

Impact du choix des conditions aux bords sur la réponse de la mer Méditerranée au changement climatique

F. Adloff (1), S. Somot (1), F. Sevault (1), G. Jorda (2), R. Aznar (3), M. Déqué (1), M. Herrmann (4), M. Marcos (2), C. Dubois (1), E. Padorno (3), E. Alvarez-Fanjul (3), and D. Gomis (2)

(1) CNRM-GAME, Toulouse, France

(2) IMEDEA, UIB, Palma de Mallorca, Spain

(3) Puertos del Estado, Madrid, Spain

(4) IRD, LEGOS, Toulouse, France

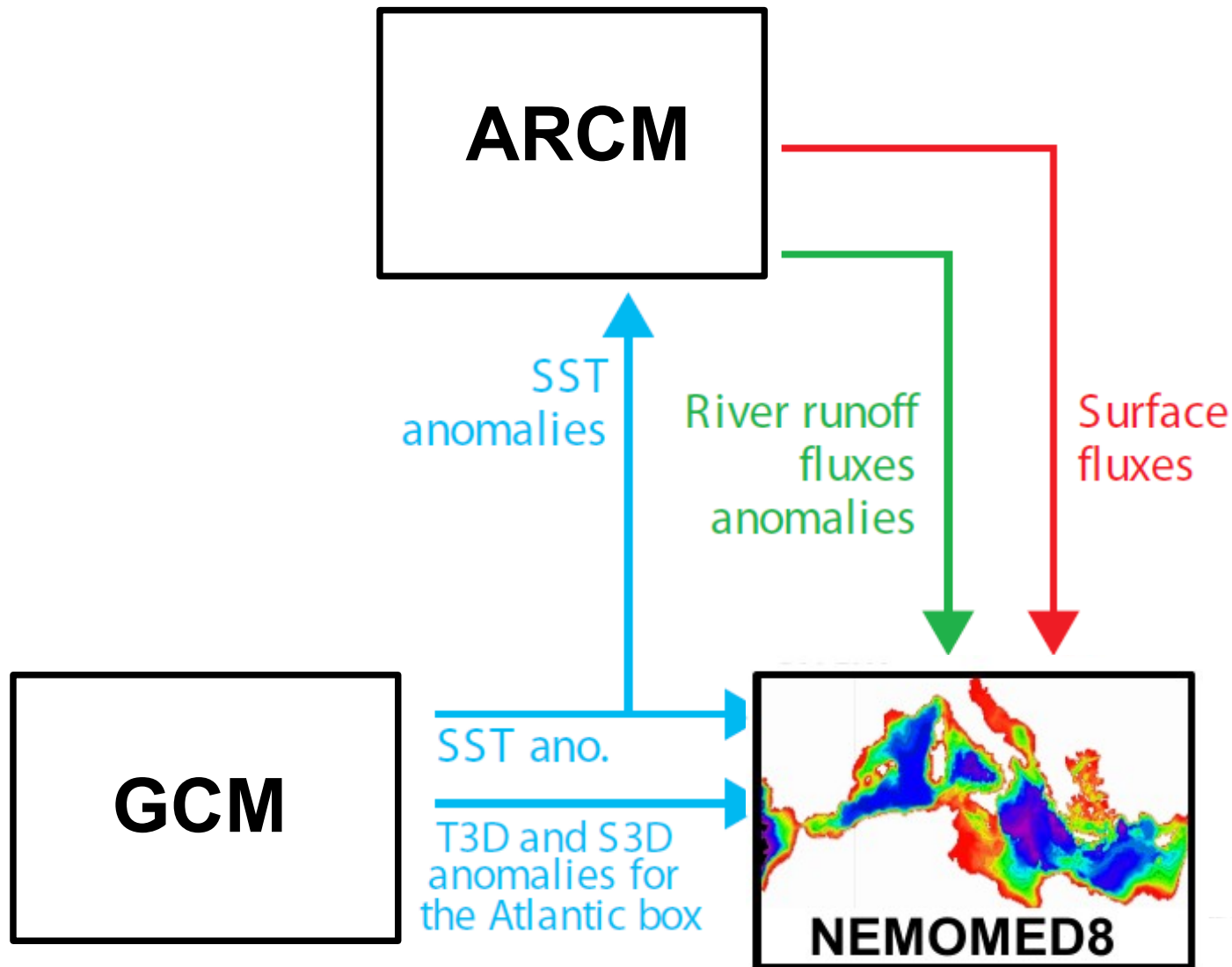


METEO FRANCE
Toujours un temps d'avance

Motivation

- ▶ Méditerranée : région particulièrement sensible au changement climatique (Giorgi 2006)
- ▶ La réponse du bassin au CC est incertaine (Planton 2012)
- ▶ Des études proposent une diminution de sa circulation thermohaline (e.g. Thorpe and Bigg 2000, Somot et al. 2006)
- ▶ MAIS : les incertitudes liées à la configuration des modèles (ex. choix des conditions aux bords) n'ont pas été évaluées

Configuration des modèles



Ensemble de simus

Experiment	Scenario	Time period	Surface fluxes	Rivers and Black Sea	Atlantic
HIS		1961-2000	RCM3	clim	clim
HIS-F		1961-2000	RCM4	clim	clim
A2	A2	2001-2099	RCM3	RCM3	GCM2
A2-F	A2	2001-2099	RCM4	RCM3	GCM2
A2-RF	A2	2001-2099	RCM4	RCM4	GCM2
A2-ARF	A2	2001-2099	RCM4	RCM4	GCM3
A1B-ARF	A1B	2001-2099	RCM4	RCM4	GCM3
B1-ARF	B1	2001-2099	RCM4	RCM4	GCM3

