

Utilisation de données satellites pour l'étude des glaces marines

David Salas y Mélia
Météo-France / CNRM-GAME



Institut Aéronautique et Spatial
Toulouse, 25 juin 2013



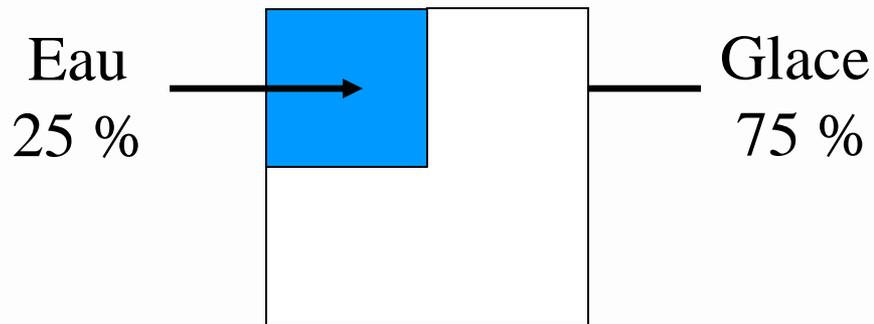
METEO FRANCE
Toujours un temps d'avance

Quelques points abordés

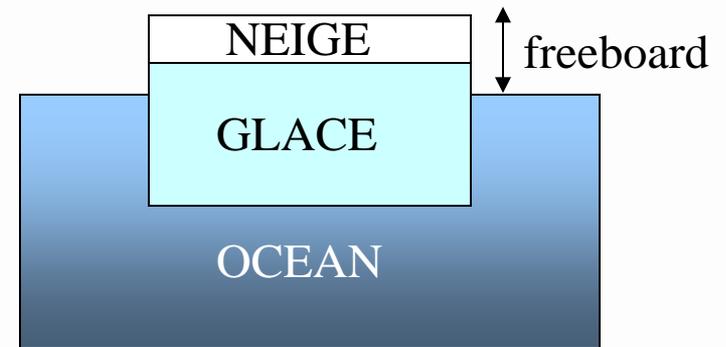
- Quel type de données satellites de glace utilisons-nous au CNRM-GAME ?
- Qu'en faisons-nous ?
- Comment aller plus loin ?

Quelques définitions

Concentration de la banquise

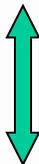


Freeboard (partie émergée)

