

Reconstitutions holocènes du niveau marin relatif et modèles de réajustement isostatique : Apports pour la calibration des observations actuelles d'évolution du niveau marin.

Application à l'Europe de l'ouest.

Jérôme Goslin (a,b *)

Contributeurs: Brigitte Van Vliet-Lanoë (b), Giorgio Spada (c), Sarah Bradley (d),
Lev Tarasov (e), Simon Neill (f), Serge Suanez (a)

(a) Laboratoire Geomer, UMR 6554 CNRS LETG, Institut Universitaire Européen de la Mer, 1 Place Nicolas Copernic, 29280, Plouzané, France

(b) Domaines Océaniques Laboratory, UMR 6538 CNRS, Institut Universitaire Européen de la Mer, 1 Place Nicolas Copernic, 29280, Plouzané, France

(c) Dipartimento di Scienze di Base e Fondamenti, University of Urbino "Carlo Bo", Via Santa Chiara 27, I e 61029, Urbino, PU, Italy

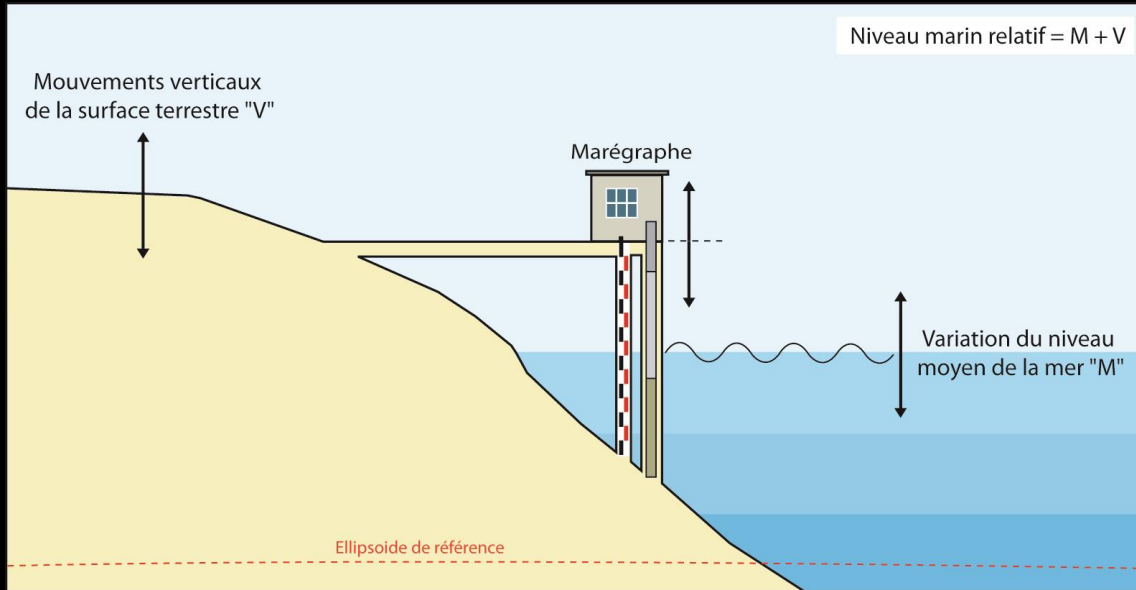
(d) Institute for Marine and Atmospheric Research Utrecht (IMAU), Utrecht University, Princetonplein 5, 3584, CC Utrecht, Netherlands

(e) Department of Physics and Physical Oceanography, Memorial University of Newfoundland, St. John's, NL, A1C 5S7, Canada

(f) School of Ocean Sciences, Bangor University, Menai Bridge, Isle of Anglesey, LL59 5AB, United Kingdom

Journées REFMAR- Paris - 04 Février 2016 - « Comprendre l'évolution du niveau de la mer »





Observations marégraphiques :

Niveau marin RELATIF

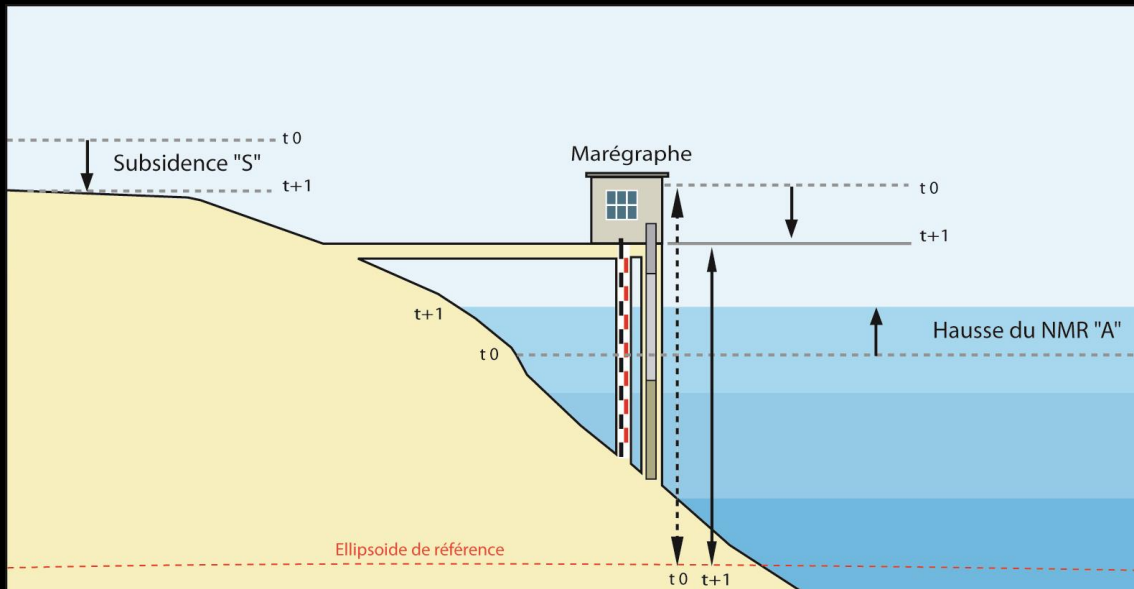
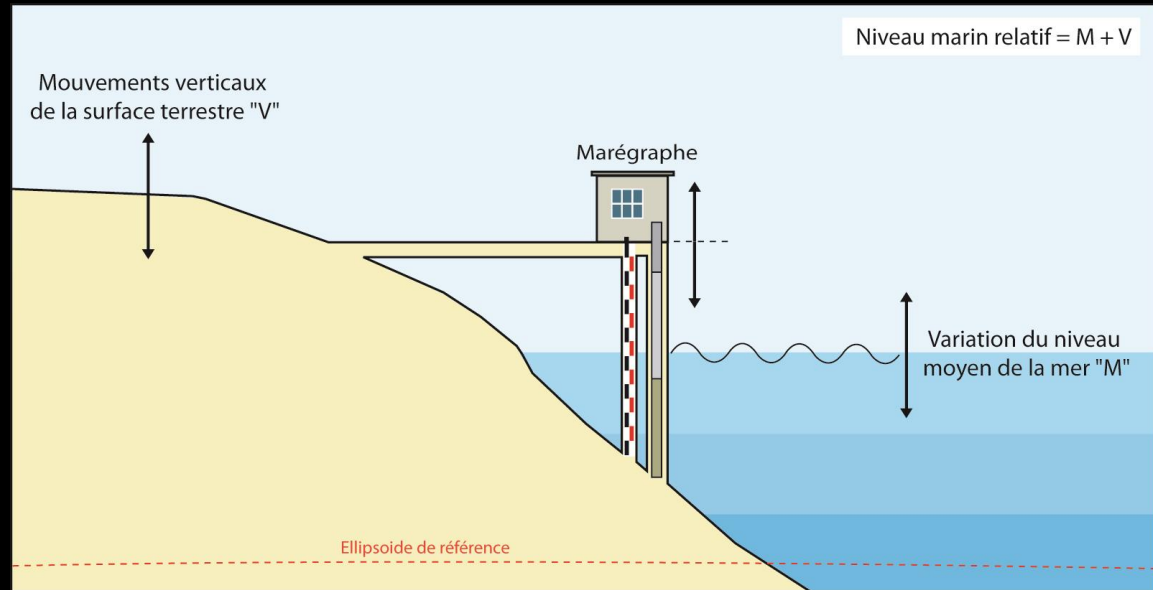
SIGNAL OBSERVÉ =
Variations du niveau de la mer
+
Mouvements verticaux
mouvements verticaux du
référentiel.