Sensibilité aux scénarios socio-économiques

Ensemble de simus

Experiment	Scenario	Time period	Surface fluxes	Rivers and Black Sea	Atlantic
HIS		1961-2000	RCM3	clim	clim
HIS-F		1961-2000	RCM4	clim	clim
A2	A2	2001-2099	RCM3	RCM3	GCM2
A2-F	A2	2001-2099	RCM4	RCM3	GCM2
A2-RF	A2	2001-2099	RCM4	RCM4	GCM2
A2-ARF	A2	2001-2099	RCM4	RCM4	GCM3
A1B-ARF	A1B	2001-2099	RCM4	RCM4	GCM3
B1-ARF	B1	2001-2099	RCM4	RCM4	GCM3

Sensibilité aux conditions aux bords

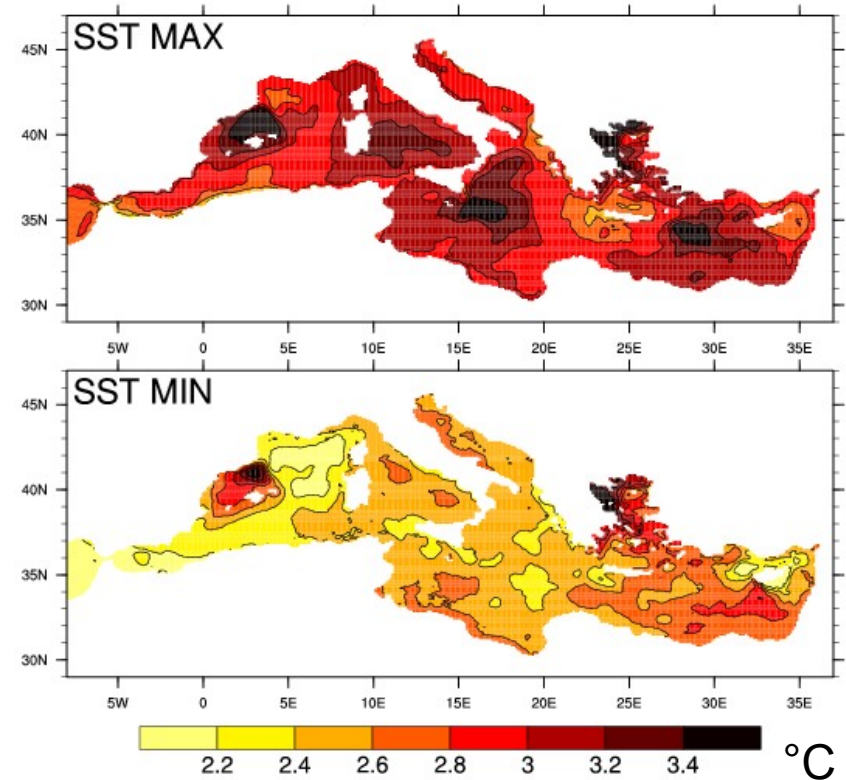
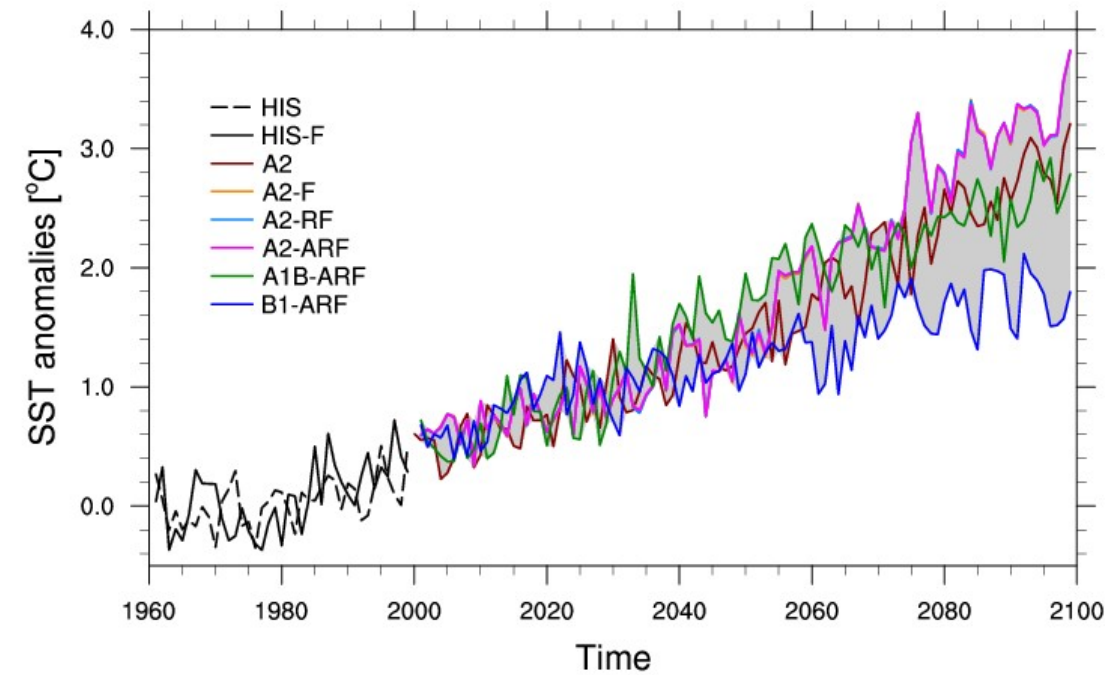
Ensemble de simus

