

Modélisation des aérosols et de la chimie
au CNRM pour CMIP6

P. Nabat, M. Michou, L. Watson et D. Saint-Martin

Quels aérosols pour CMIP ?

CMIP3

Model name		AOGCM				ESM				
		Atmos	Land Surface	Ocean	Sea-Ice	FC	Aerosol	Atmos Chem	Land Carbon	Ocean BGC
BCC-CM1	China					FC				
BCCR-BCM2.0	Norway									
CCSM3	USA									
CGCM3.1(T47)	Canada					FC				
CGCM3.1(T63)						FC				
CNRM-CM3	France									
CSIRO-MK3.0, CSIRO-MK3.5	Australia									
ECHAM5/MPI-OM	Germany									
ECHO-G	D/Korea					FC				
FGOALS-g1.0	China									
GFDL-CM2.0	USA									
GFDL-CM2.1										
GISS-AOM										
GISS-EH	USA									
GISS-ER										
INGV-ECHAM4	Italy									
INM-CM3.0	Russia					FC				
IPSL-CM4	France									
MIROC3.2(hires)	Japan	HT								
MIROC3.2(medres)										
MRI-CGCM2.3.2	Japan					FC				
NCAR-PCM	USA									
UKMO-HadCM3	UK									
UKMO-HadGEM1										

CMIP3 : 4 Interactifs / 1 Semi-Interactif / 19 Clim
 Au CNRM : Tegen et al. (1997)

CMIP5 : 20 Interactifs / 13 Semi-Interactif / 6 Clim
 Au CNRM : Szopa et al. (2012)

CMIP6 ?

Au CNRM : climatologie « maison » grâce au schéma d'aérosols interactifs récemment développé

CMIP5

Model name		AOGCM				ESM				
		Atmos	Land Surface	Ocean	Sea-Ice	FC	Aerosol	Atmos Chem	Land Carbon	Ocean BGC
ACCESS1.0, ACCESS1.3	Australia									
BCC-CSM1.1, BCC-CSM1.1(m)	China									
BNU-ESM	China									
CanCM4	Canada									
CanESM2										
CCSM4										
CESM1 (BGC)	USA									
CESM1 (WACCM)		HT								
CESM1 (FASTCHEM)										
CESM1 (CAM5)										
CESM1 (CAM5-FV2)	USA									
CMCC-CM, CMCC-CMS	Italy	HT								
CMCC-CESM		HT								
CNRM-CM5	France									
CSIRO-Mk3.6.0	Australia									
EC-EARTH	Europe									
FGOALS-g2	China									
FGOALS-s2										
FIO-ESM v1.0	China									
GFDL-ESM2M, GFDL-ESM2G										
GFDL-CM2.1	USA									
GFDL-CM3		HT								
GISS-E2-R, GISS-E2-H	USA	HT								
GISS-E2-R-CC, GISS-E2-H-CC		HT								
HadGEM2-ES	UK									
HadGEM2-CC		HT								
HadCM3										
HadGEM2-AO	Korea									
INM-CM4	Russia									
IPSL-CM5A-LR / -CM5A-MR / -CM5B-LR	France	HT								
MIROC4h, MIROC5		HT								
MIROC-ESM	Japan	HT								
MIROC-ESM-CHEM		HT								
MPI-ESM-LR / -ESM-MR / -ESM-P	Germany	HT								
MRI-ESM1	Japan	HT								
MRI-CGCM3		HT								
NCEP-CFSv2	USA									
NorESM1-M	Norway									
NorESM1-ME										
GFDL-HIRAM C180 / -HIRAM C360	USA									
MRI-AGCM3.2S / -AGCM3.2H	Japan									

AMIP

Source : IPCC / Chap. 9 (AR5)



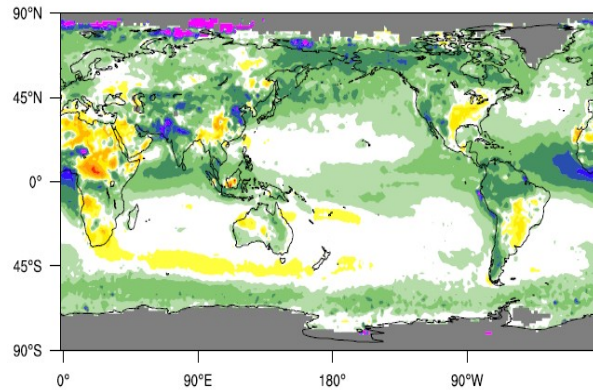
TACTIC : Tropospheric Aerosols for Climate In CNRM-CM