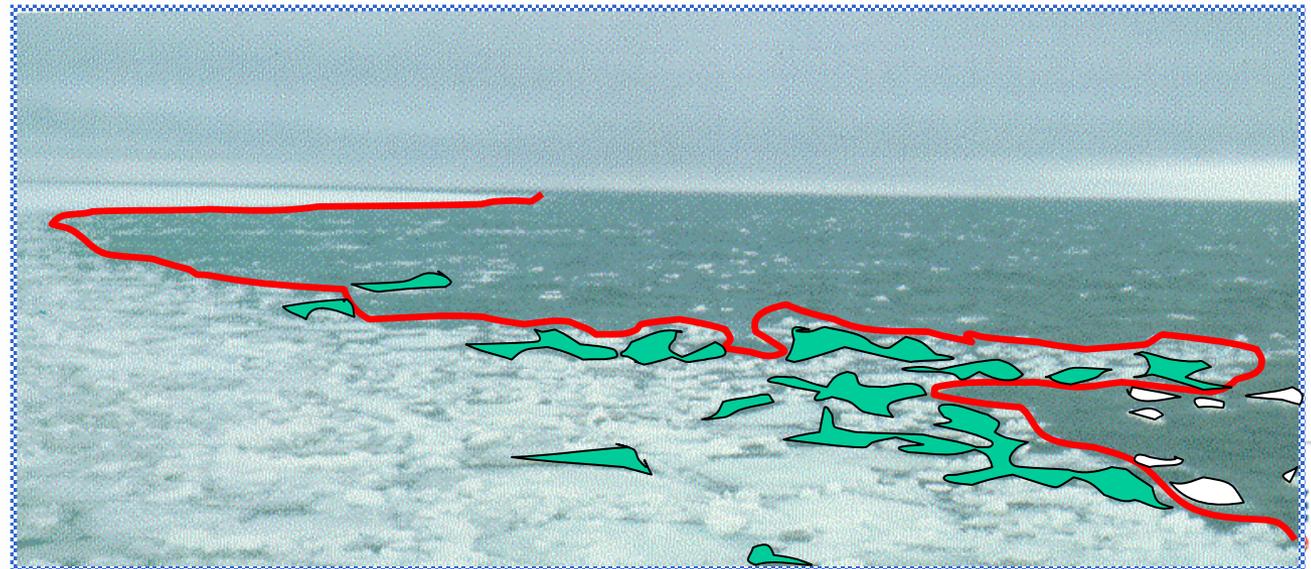


Surface et extension de la banquise

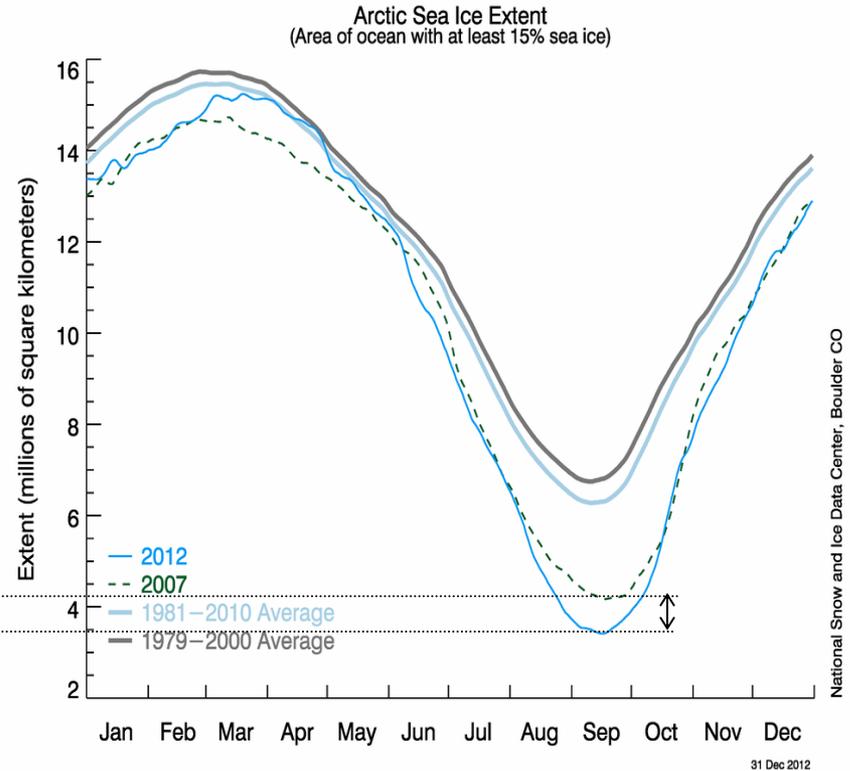
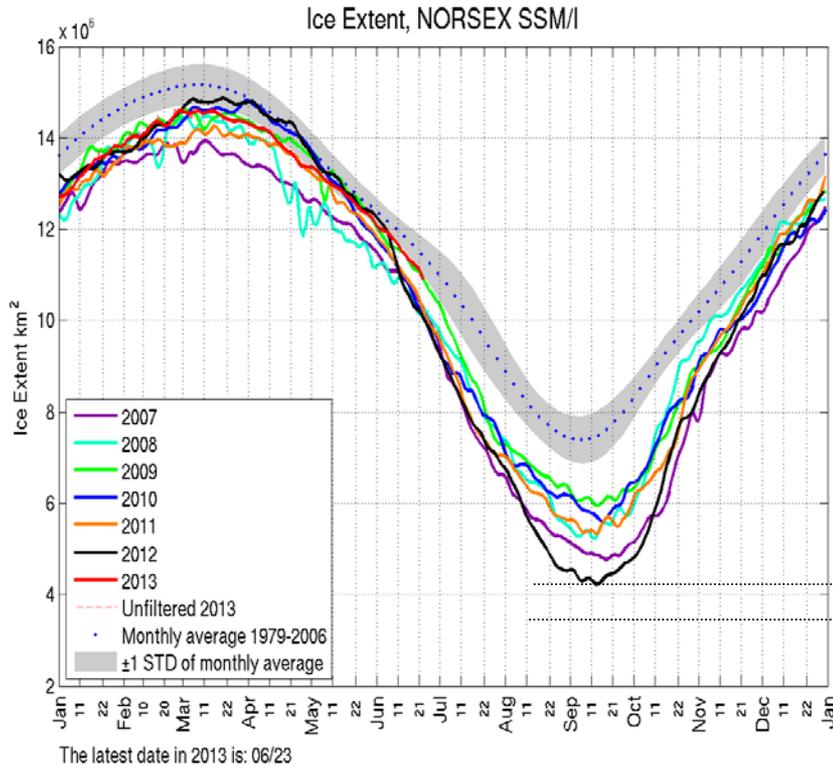
Extension



Définition/
seuil (ex.15%)