Experiment	Scenario	Time period	Surface fluxes	Rivers and Black Sea	Atlantic
HIS		1961-2000	RCM3	clim	clim
HIS-F		1961-2000	RCM4	clim	clim
A2	A2	2001-2099	RCM3	RCM3	GCM2
A2-F	A2	2001-2099	RCM4	RCM3	GCM2
A2-RF	A2	2001-2099	RCM4	RCM4	GCM2
A2-ARF	A2	2001-2099	RCM4	RCM4	GCM3
A1B-ARF	A1B	2001-2099	RCM4	RCM4	GCM3
B1-ARF	B1	2001-2099	RCM4	RCM4	GCM3

Sensibilité aux conditions aux bords :

- Hydrographie des eaux atlantiques
- fleuves + Mer Noire
- flux de surface

SST



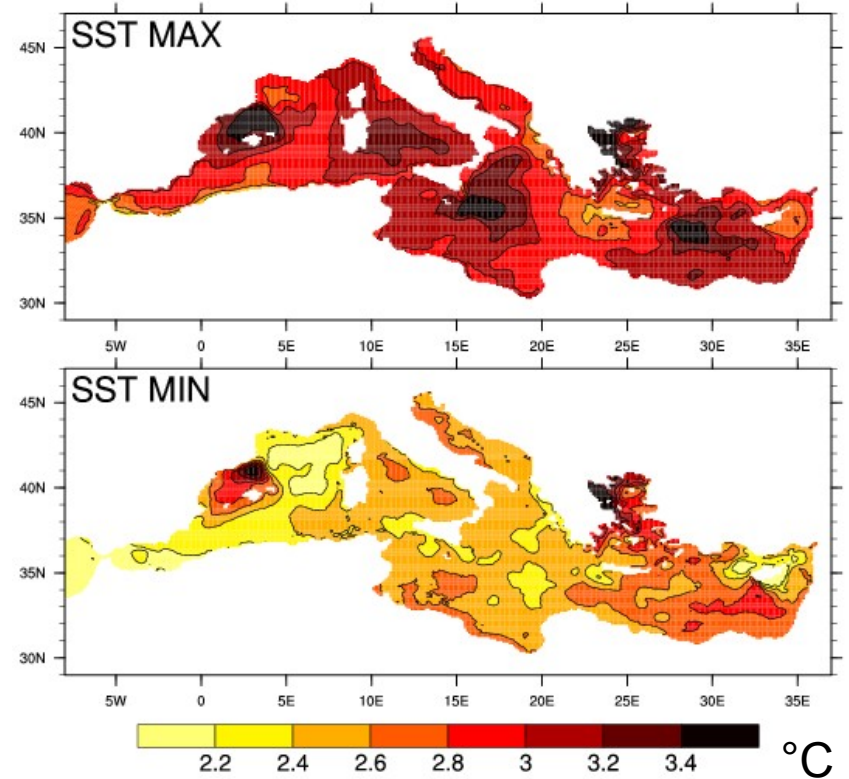
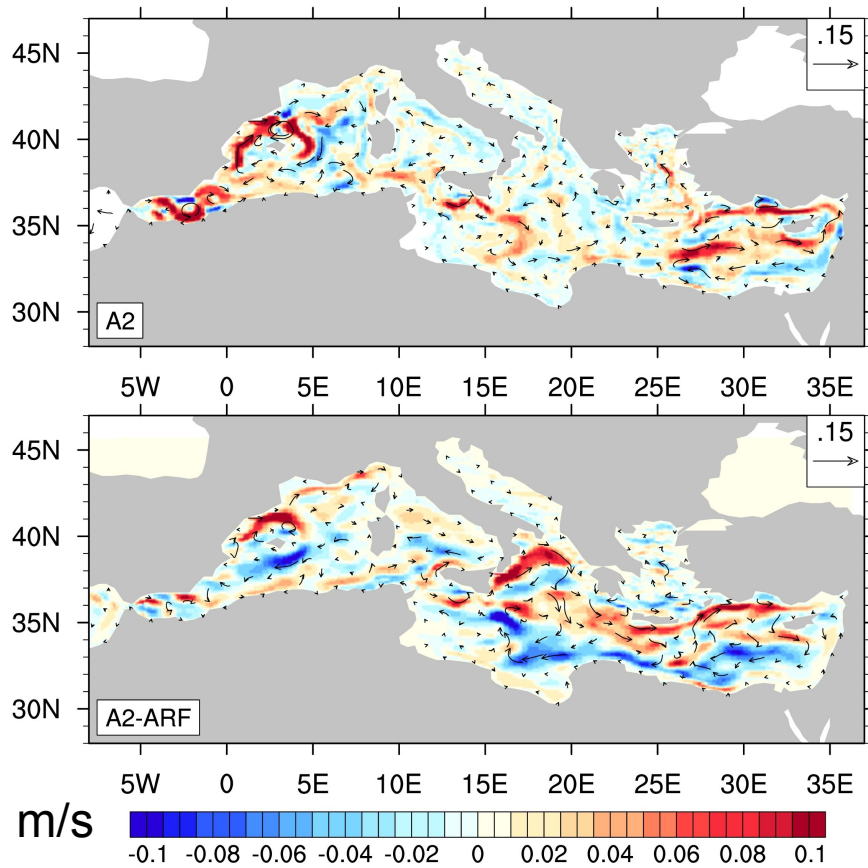
► Impact du scénario socio-écon.