- Adapté du schéma présent dans C-IFS-AER (*Morcrette et al., 2009*), publié avec CNRM-CM (*Michou et al., 2015*) et avec CNRM-RCSM (*Nabat et al., 2015*)
- 12 variables prognostiques
(dust : 3 bins, sels marins : 3 bins, sulfates, SO₂, carbone suie (BC) : hydrophiles et hydrophobes, organiques (OM) : hydrophiles et hydrophobes)
- Changement du schéma d'émission de poussières désertiques (*Marticorena et Bergametti, 1995 et Kok, 2011*)
- Inventaires ACCMIP pour les émissions de carbone-suie, matière organique et précurseurs de sulfate (*Lamarque et al., 2010*)
- Interactions avec le schéma de rayonnement (SW et LW)
- Améliorations récentes :
 - Mise en place de diagnostics liés aux aérosols (AOD, SSA, g, AAOD, dépôt sec et humide, extinction, etc.)
 - Nouvelle paramétrisation de l'émission des sels marins (*Grythe et al., 2014*)
 - Prise en compte de la réévaporation des précipitations stratiformes
 - Prise en compte de l'effet indirect des organiques et des sels marins (*Menon et al., 2002*)

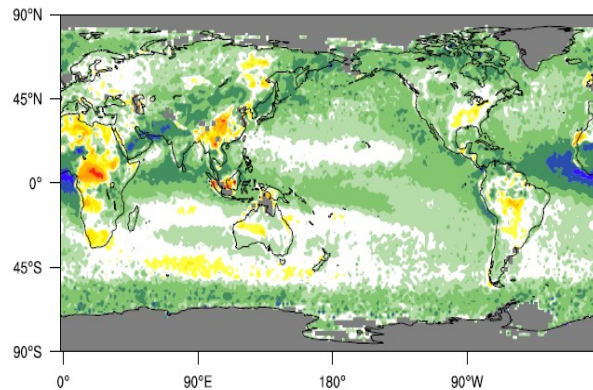
Évaluation sur une période récente (2003-2012)

Comparaison des AOD aux données satellites (MODIS / MISR)