Banquise arctique: cycle annuel d'extension

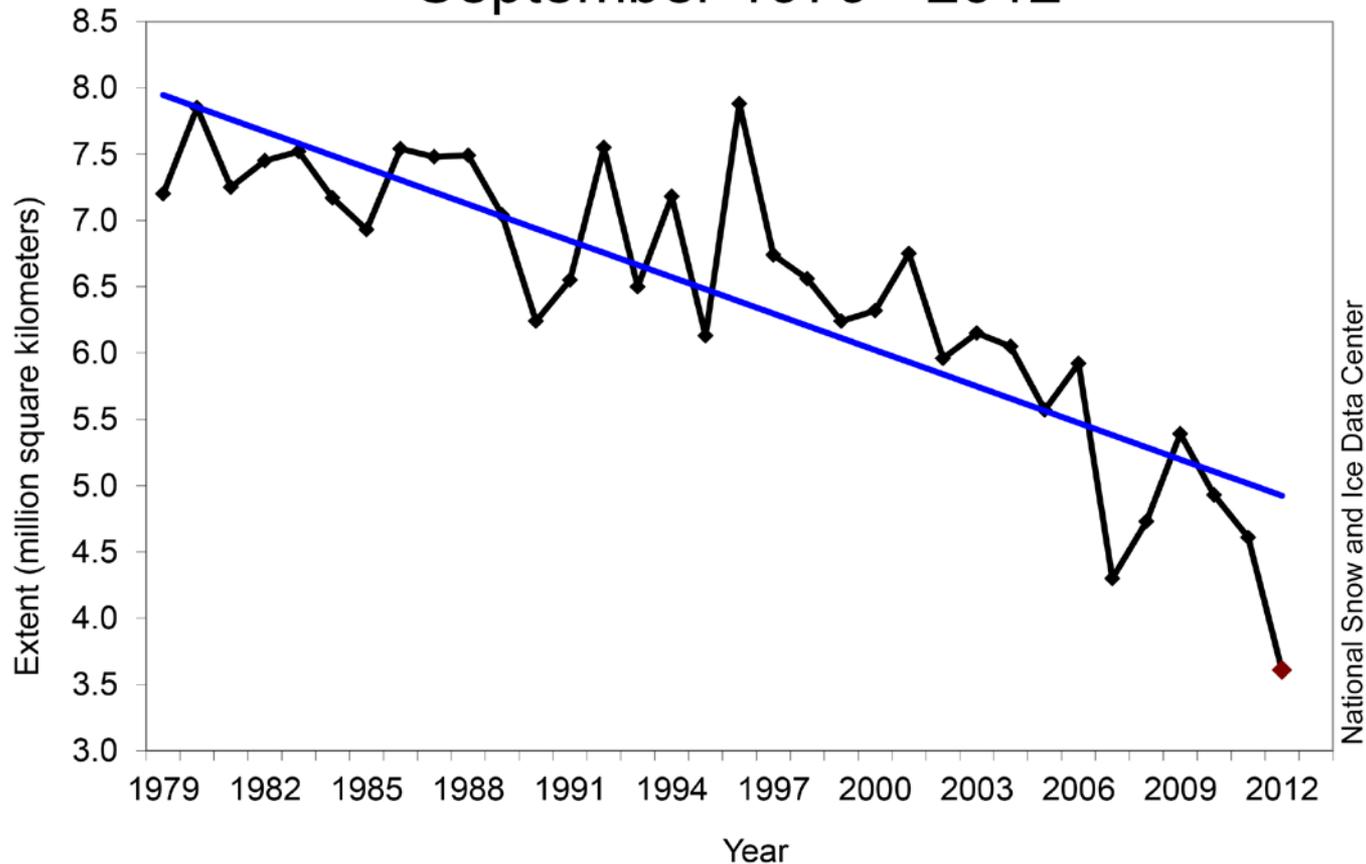


Arctic ROOS (Regional Ocean Observing System)

NSIDC (Colorado, USA)

Banquise arctique: extension (septembre)

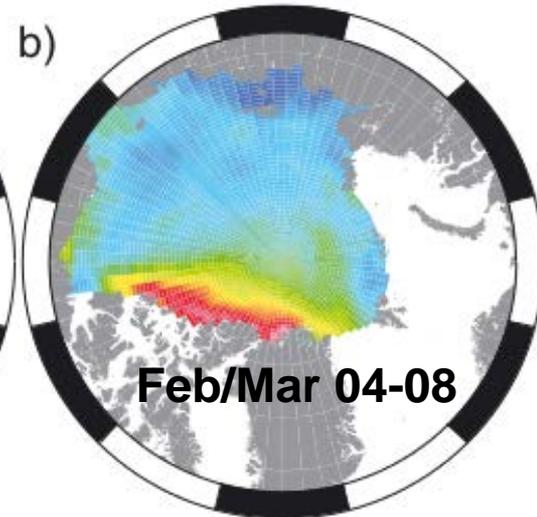
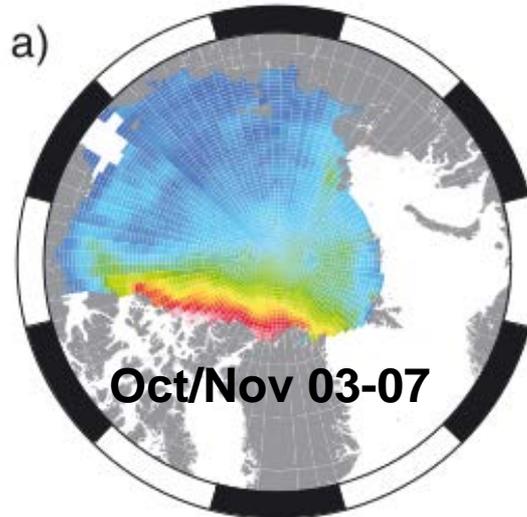
Average Monthly Arctic Sea Ice Extent September 1979 - 2012