$$\Delta\text{SST} = [+1.7 ; +3.0] \text{ } ^\circ\text{C}$$

► Structure spatiale du réchauffement marquée

SST

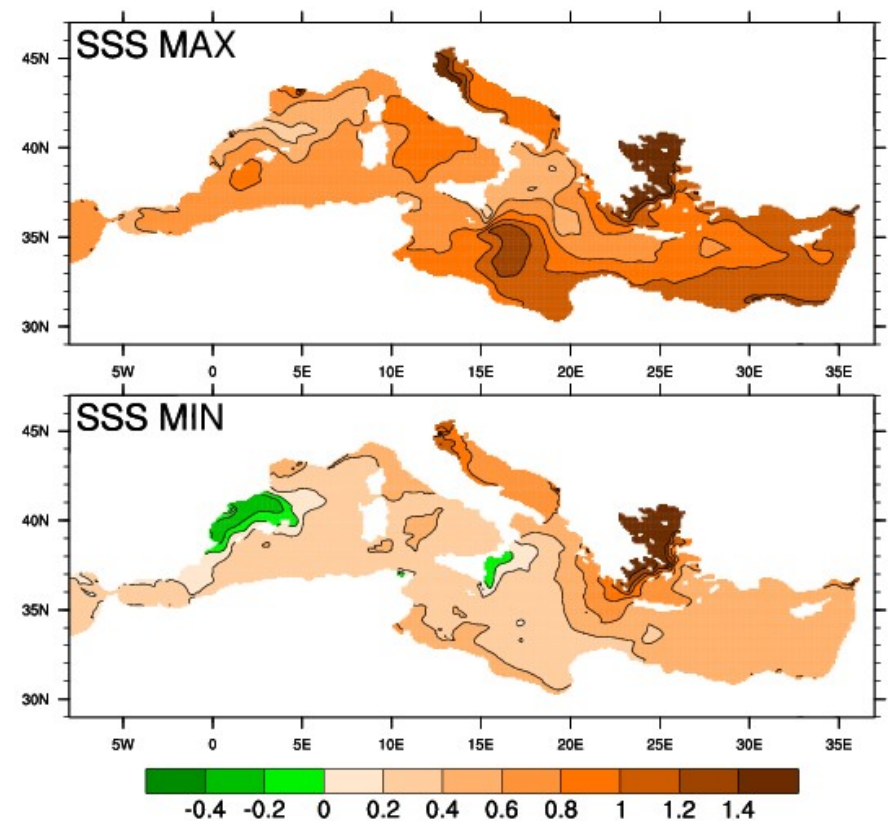
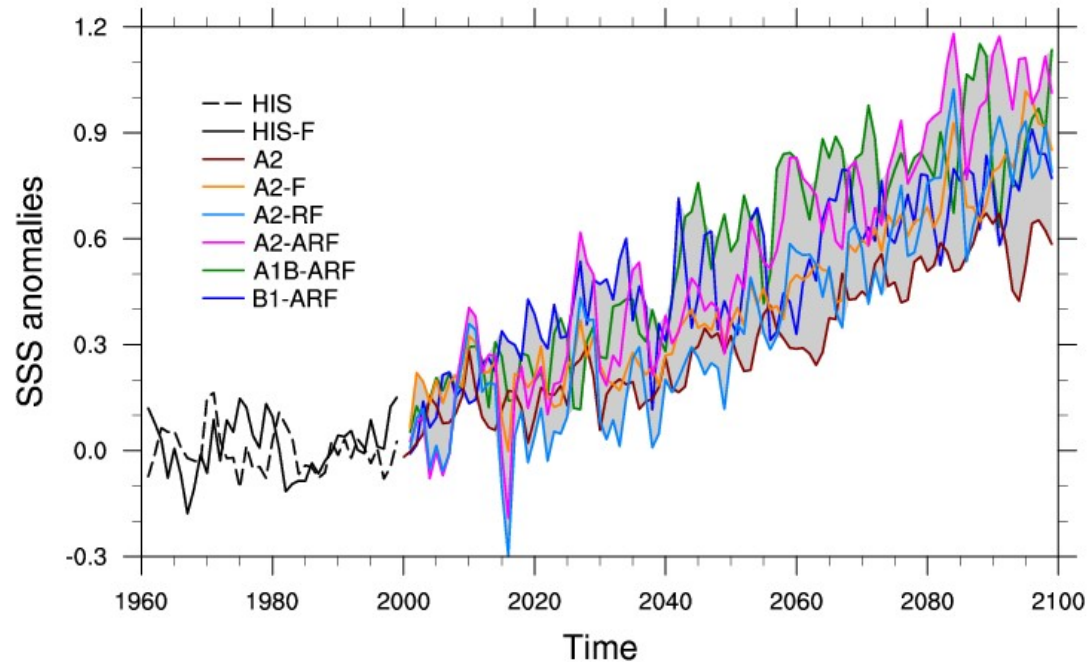
Circulation à 34m