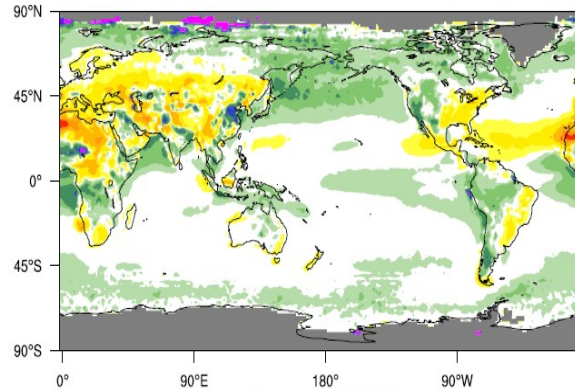
ARPEGE - MODIS



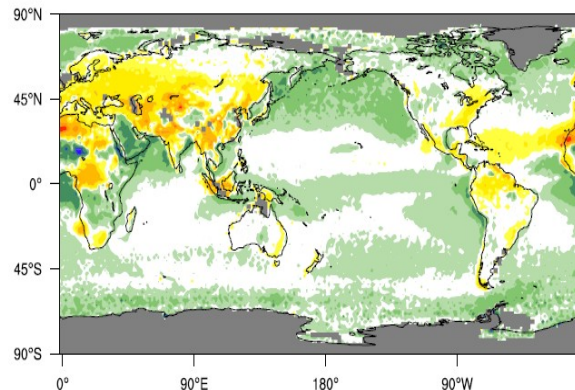
ARPEGE - MISR



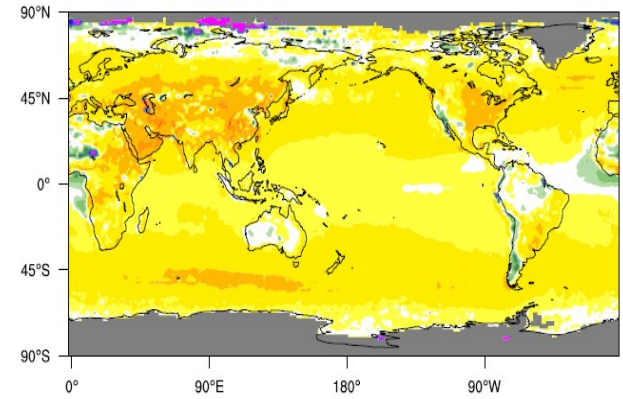
Szopa - MODIS



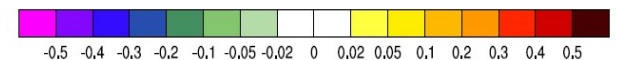
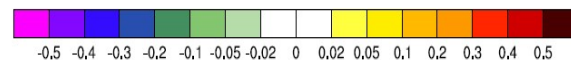
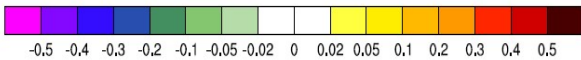
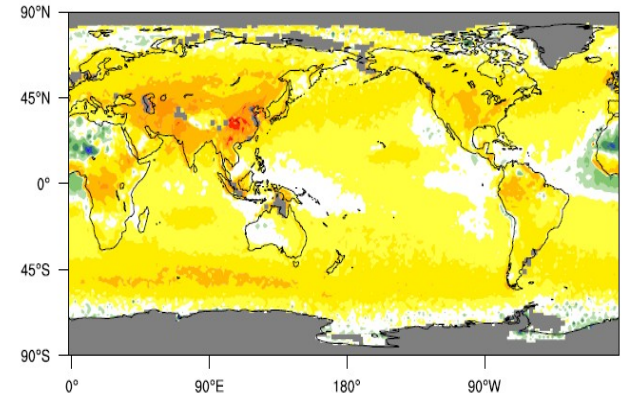
Szopa - MISR