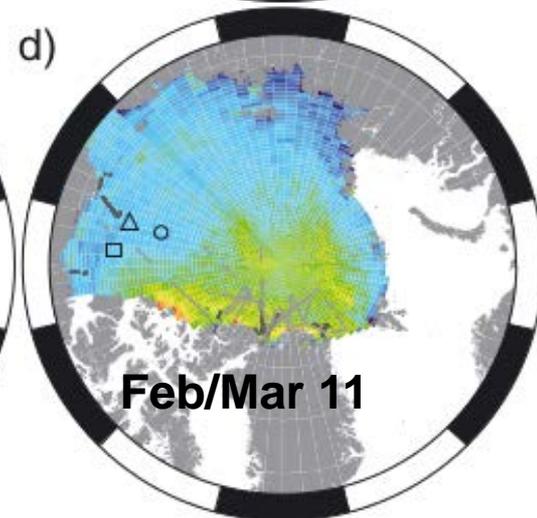
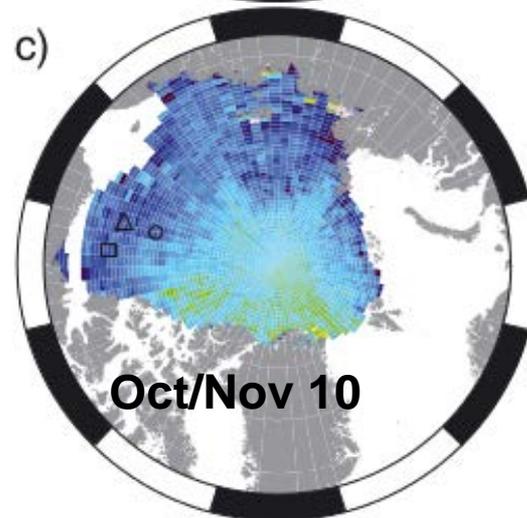
5 *Extension des glaces marines en Arctique au mois de
septembre (NSIDC, Colorado)*

Banquise arctique: épaisseur

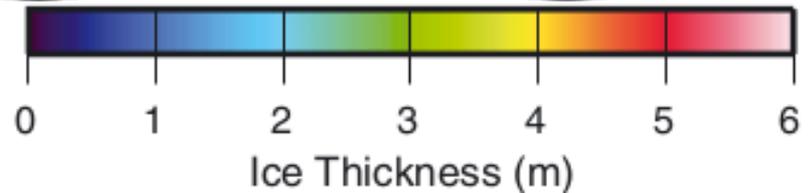
IceSAT



CryoSAT-2



Laxon et al., GRL (2013)



Modélisation climatique: le modèle de glace Gelato

(Old) history

- The development of Gelato (a multi-category model) was initiated in 1996 at NERSC (Bergen, Norway) and CNRM-GAME (Toulouse, France)
- Dynamics + redistribution by rafting and ridging (1998)
- Coupling with OPA (1998) and ARPEGE-Climat (1999)
- EVP (2000) + incremental remapping (2002), Hunke & Dukowicz (1997)

CMIP5 (2009-2010): many new developments

- Prognostic salinity

Salt uptake : follows Cox and Weeks (1988)

Desalination processes adapted from Vancoppenolle et al., O. Mod. (2009)

- Enthalpy model

$H = H(T,S)$ and $C_p = C_p(T,S)$

- Vertical Heat Diffusion (VHD)

Ice thermal conductivity k is a function of T,S (Pringle et al., 2007)

- Revised snow albedo (adapted from Curry et al. (2001)

- New tracers can now easily be added

COMBINE (2011-2012)

- Development of a **surface melt pond** scheme

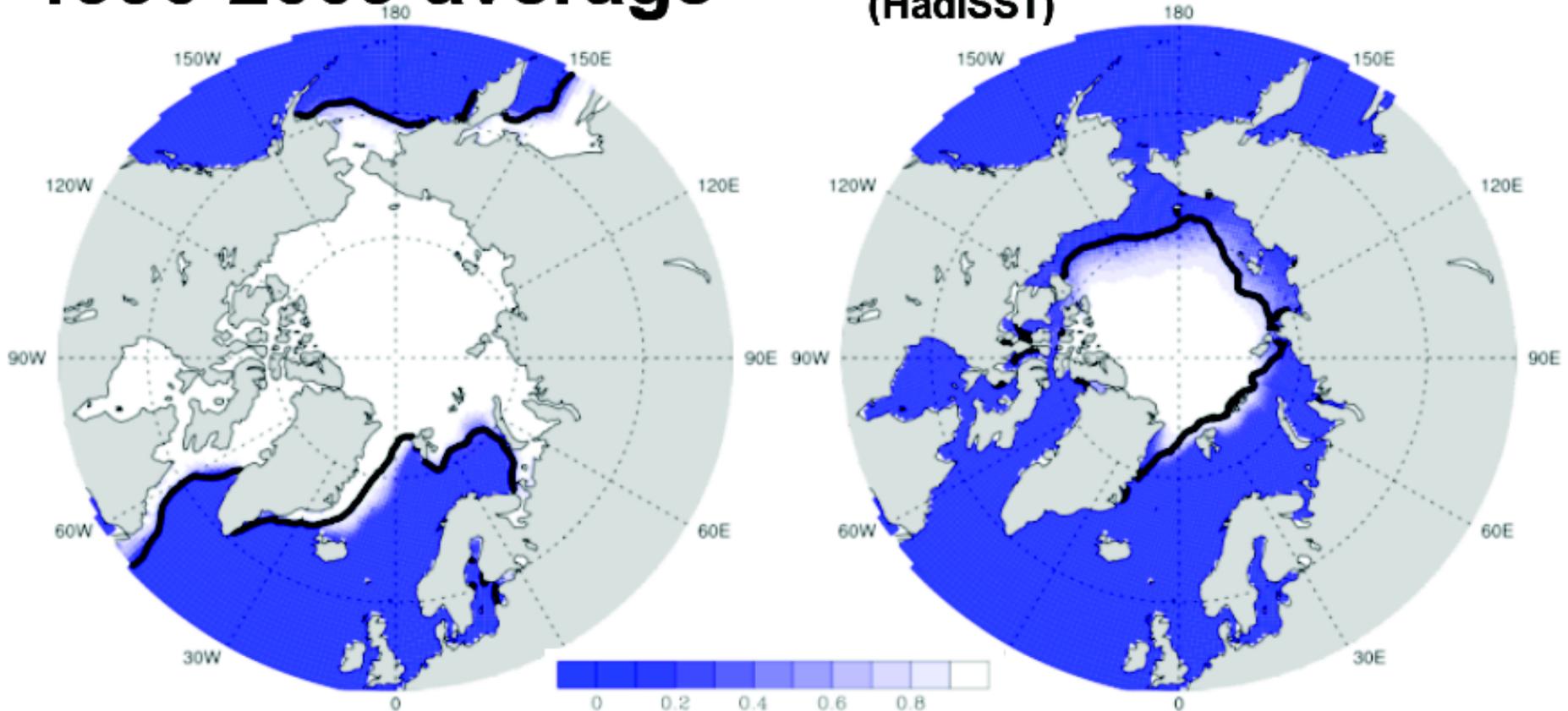
Modélisation climatique: le modèle de glace Gelato