Observation du niveau marin et mouvements verticaux

Observations
marégraphiques :

Niveau marin RELATIF

Contient une composante
verticale issue du (des)
mouvements verticaux du
référentiel.



Ici, par exemple:

Montée du NMR, malgré une
absence de modification du
niveau moyen de la mer.

Cause: subsidence du continent
auquel est rattaché le
marégraphe.

**MESURER LA COMPOSANTE VERTICALE : INDISPENSABLE POUR EVALUER ET COMPRENDRE LES
DIFFERENTES COMPOSANTES D'EVOLUTION PASSEES ET ACTUELLES DU NIVEAU MARIN**

MESURER LA COMPOSANTE VERTICALE :

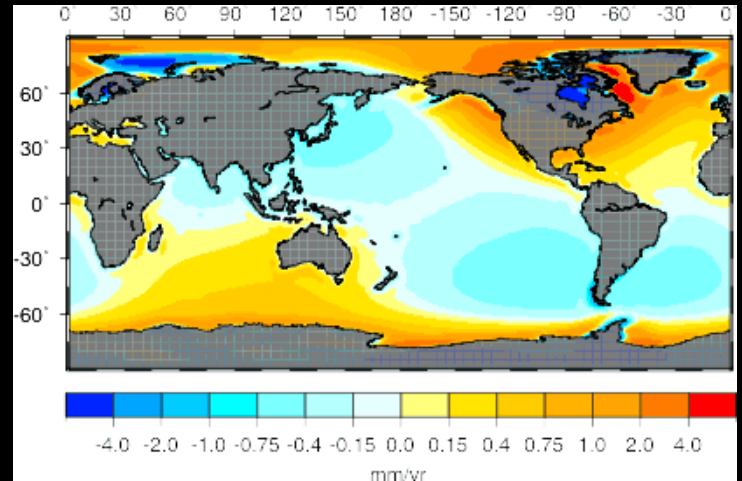
INDISPENSABLE POUR L'EVALUATION ET LA COMPREHENSION DES DIFFERENTES
COMPOSANTES D'EVOLUTION DU NIVEAU MARIN

DEUX METHODES

GEODESIE SPATIALE



MODELISATION GEOPHYSIQUE



MESURER LA COMPOSANTE VERTICALE :

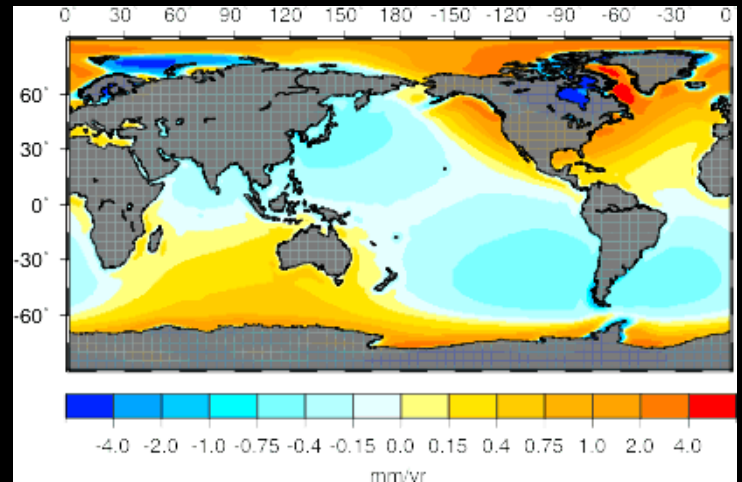
INDISPENSABLE POUR L'EVALUATION ET LA COMPREHENSION DES DIFFERENTES
COMPOSANTES D'EVOLUTION DU NIVEAU MARIN

DEUX METHODES

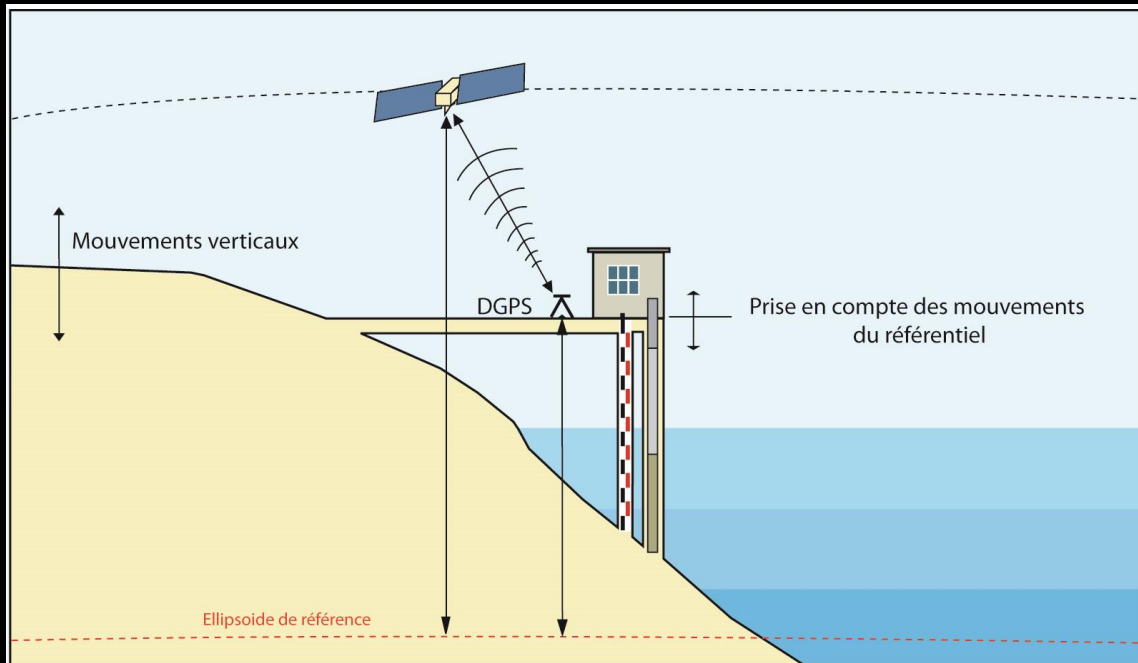
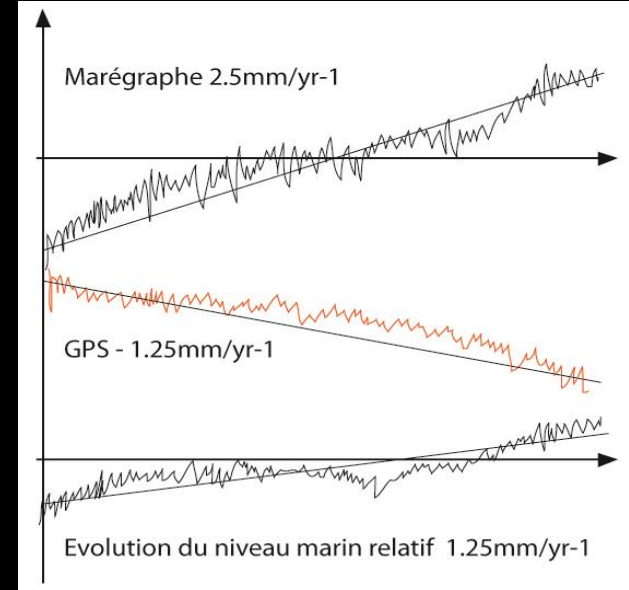
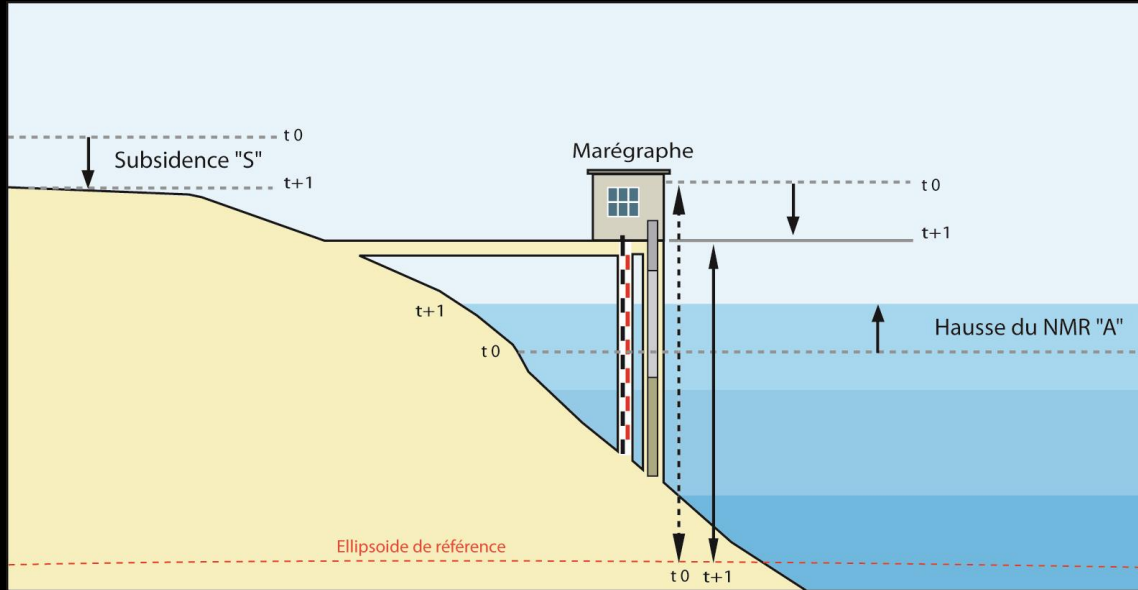
GEODESIE SPATIALE