MACC - MODIS



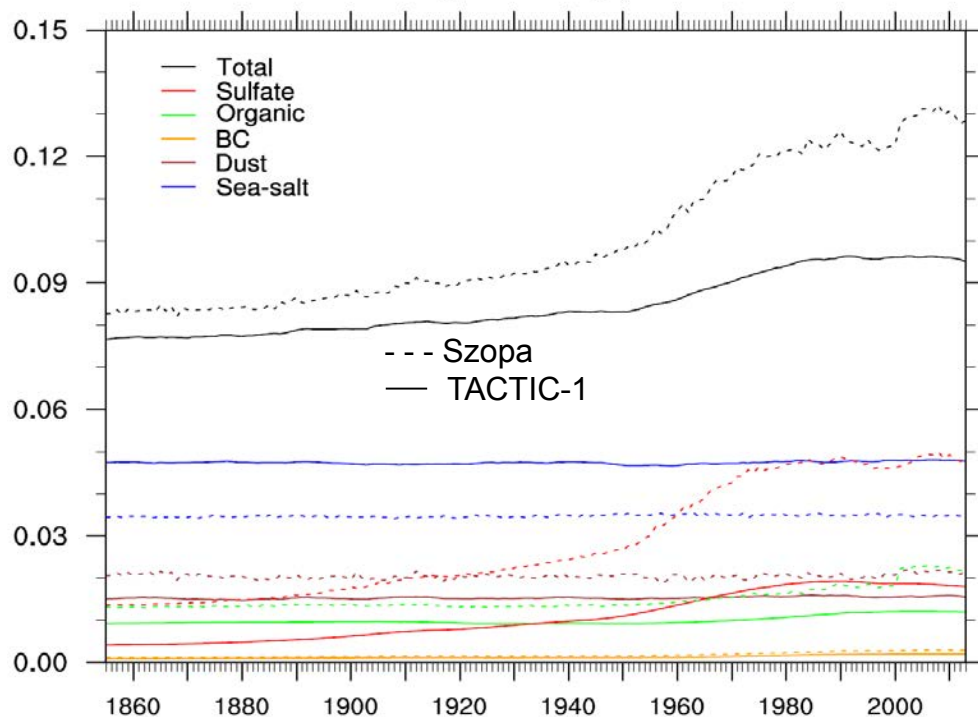
MACC - MISR



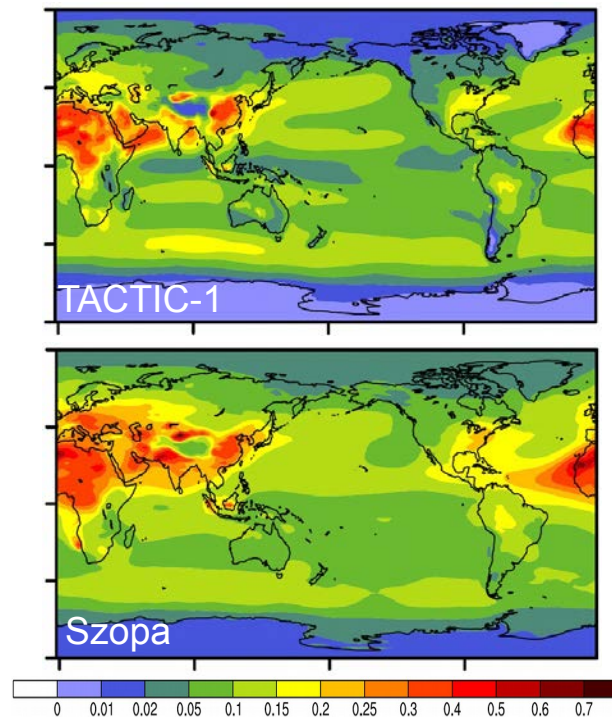
Construction de la climatologie pour CMIP6 : TACTIC-1

- Objectif : climatologie d'aérosols produite par CNRM-CM (aérosols semi-interactifs pour les runs CMIP6)
- Simulation CNRM-CM 1850-2019 avec :
 - ARPEGE-Climat V6.2.1
 - SST imposées (HadISST_combined_ERA20C)
 - GHG : historique (1850-2005) puis RCP8.5
 - Émissions d'aérosols (*Lamarque et al., 2010, CMIP5*) : historique (1850-2000) puis RCP8.5
 - Interactions des aérosols interactifs avec le rayonnement
- Stockage de tous les diagnostics 2D (AerClimv1_2D) et 3D (AerClimv1_3D) des aérosols
- Nouvelle version TACTIC-2 à prévoir avec les émissions CMIP6 (2016)

AOD (global average)



AOD 1980-2010



Bilan radiatif dans des simulations AMIP

OBS

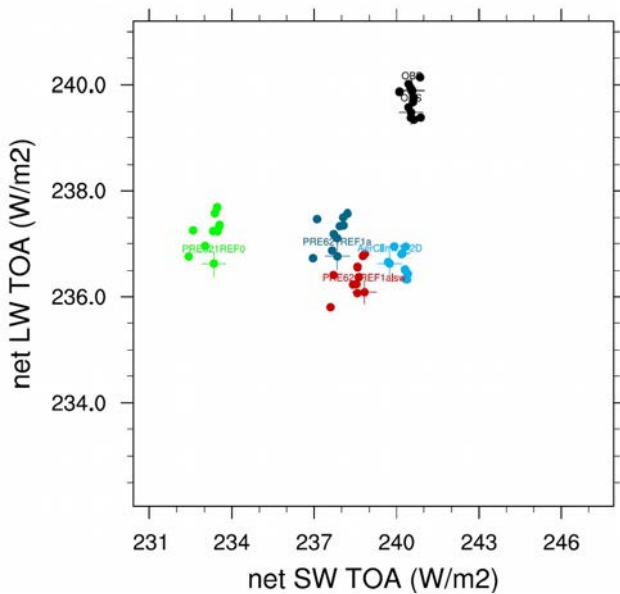
AerClimv1_2D (aérosols interactifs – 1964/1973)