► Structure spatiale du réchauffement marquée

Due à des changements de circulation

SSS



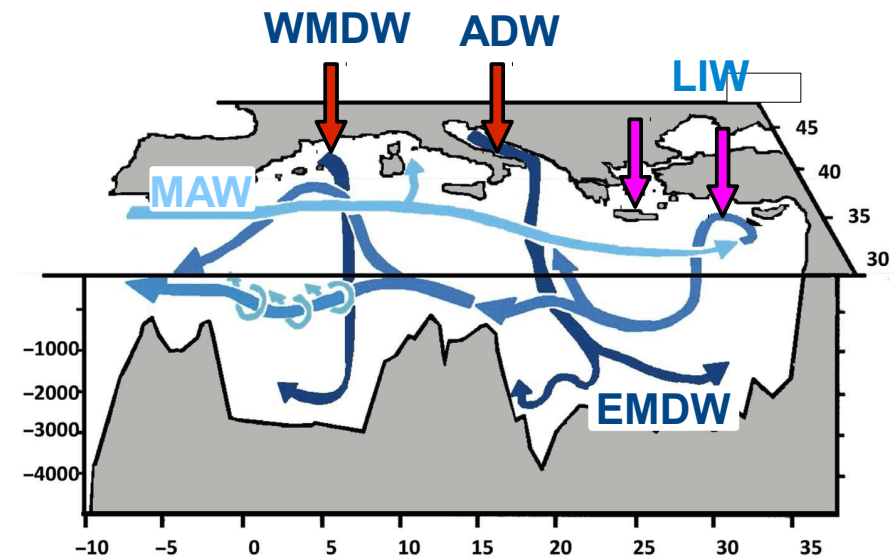
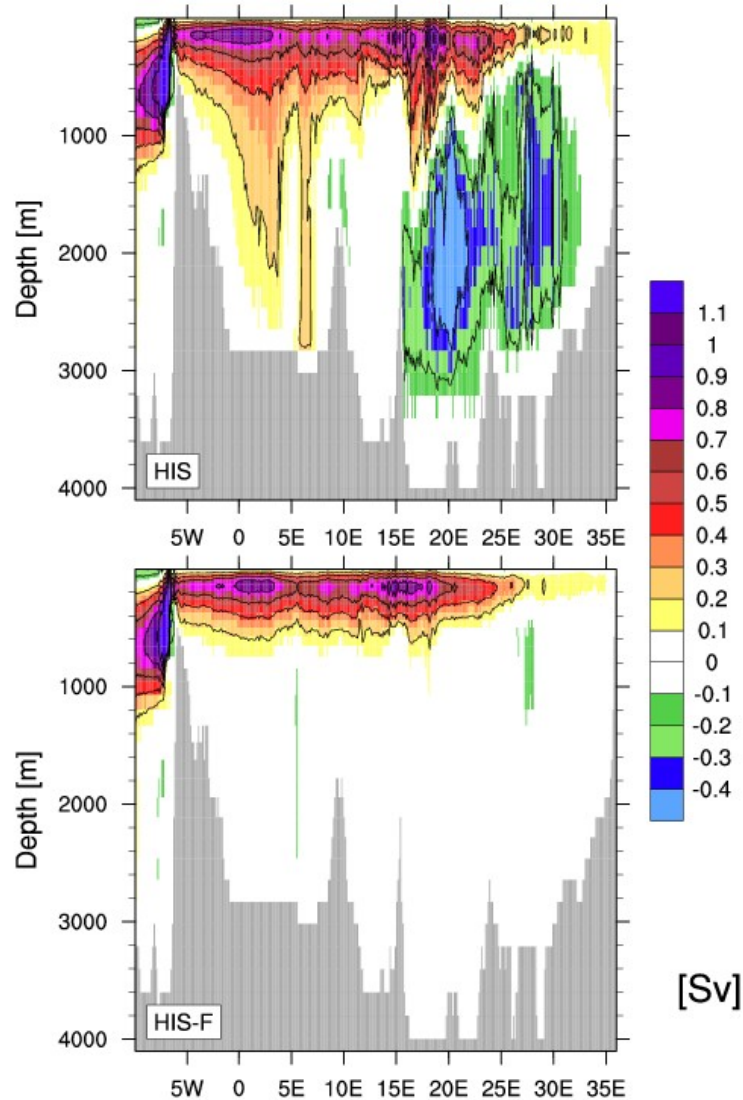
► La SSS est sensible au choix des conditions aux bords

$$\Delta SSS = [+0.48; +0.89]$$

► Structure spatiale de SSS marquée

Changement de circulation réduction du flux net de la Mer Noire vers la Med. => réorganisation de la production d'eaux denses