- ERA-interim atmospheric forcing 1990-2009
- NEMO1° L42 ocean model
- No SST restoring, weak SSS restoring

Forced modelling

1990-2009 average

Black line: observation 15%-contour line (HadISST)



March (left) and September (right) average Arctic sea-ice concentration

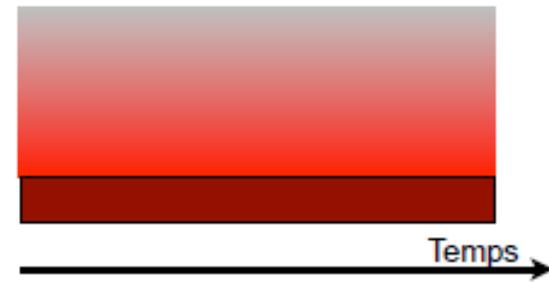
Prévoir la glace: des échelles saisonnières aux échelles centennales

Deux types de prévisibilité pour un « milieu » (océan, glace, atmosphère...)

Prévisibilité liée aux conditions initiales



Prévisibilité liée aux conditions aux limites



→ La banquise arctique est prévisible de 2 à 6 mois à l'avance (Blanchard et al., 2011; Chevallier and Salas y Méria, 2012)

Prévision saisonnière de glace de mer

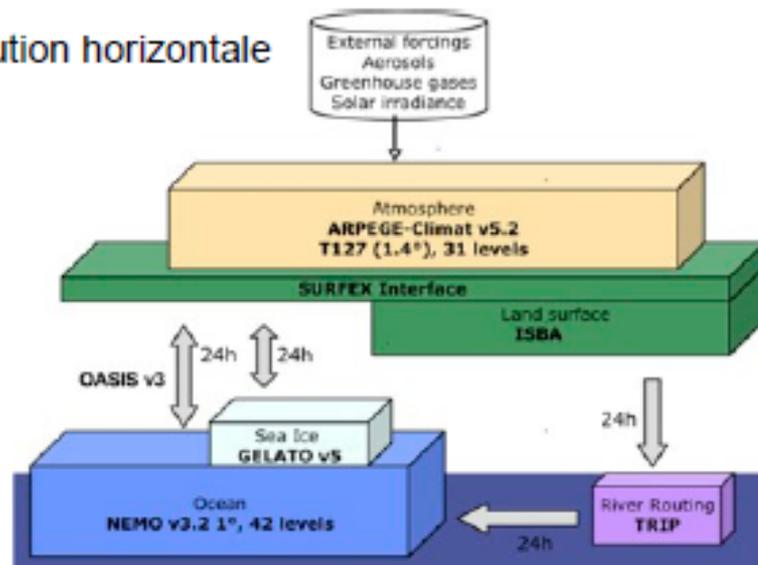
Démarche

❖ Prévisions à 5 mois:

- ➔ à partir du 1er mai: prévisions de septembre.
- ➔ à partir du 1er novembre: prévisions de mars.

❖ Prévisions avec le modèle couplé CNRM-CM5.1 (CNRM-GAME, CERFACS)

- ➔ Modèle global
- ➔ Environ $1^\circ \times 1^\circ$ de résolution horizontale



Voldoire et al. , Clim. Dyn. (2013)
Chevallier et al. J. Clim. (2013)