MODELISATION GEOPHYSIQUE



Observation du niveau marin et mouvements verticaux



Les mesures de géodésie spatiale (solutions GPS)

Avantages: Précision

Principal inconvénient:
Séries courtes et récentes (10*1 ans)

- Extrapolation long terme (non linéarité)?
- Compréhension temporelle et spatiale des dynamiques?

MESURER LA COMPOSANTE VERTICALE :

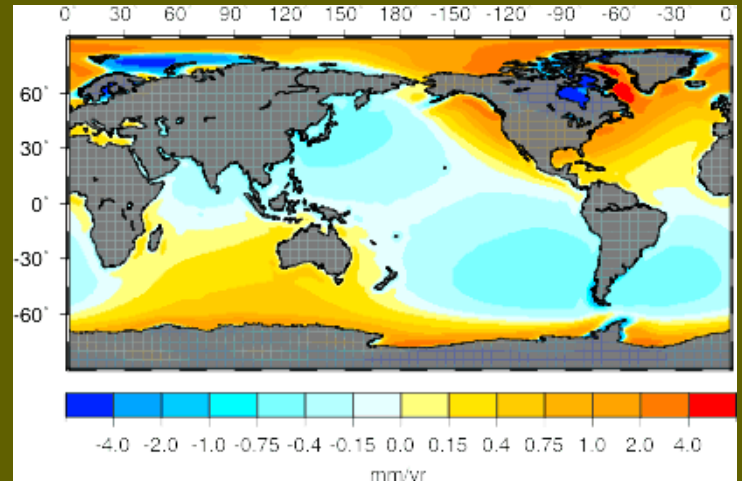
INDISPENSABLE POUR L'EVALUATION ET LA COMPREHENSION DES DIFFERENTES
COMPOSANTES D'EVOLUTION DU NIVEAU MARIN

DEUX METHODES

GEODESIE SPATIALE

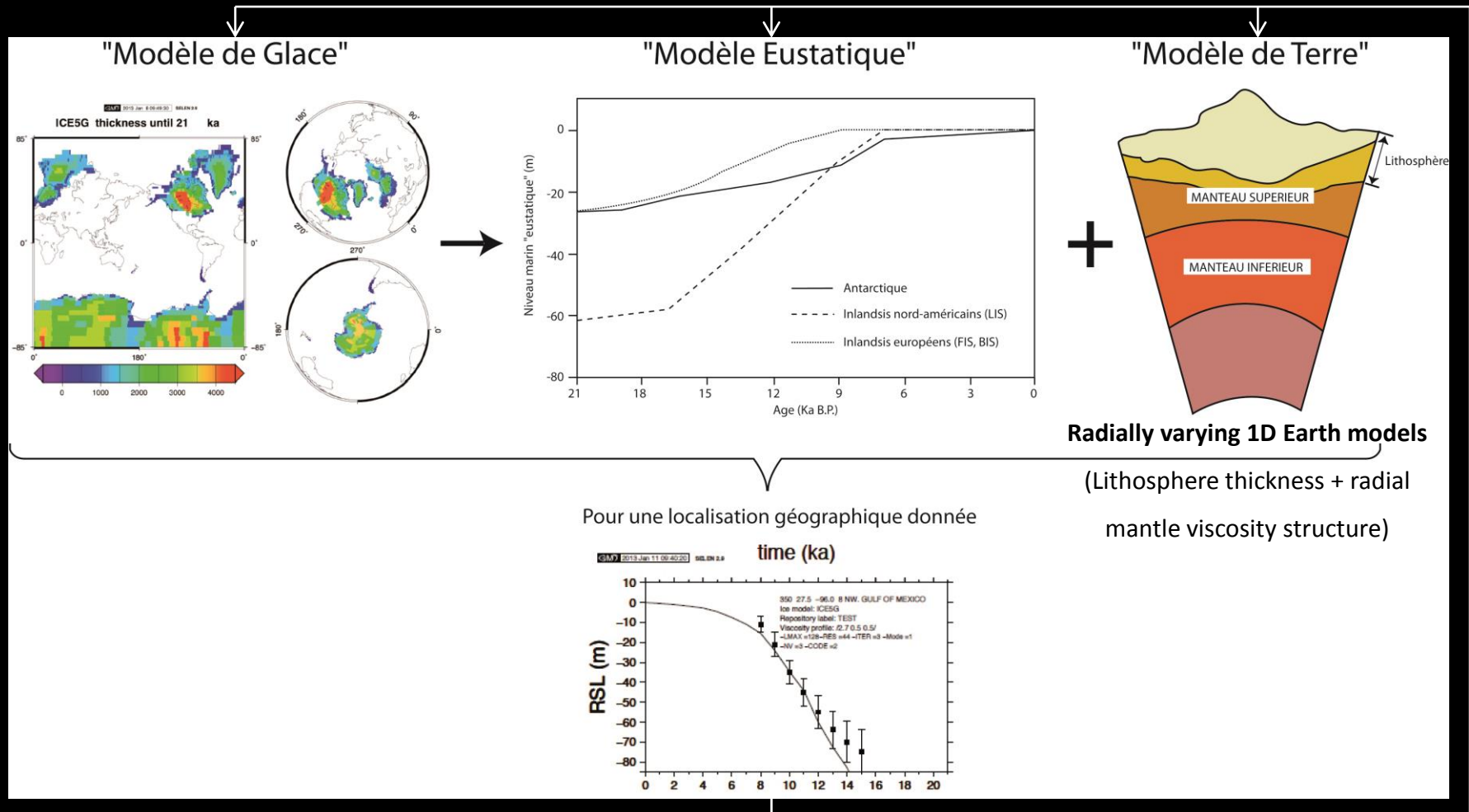


MODELISATION GEOPHYSIQUE



La modélisation géophysique: les modèles de réajustement isostatiques (GIA models)