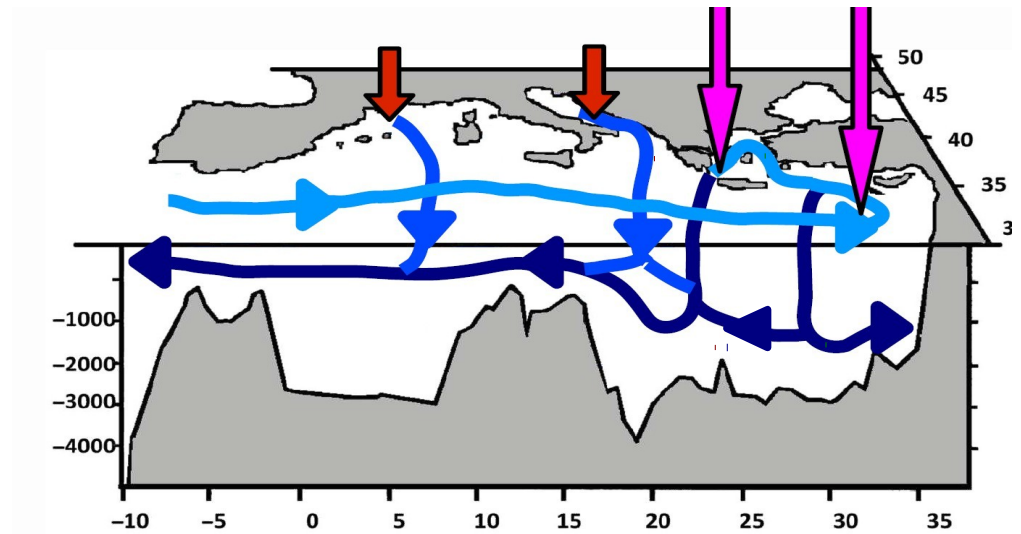
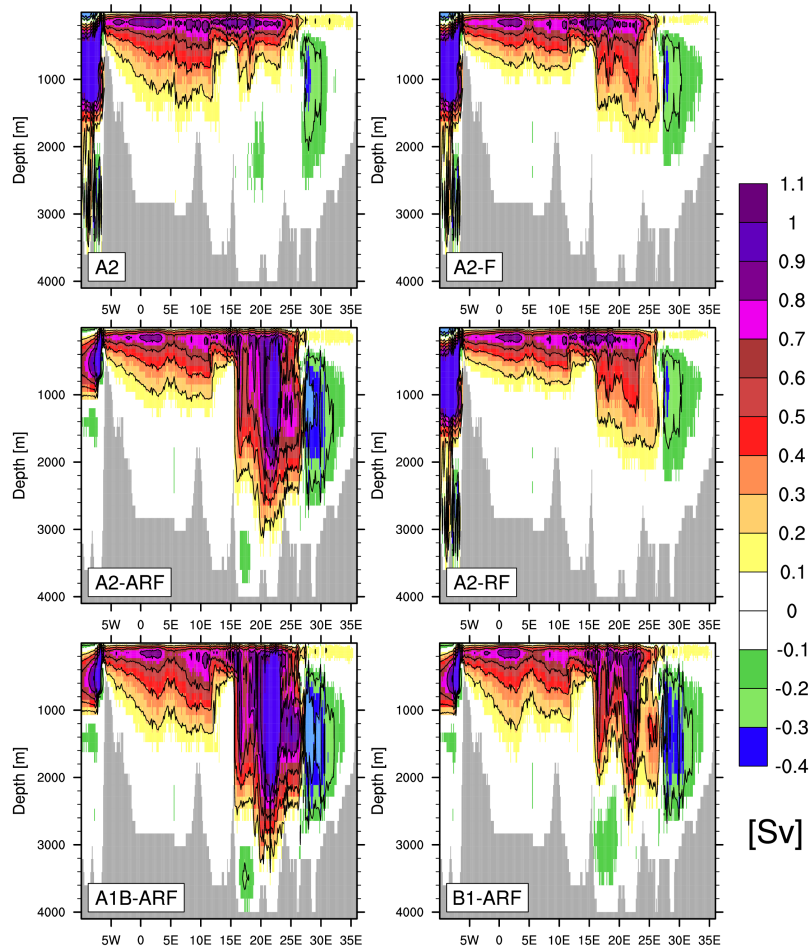
Circulation thermohaline Méditerranéenne (MTHC)



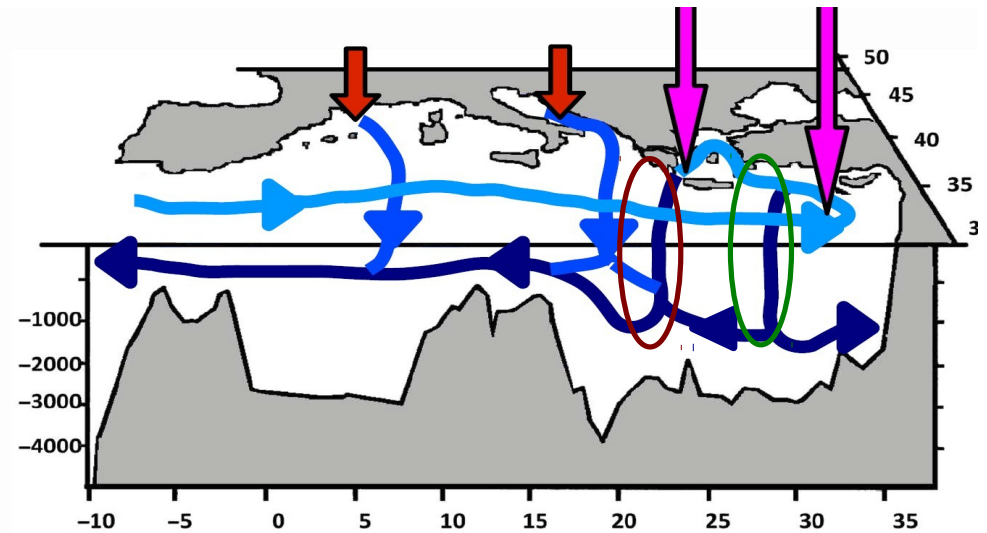
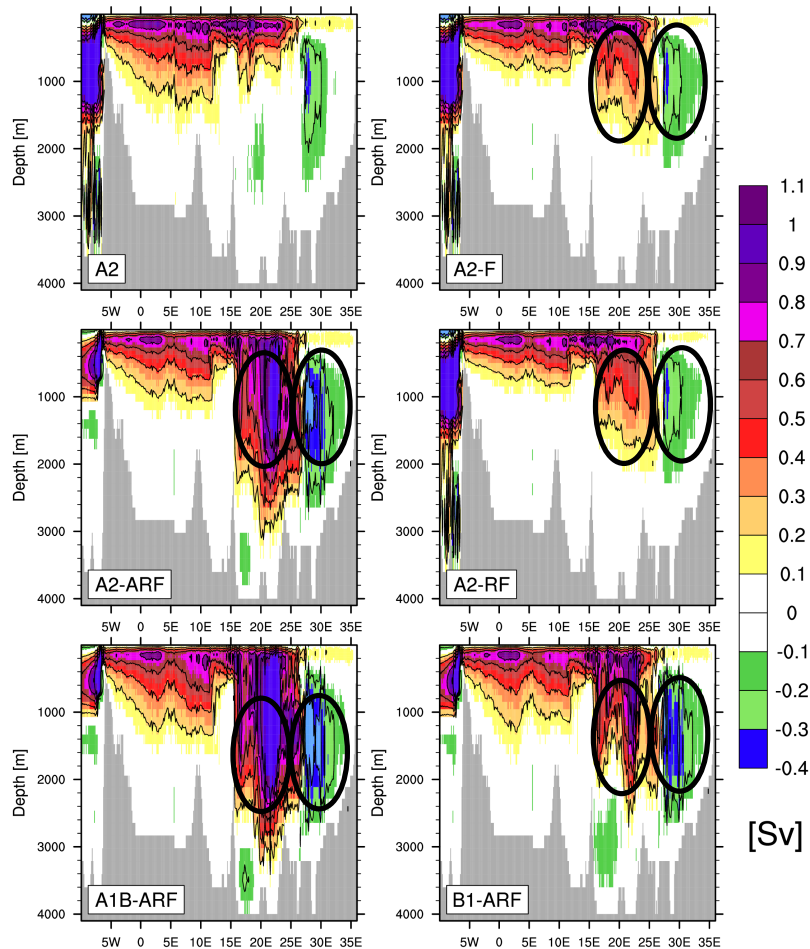
► Couches profondes méditerranéennes bien ventilées en climat présent