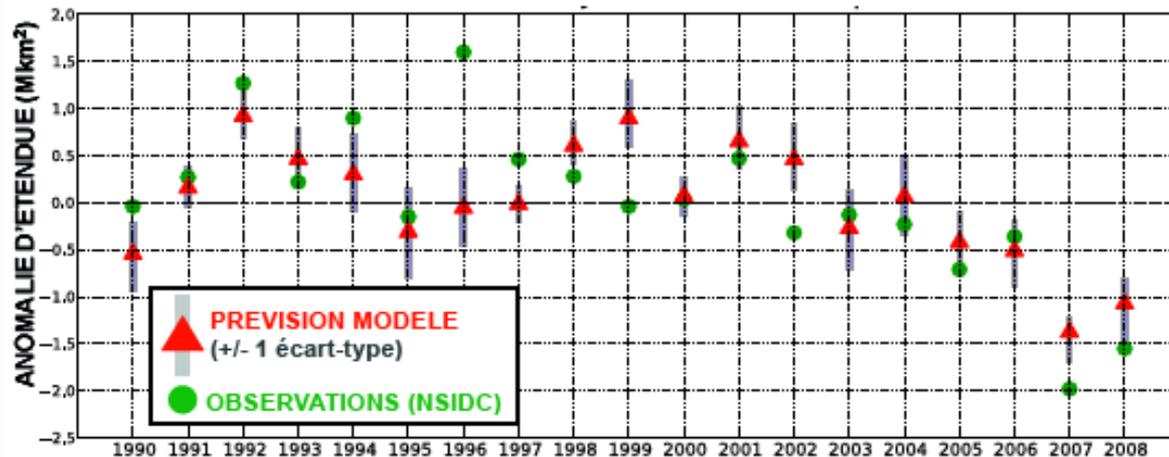
❖ Initialisées au plus près de l'état historique du système océan-banquise

- ➔ Atmosphère: réanalyse ERA-Interim
- ➔ Océan/banquise?

Prévision saisonnière de glace de mer

Résultats: prévisions saisonnières de l'étendue de banquise pan-Arctique en septembre

Prévisions Mai → Septembre avec le modèle couplé CNRM-CM5.1 (CNRM-GAME, CERFACS)



Corrélation d'anomalies prévisions vs observations:

CNRM-CM5.1: 0.6

CFSv2 (USA): 0.4

CanSIPS (Environnement Canada): <0.2

➔ Init. concentration imprécise

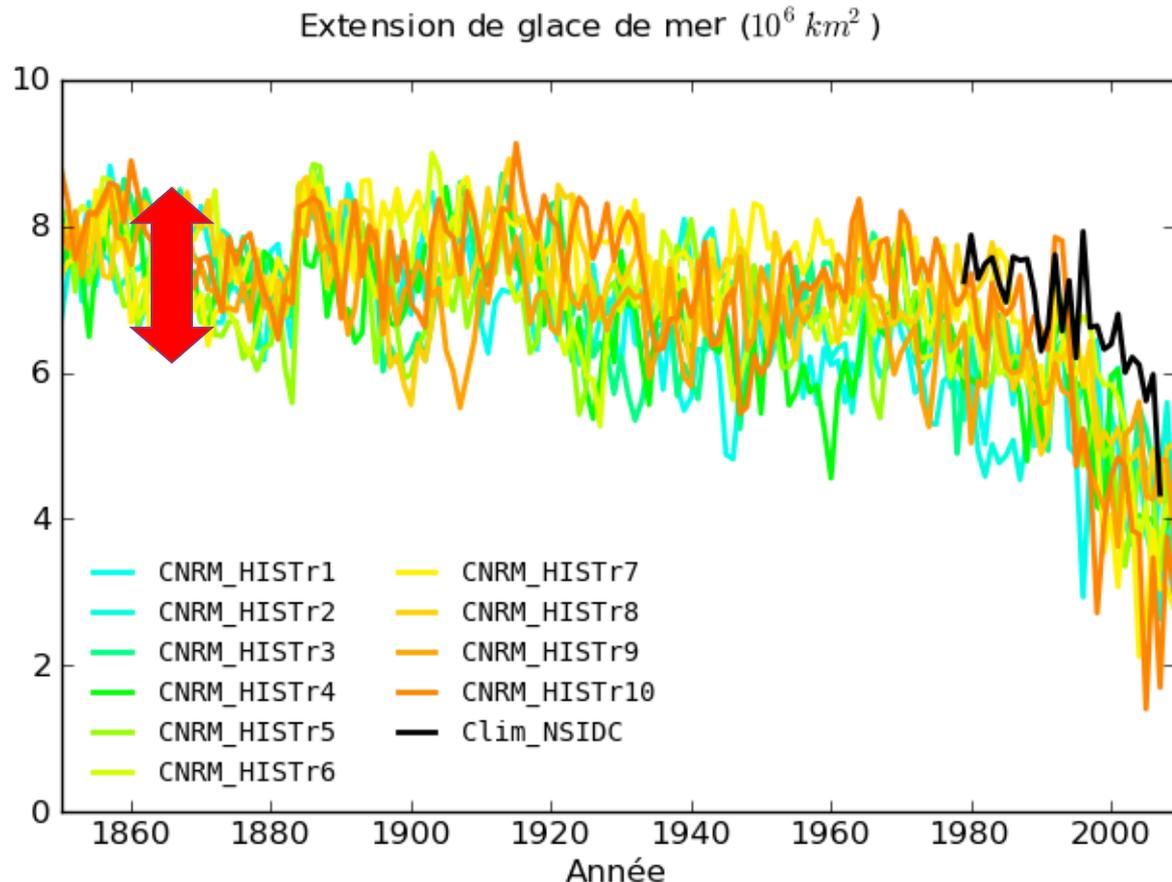
➔ Epaisseur «arbitraire» dans l'état initial

- ➔ Qualité des prévisions liée à une bonne initialisation de l'épaisseur
- ➔ Peut-on faire mieux en intégrant des observations de glace par satellite dans l'état initial ?

