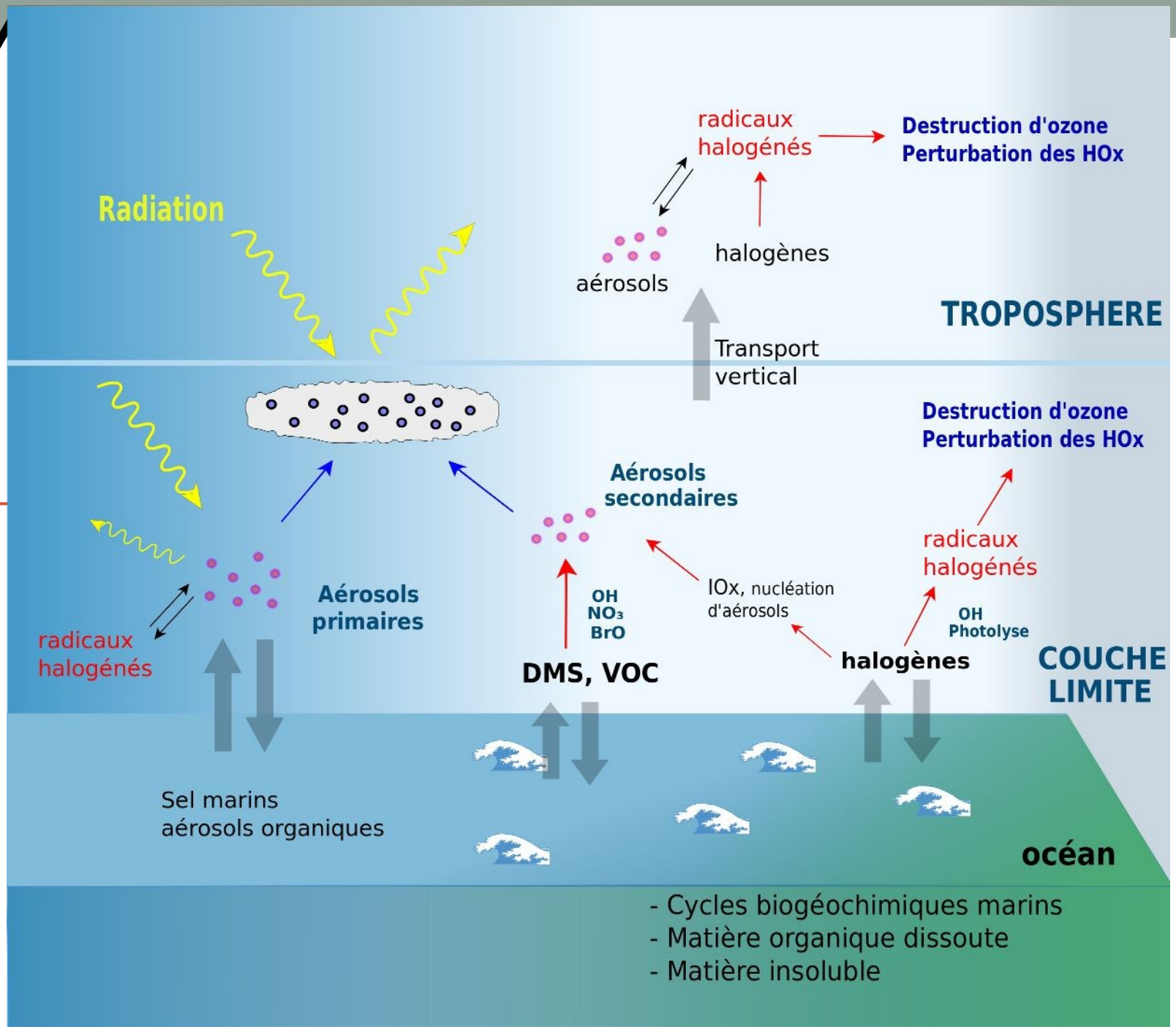
Fyfe et al. (2016)