2 simulations historiques : HIS très convective
HIS-F peu convective

MTHC fin 21ème siècle



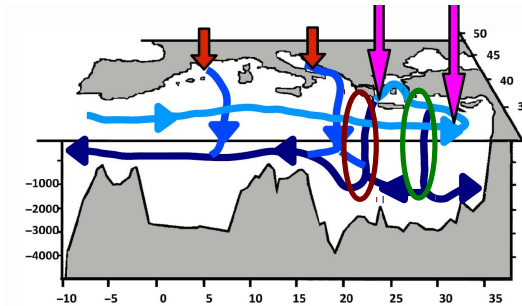
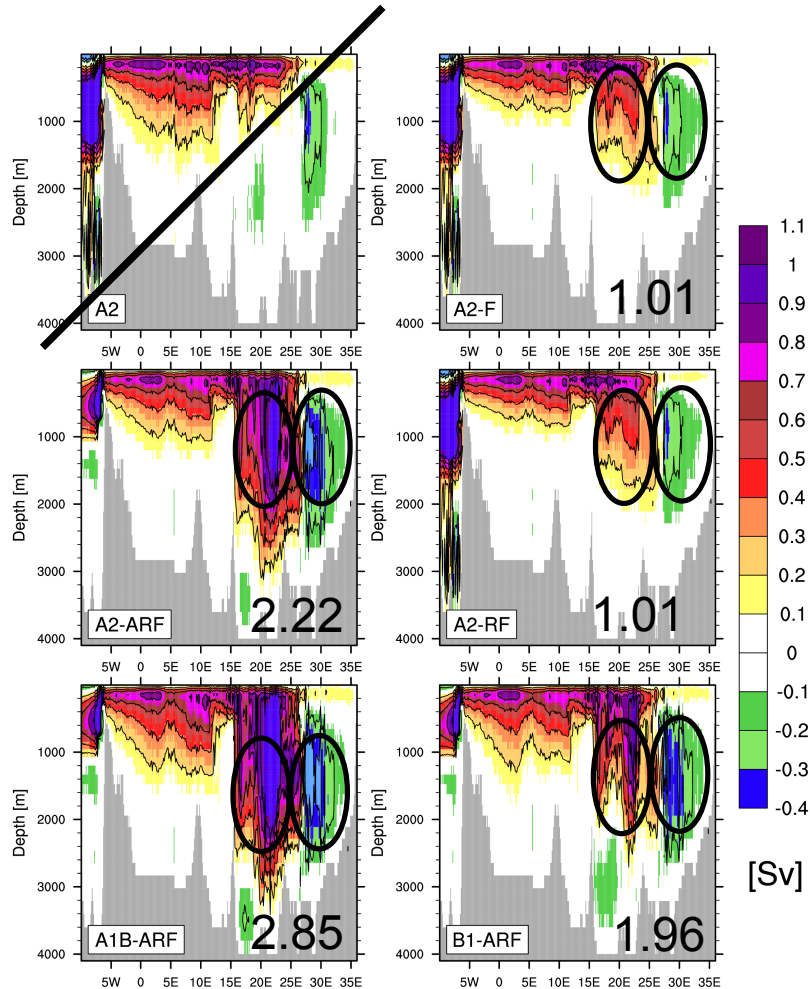
MTHC fin 21ème siècle



► Augmentation de la production d'eaux denses dans le bassin Est

Situation similaire à l'EMT (fin 1980's) ?