Simule les interdépendances entre (i) fonte des masses glaciaires continentales, (ii) augmentation du volume et redistribution des eaux océaniques et (iii) transferts de masse dans la terre interne



Approche itérative

L'exemple de « l'énigme Brest-Newlyn »

- Deux régions situées en périphérie du complexe glaciaire Nord-Européen
 - Positions avancées sur la plate-forme continentale
 - Traits géologiques à long terme comparables, sinon identiques

Inlandsis continentaux de l'hémisphère Nord au LGM,
(modèle glaciologique Glac-1B de Tarasov)

Composantes glacio-isostatique (C) et hydro-isostatiques (D)
du niveau marin relatif à 7ka BP

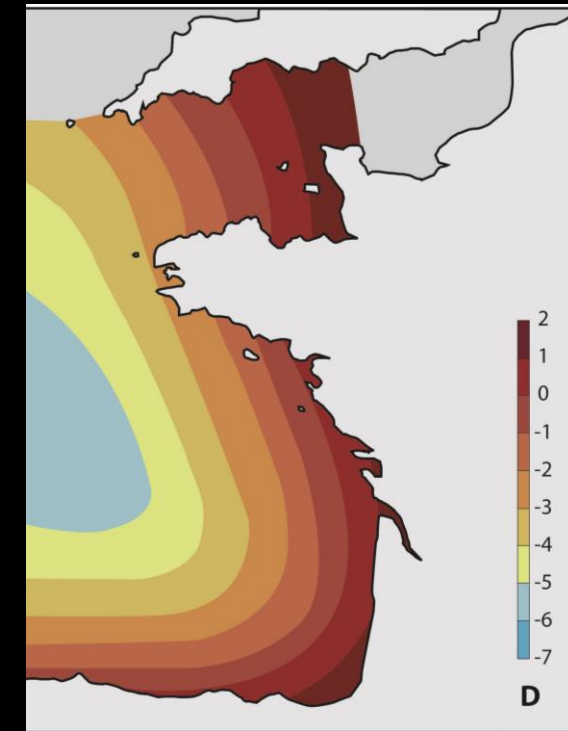
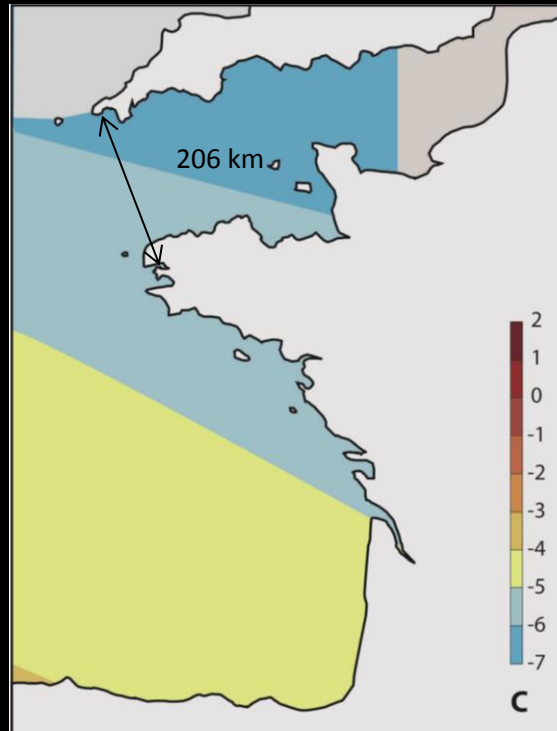
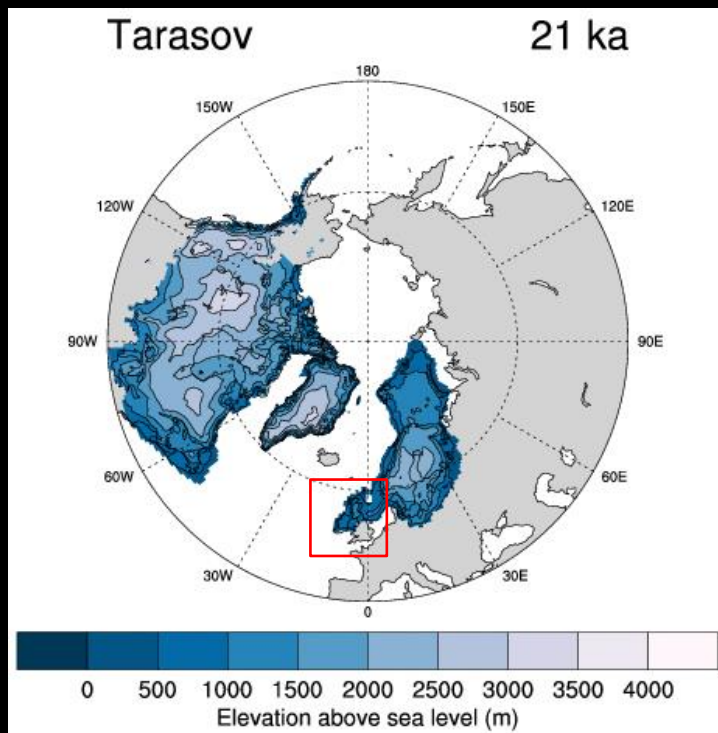
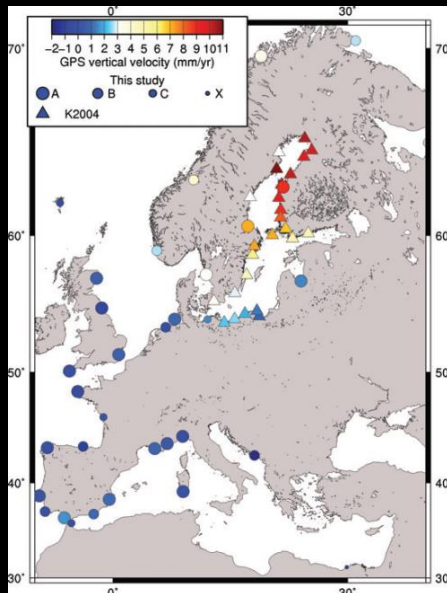
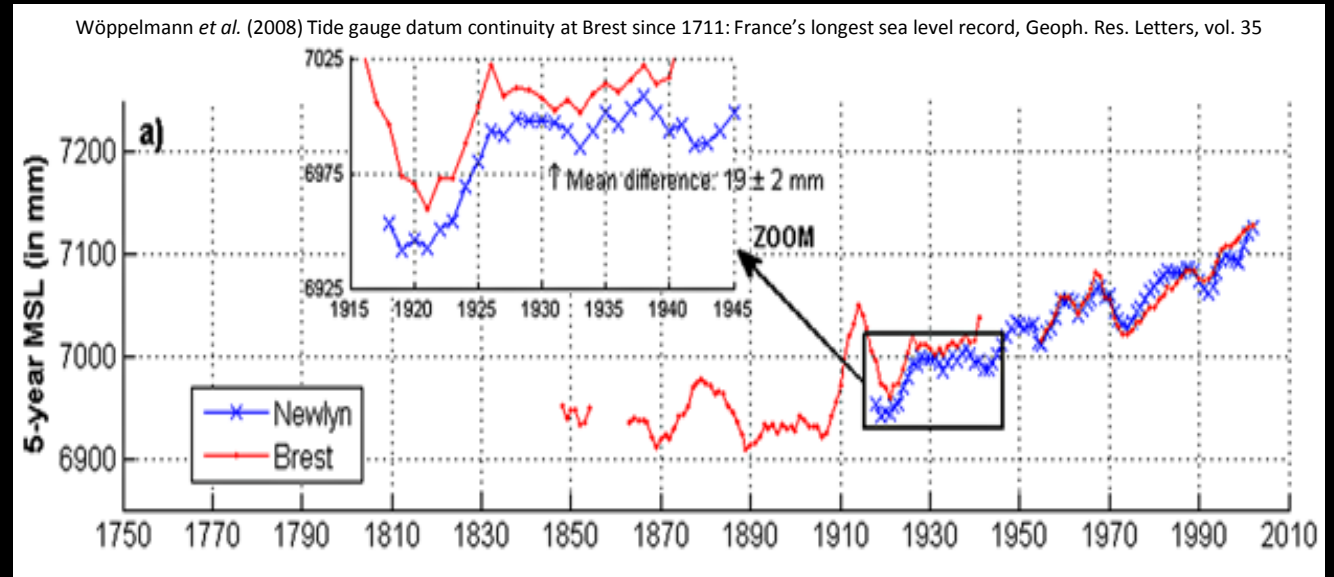
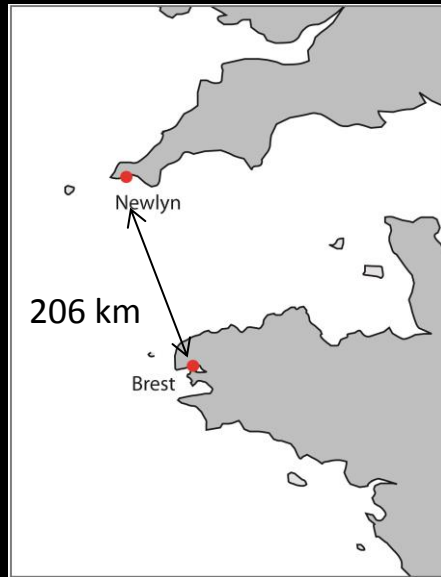