Modélisation climatique: simulations centennales couplées océan-glace-atmosphère (CMIP5)

10 simulations 1850-2009 (CNRM-CM5.1)

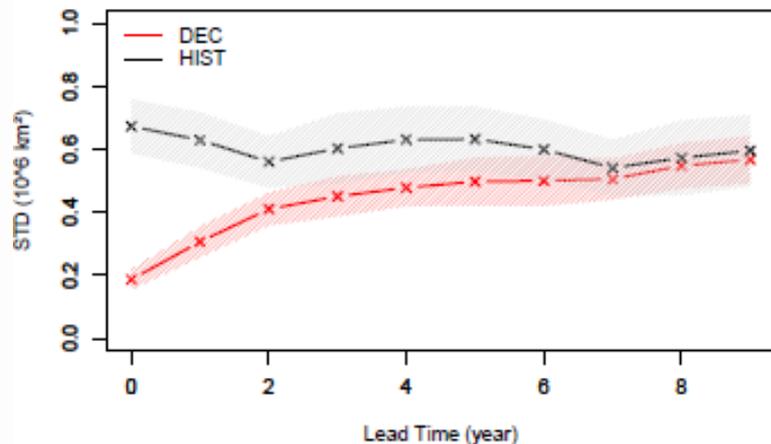
Variabilité interne de la banquise arctique au sein du système climatique



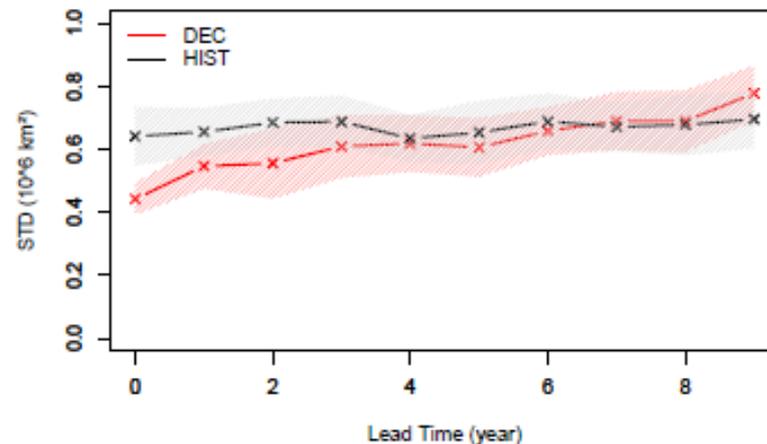
- Conditions initiales oubliées après ~10 ans
- Mais besoin d'observations (pour validation)

Modélisation climatique: simulations décennales couplées océan-glace-atmosphère (CMIP5) – 1960-1996

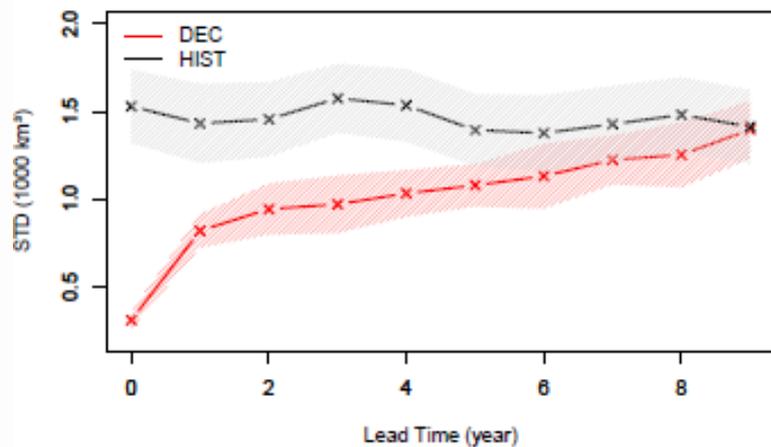
(a) Winter Extent



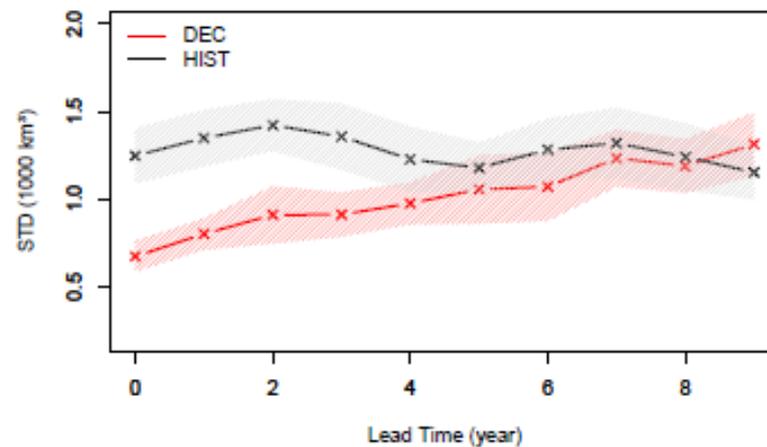
(b) Summer Extent



(c) Winter Volume



(d) Summer Volume

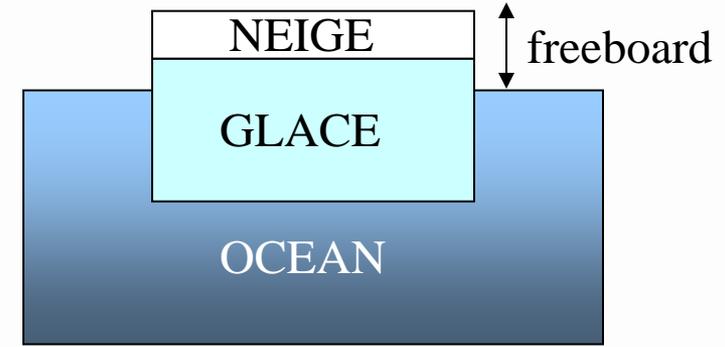


Domaine panarctique, 10 membres / date de départ (Germe et al, 2013, soumis)

- ➔ Prévisibilité jusqu'à 5 ans (volume)
- ➔ Question posée: rôle modèle / initialisation ?