Dependence of marine emissions with SST



Jaegle et al., 2011

M

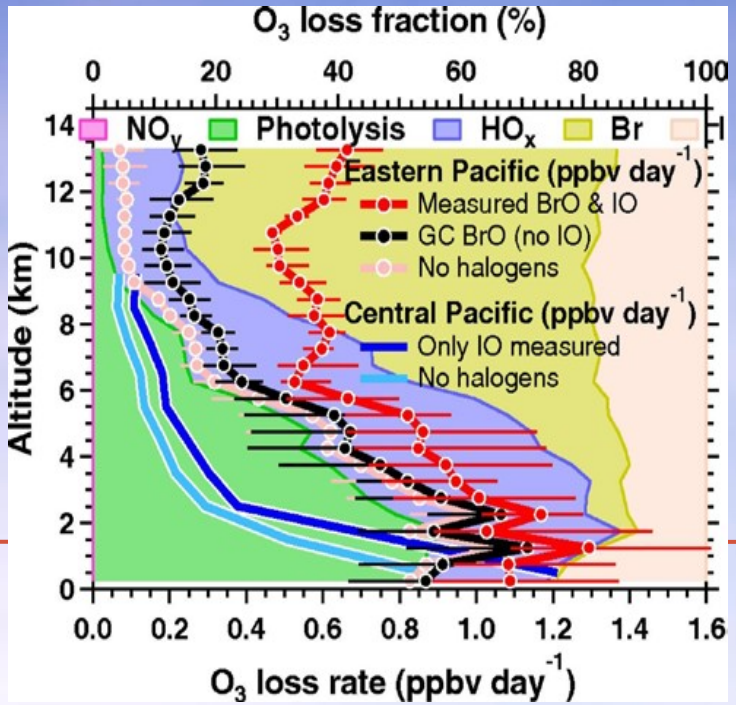

radicaux halogénés
Destruction d'ozone
Perturbation des HOx
Radiation
aérosols
halogènes
TROPOSPHERE
Transport vertical
Destruction d'ozone
Perturbation des HOx
Aérosols secondaires
radicaux halogénés
Aérosols primaires
OH
NO3
BrO
IOx, nucléation d'aérosols
OH
Photolyse
radicaux halogénés
DMS, VOC
halogènes
COUCHE LIMITE
Sel marins
aérosols organiques
océan
- Cycles biogéochimiques marins
- Matière organique dissoute
- Matière insoluble

Bilan chimique de la basse troposphère tropicale

Quels sont les cycles importants pour la chimie de basse troposphère au niveau de la Réunion: HOx, NOx, halogènes (ClOx, BrOx, IOx). Impact sur l'ozone et les aérosols et les concentrations de mercure?

Outils:

- Mesures gaz et aérosol au Maido, spéctromètre MAX-DOAS
- Mesures campagnes OCTAVE, BIOMAIDO
- Marion Dufresne
- FLEXPART-AROME, FLEXPART-Meso-NH, Meso-NH



Réactions chimiques participants au taux de destruction d'ozone sur l'océan Pacifique aux tropiques, suivant les résultats de TORERO (Dix et al., 2013)

Objectifs:

- Caractérisation de la formation des COV oxygénés.
- Rôle des halogènes dans la chimie de basse troposphère (ozone, mercure) mesurée à la Réunion.

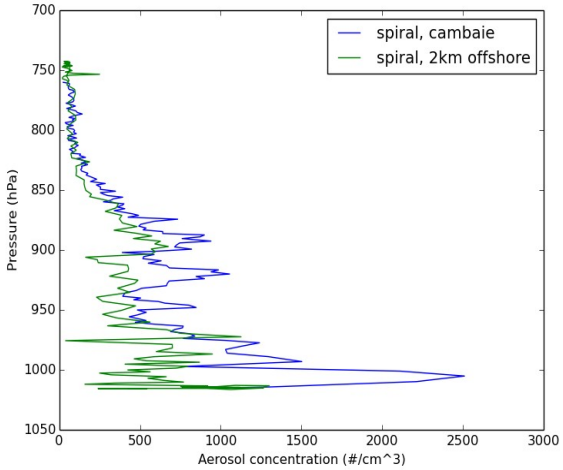
Collaborations:

- LACy: équipe tropo, CT
- Nationale: LAMP, IGE
- Internationale: Univ. Colorado, BIRA,

Publication: Tulet et al. (2017)

LEFE AEROMARINE

- Vols ULM:
- Instrument POPS (NOAA): mesure taille et nombre d'aérosols (140nm à 3000nm). précision de 7 à 15%, 900g
- Tandem CPC (LAMP): distribution en taille de 10nm à 150nm)
- Photomètre CLIMAT (LOA): épaisseur optique des aérosols
- humidité, temperature, vent



 Profils thermodynamique et mesures des propriétés optiques, taille et nombre d'aérosols en couche limite et troposphère libre

Collaborations:
Nationales: LOA, LAMP
Internationales: NOAA, Université du Colorado

- Financements: projet fédération OMNCG (10k€), LEFE AEROMARINE (30k€)