Figure produite par R.Ivanovic, d'après Tarasov *et al.* (2012); Briggs *et al.* (2014), Tarasov *et al.* (*in prep.*), PMIP3 website

D'après modélisations glacio-isostatiques présentées dans Leorri *et al.* (2012). Figures adaptées de Leorri *et al.* (2012)

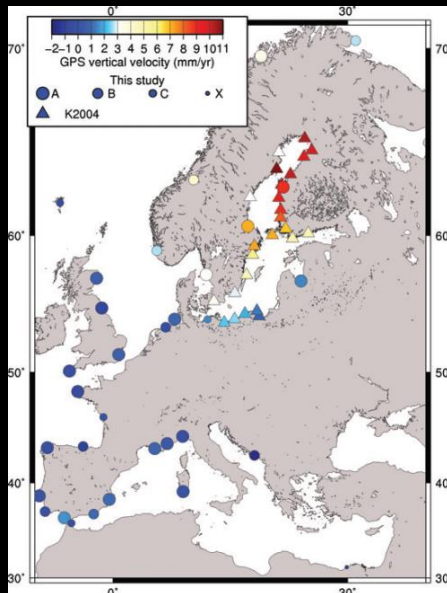
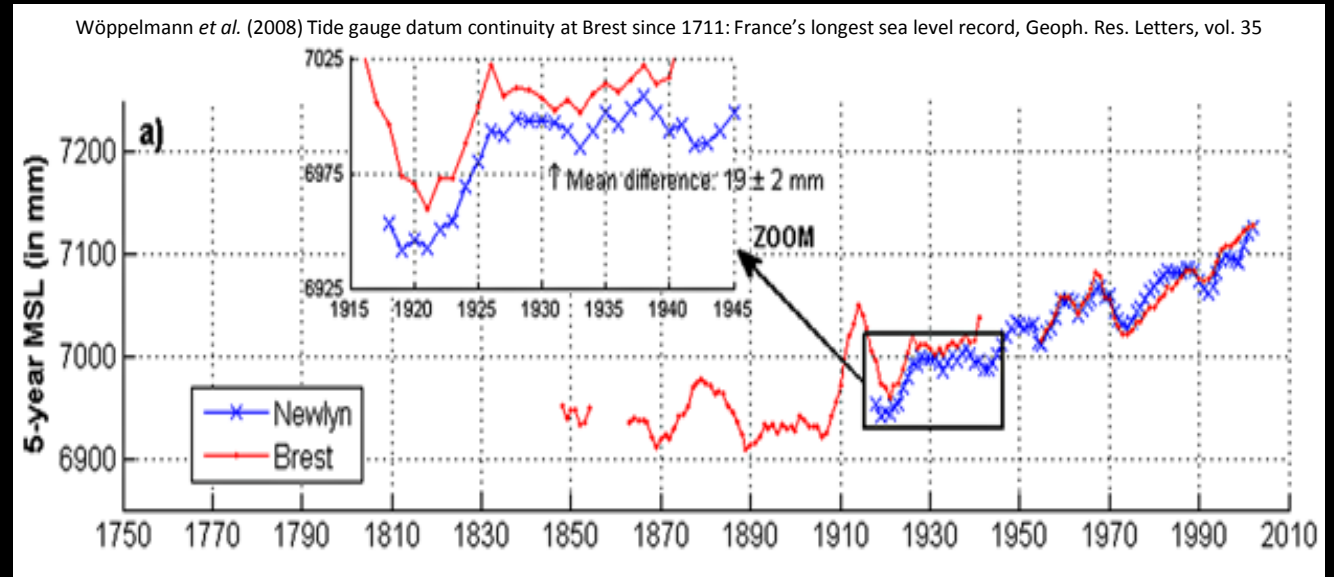
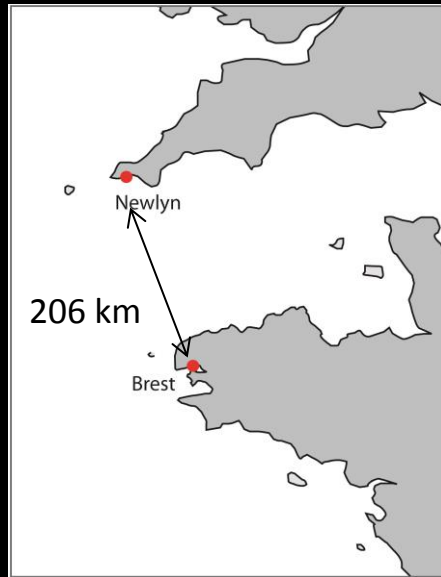
L'exemple de « l'énigme Brest-Newlyn »



Solution GPS	ULR4 (Santamaria-Gomez et al., 2011)
Station	
Newlyn	-0.64 ± 0.23 mm/yr
Brest	-0.67 ± 0.12 mm/yr

Subsidence équivalente:
comment expliquer les
différences d'évolution
du niveau marin?

L'exemple de « l'énigme Brest-Newlyn »



Solution GPS	ULR4 (Santamaria-Gomez et al., 2011)	ULR5 (Santamaria-Gomez et al., 2012)	ULR6a (G. Wöppelmann, <i>comm. pers.</i> , 2016)
Station			
Newlyn	-0.64 ± 0.23 mm/yr	-0.03 ± 0.14 mm/yr	-0.21 ± 0.13 mm/yr
Brest	-0.67 ± 0.12 mm/yr	-1.14 ± 0.12 mm/yr	-0.02 ± 0.11 mm/yr

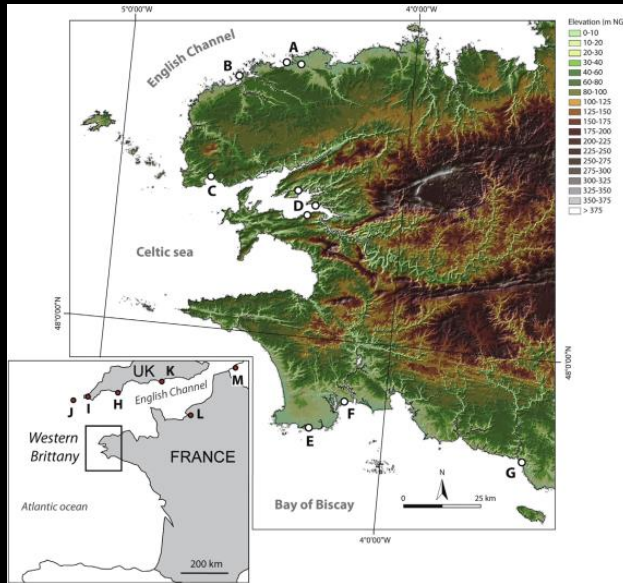
Subsidence équivalente:

Comment expliquer les différences d'évolution du niveau marin?