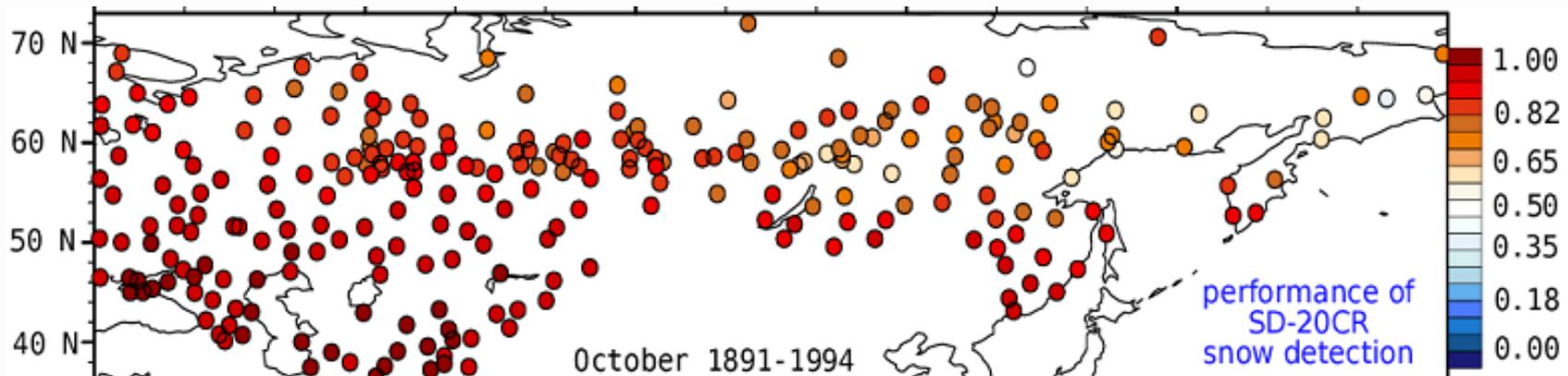
Allier modélisation et observation ?

Mettre au point un produit « neige »
modélisé pour récupérer l'épaisseur de
glace à partir du freeboard ?

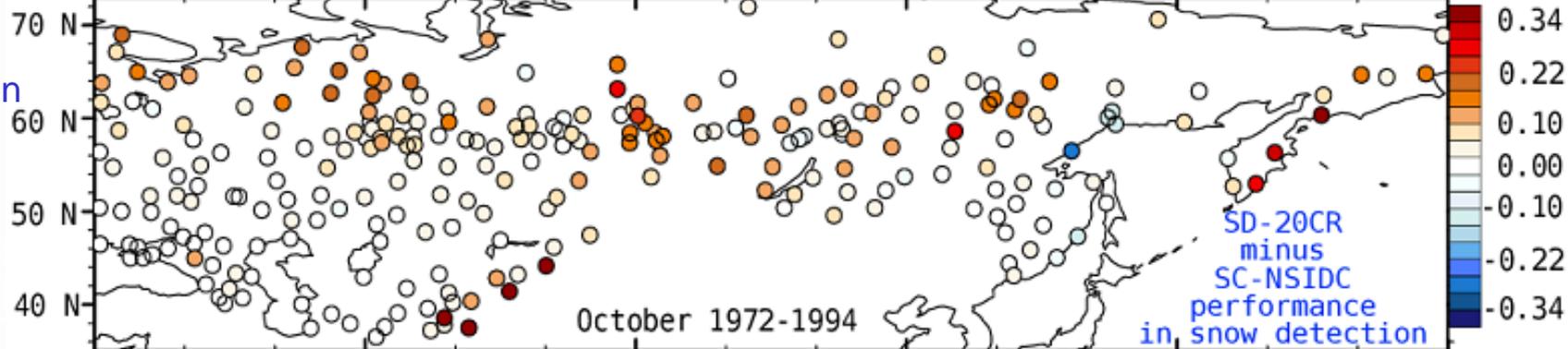


→ Essais prévus de CROCUS (CNRM-GAME)
sur l'Arctique Central

Simulation
modèle de
neige
CROCUS



Comparaison
CROCUS /
satellite



Conclusion

- Besoin d'observations par satellite pour initialiser les modèles (prévision saisonnière / décennale): concentration, extension, épaisseur, vitesse...
- Besoin d'observations par satellite pour initialiser les modèles (prévision saisonnière / décennale): concentration, extension, épaisseur, vitesse...
- Mais les modèles doivent progresser (résolution horizontale 0.25° à l'étude, correction de biais, notamment atmosphériques...)
- Synergie observation / modélisation possible ?



Merci !

**David Salas y Mélia
Météo-France / CNRM-GAME**