PRE621REF1alsw (aérosols climatologiques pré-TACTIC-1 – 1979/1988)

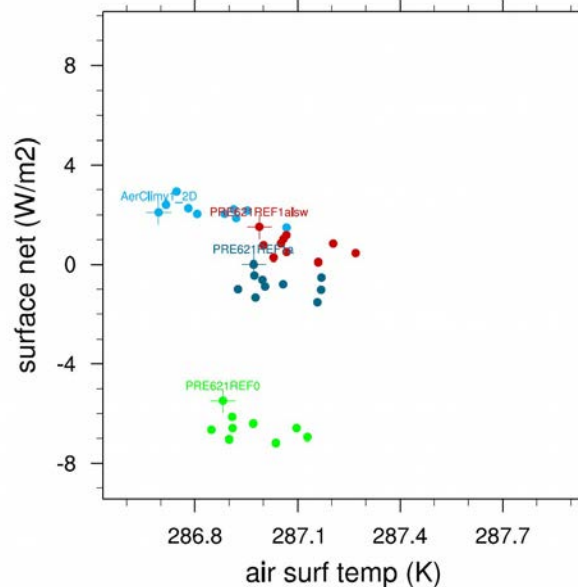
PRE621REF1a (aérosols climatologiques pré-TACTIC-1 – 1979/1988)

PRE621REF0 (aérosols climatologiques Szopa – 1979/1988)

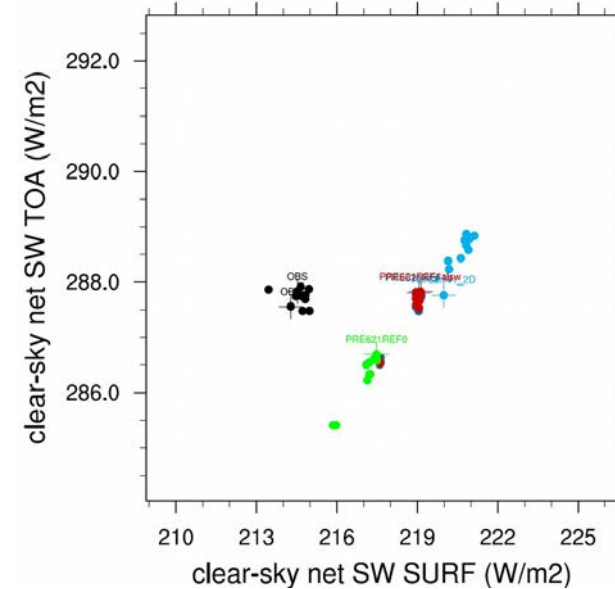
global - global mean



global - global mean



global - global mean



Pour CMIP6, le schéma d'aérosols fera partie de CNRM-ESM =
ARPEGE-Climat + NEMO + SURFEX + GELATO + aérosols + cycle du carbone + chimie strato

Travail futur et simulations prévues :

=> **DECK + run historique**

=> **AerChemMIP :**

1 – Contribution des émissions NTCF (aérosols) et ODS (ozone depleting substances) au forçage radiatif global sur la période historique ? => *Tier 1 et 2 (sauf NOx et ozone tropo)*

2 – Impact de différents scénarios d'émissions NTCF sur le climat global ? => *Tier 1 aérosols*

3 – Quel impact des gaz réactifs sur le forçage de la période historique ? => *Tier 1 CH4*

4 – Quantification des rétroactions climatiques liées aux émissions naturelles ? => *Tier 2 et 3 dust, sels marins, feux et DMS*

=> **CRESCENDO (H2020) :**

RT1 : amélioration des processus ESM

=> Task 1.2.3 : couplage biogéochimie-aérosols pour le DMS

=> Task 1.3.1/2/3 : émissions des dust, sels marins et propriétés optiques

=> **MORDICUS (ANR) :**

Tâche 2 : rôle des aérosols dans la variabilité climatique entre 1980 et 2010

=> travail sur l'impact de l'évolution des émissions anthropiques, des propriétés optiques, de la distribution verticale, de l'effet indirect, et de l'interactivité des aérosols

Le schéma d'aérosols sera aussi utilisé pour Med-CORDEX2 (modèle régional CNRM-RCSM)