Subsidence différenciée:

comment expliquer les différences de mouvements verticaux?

Apport des reconstructions holocènes du NMR: Comprendre les dynamiques passées et actuelles

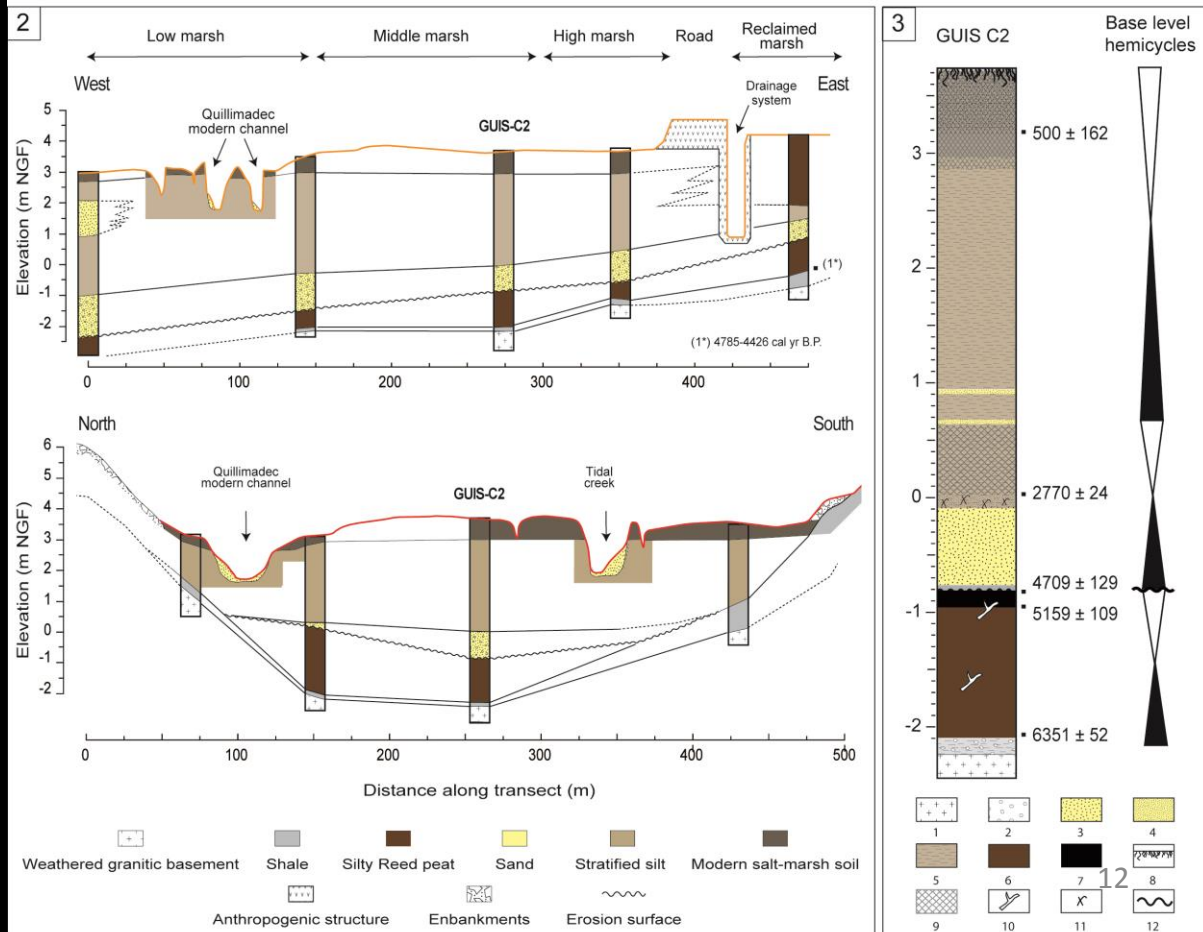


Une ressource:
Les sédiments intertidaux holocènes
conservés dans les stratigraphies
côtières

Proxys:

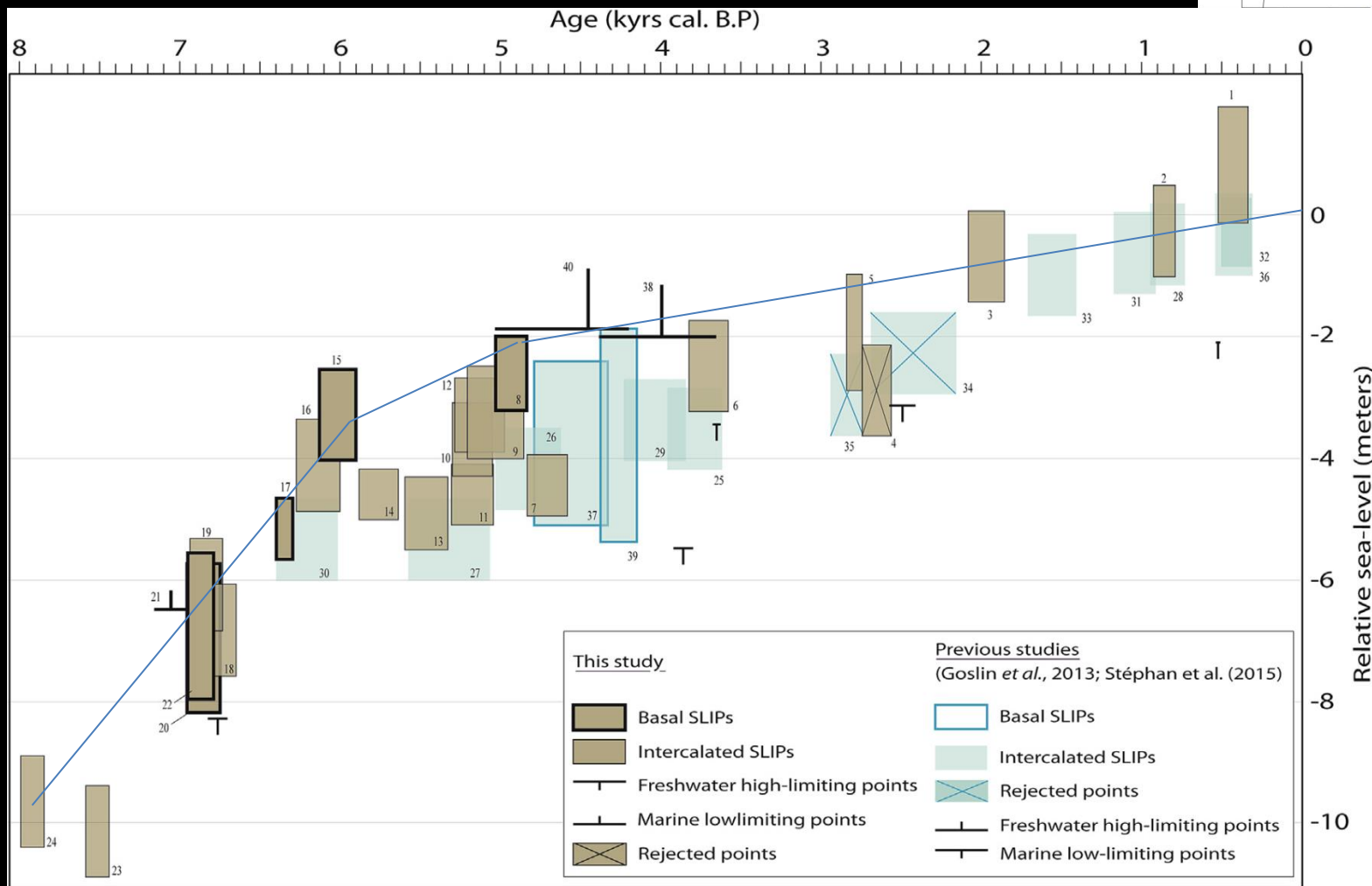
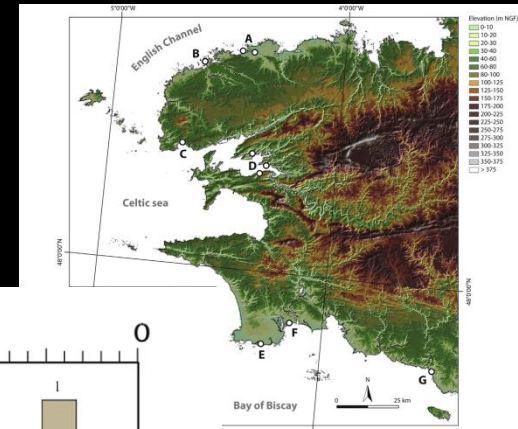
- Microfaune (foraminifères)
- Indicateurs géochimiques