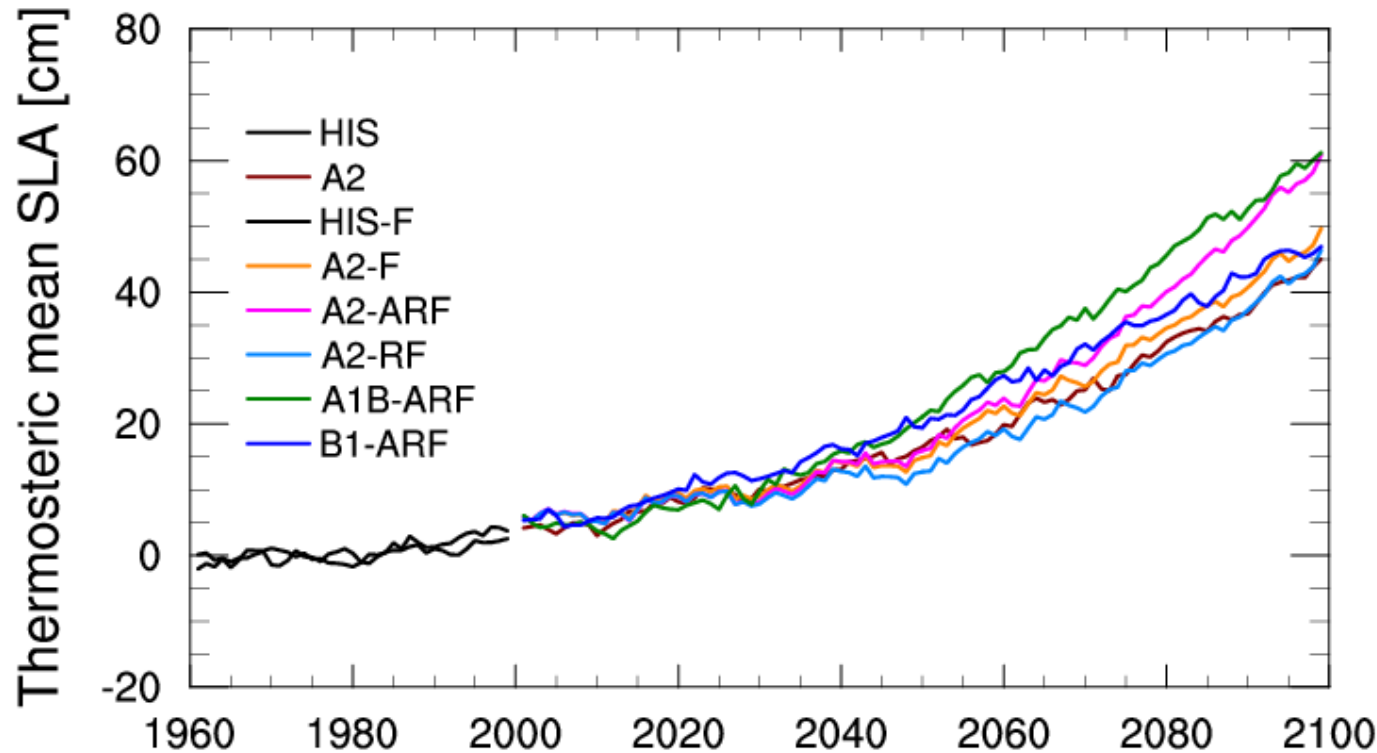
MTHC fin 21ème siècle



► EMT-index :
différences entre l'intensité des 2
cellules de circulation

=> Corrélié avec les changements de
flux de flottabilité en mer Egée

Niveau de la mer thermostérique



+ 45 cm vs. + 34 cm
(2070-2099)

Unique différence : conditions
hydrographiques atlantiques

► Augmentation de la MTHC à l'Est

=> pénétration des anomalies de chaleur de surface vers le fond

=> augmentation des anomalies de la composante thermostérique de
niveau de la mer

Sensibilité aux différents forçages

SST

$$\Delta \text{Scen} = 1.24^{\circ}\text{C}$$

$$\Delta \text{Atm} = 0.45^{\circ}\text{C}$$

$$\Delta \text{Riv} = 0^{\circ}\text{C}$$

$$\Delta \text{Atl} = 0^{\circ}\text{C}$$

T3D

$$\Delta \text{Atl} = 0.30^{\circ}\text{C}$$

$$\Delta \text{Scen} = 0.26^{\circ}\text{C}$$

$$\Delta \text{Riv} = 0.11^{\circ}\text{C}$$

$$\Delta \text{Atm} = 0.07^{\circ}\text{C}$$

Thermosteric SL

$$\Delta \text{Atl} = 11 \text{ cm}$$

$$\Delta \text{Scen} = 9 \text{ cm}$$

$$\Delta \text{Riv} = 4 \text{ cm}$$

$$\Delta \text{Atm} = 3 \text{ cm}$$

SSS

$$\Delta \text{Atl} = 0.25 \text{ psu}$$

$$\Delta \text{Atm} = 0.21 \text{ psu}$$

$$\Delta \text{Scen} = 0.19 \text{ psu}$$

$$\Delta \text{Riv} = 0.05 \text{ psu}$$

S3D

$$\Delta \text{Atl} = 0.16 \text{ psu}$$

$$\Delta \text{Scen} = 0.09 \text{ psu}$$

$$\Delta \text{Riv} = 0.05 \text{ psu}$$

$$\Delta \text{Atm} = 0 \text{ psu}$$

EMT-index

$$\Delta \text{Atl} = 1.12 \text{ Sv}$$

$$\Delta \text{Scen} = 0.97 \text{ Sv}$$

$$\Delta \text{Atm} = 0.05 \text{ Sv}$$

$$\Delta \text{Riv} = 0.01 \text{ Sv}$$

► La réponse de la Méditerranée est particulièrement sensible au forçage à la frontière Atlantique

Conclusion

- ▶ Réchauffement et salinification :

$\Delta\text{SST} = [+1.7 ; +3.0] \text{ } ^\circ\text{C}$; $\Delta\text{SSS} = [+0.48; +0.89]$

$\Delta\text{T3D} = [+0.93 ; +1.35] \text{ } ^\circ\text{C}$; $\Delta\text{S3D} = [+0.28; +0.52]$

- ▶ La mer Egée devient la source principale de formation d'eaux denses profondes :
Situation de type «Eastern Mediterranean Transient»

- ▶ Changement de circulation de sub-surface en régions ionienne et baléare

- ▶ Dans cette étude, l'incertitude liée au choix du forçage Atlantique est au moins du même ordre que celle liée au choix du scénario socio-économique, sinon plus grande

- ▶ La fourchette d'incertitude explorée dans cette étude est 2 à 3 fois inférieure à la dispersion proposée par l'ensemble des modèles régionaux et globaux

- ▶ Perspectives : l'incertitude liée au choix du modèle pourrait être importante

=> MedCORDEX