Goslin, J., Van Vliet Lanoë, B., Spada, G., Bradley, S., Tarasov, L., Neill, S., Suanez, S., 2015. A new Holocene relative sea-level curve for western Brittany (France): Insights on isostatic dynamics along the Atlantic coasts of north-western Europe. *Quaternary Science Reviews* 129, 341–365. doi:10.1016/j.quascirev.2015.10.029



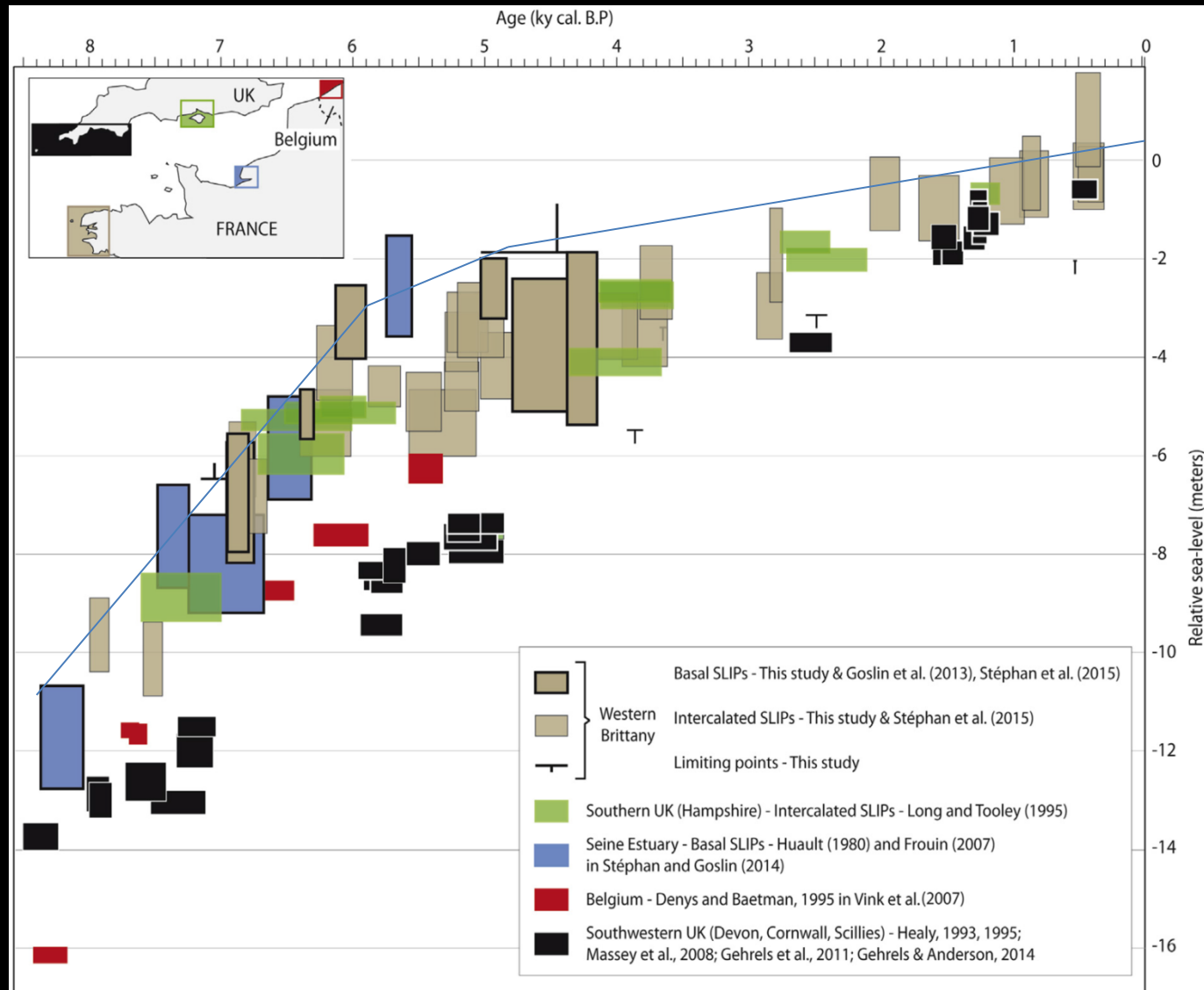
Une remontée du NMR continue sur les 8 derniers millénaires

Baisses franches du rythme de remontée ca. 6 ka *cal* B.P. et 5 ka *cal* B.P.

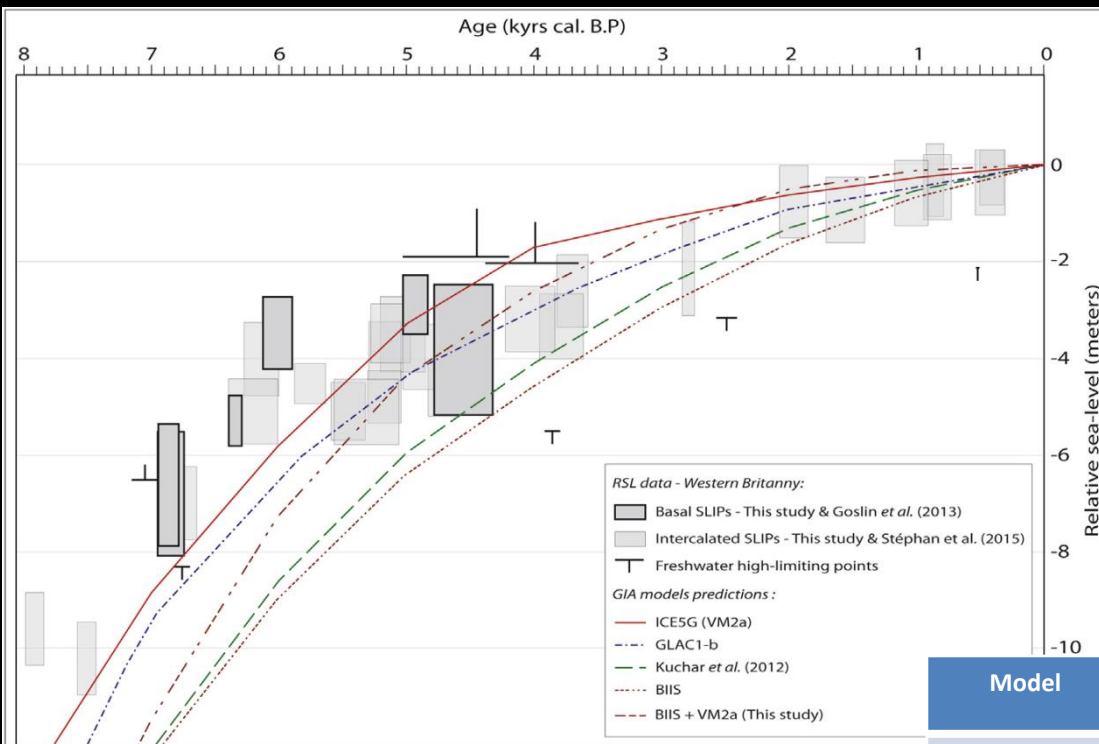


Comparaison régionale : Singularité des enregistrements du sud-ouest de l'Angleterre

Différence Bretagne / SW UK: jusqu'à 4 mètres à 7 ky B.P.



Comparaison données / modèles : quels apports?



RESULTATS:

Schéma général cohérent : validité du rythme de la remontée eustatique

MAIS

Larges différences données modèles

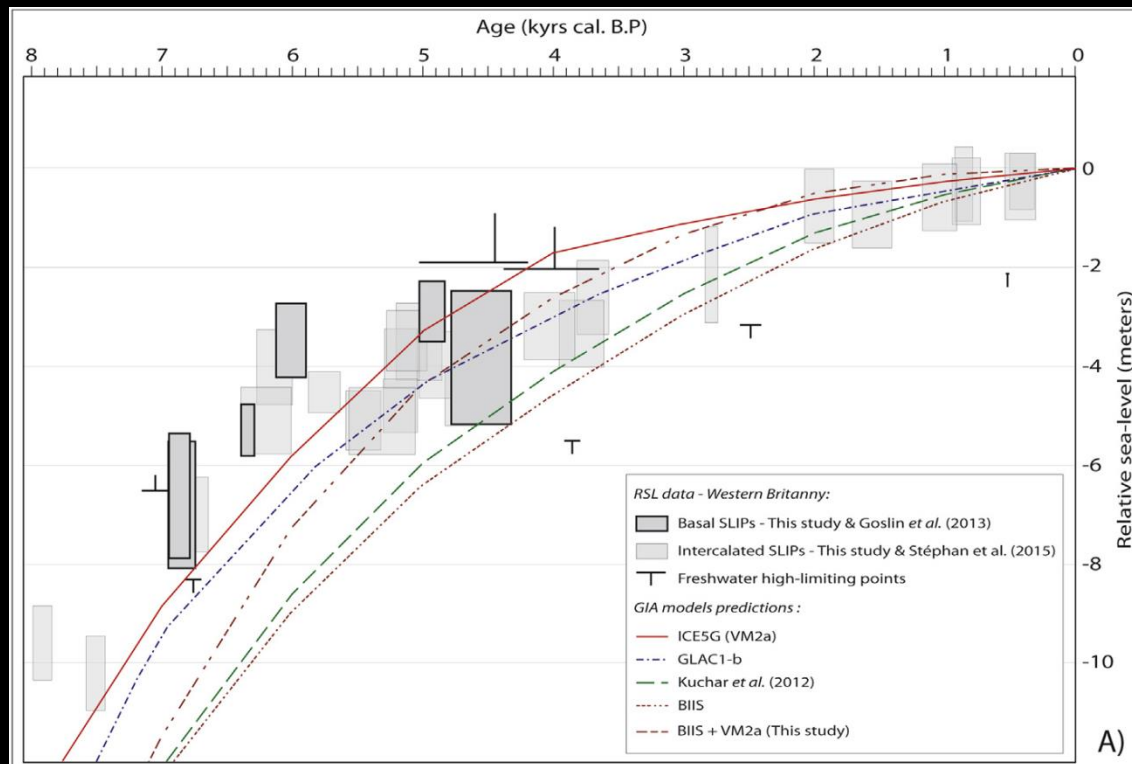
DIFFERENTS MODÈLES:

- Modèles « globaux » et « régionaux »
- Histoires glaciologiques variées
- Pools de paramètres rhéologiques variés

Model	ICE-5G VM2	Glac-1B	BIIS	Kuchar
Ice-model	ICE-5G	Updated ICE-5G	Brooks et al. (2008) + BRAD15	Hubbard et al. (2009) + BRAD15
Lithosphere thickness	90 km	60 km	71 km	71 km
Low viscosity layer	-	40 km	-	-
Upper Mantle viscosity (Pa.s)	$0.5 \cdot 10^{21}$	$0.5 \cdot 10^{21}$	$0.5 \cdot 10^{21}$	$0.3 \cdot 10^{21}$
Lower Mantle viscosity (Pa.s)	$27 \cdot 10^{21}$	$16 \cdot 10^{22}$	$30 \cdot 10^{21}$	$20 \cdot 10^{21}$
Subsidence for the last 1ka	-0,28mm/yr	-0.5mm/yr	-0.72mm/yr	-0.54mm/yr

LES MODELES REGIONAUX

Des modèles calibrés pour traduire au mieux l'évolution du NMR dans les Iles Britanniques

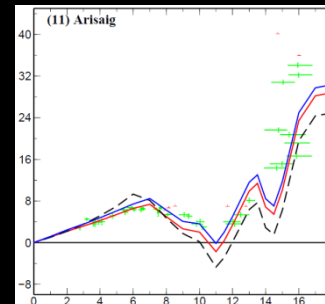
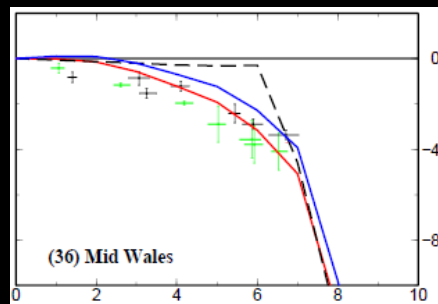
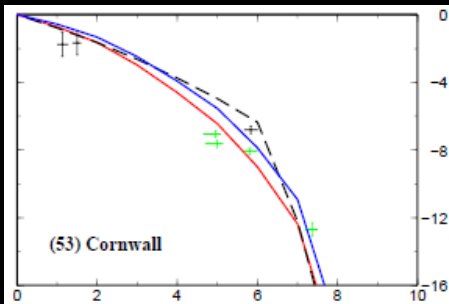
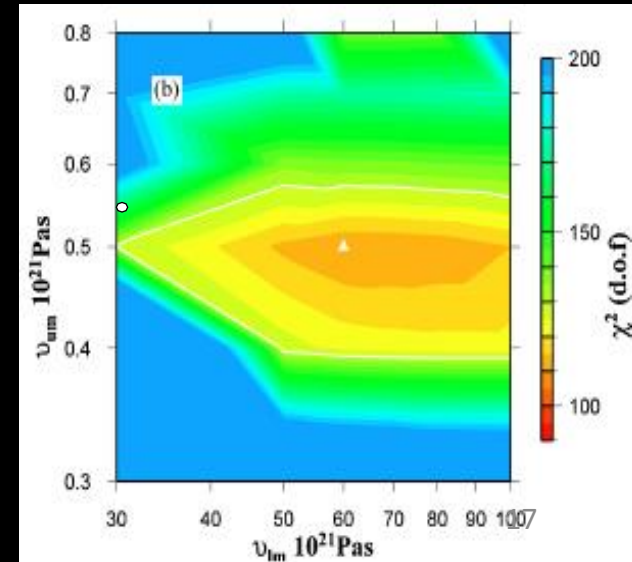
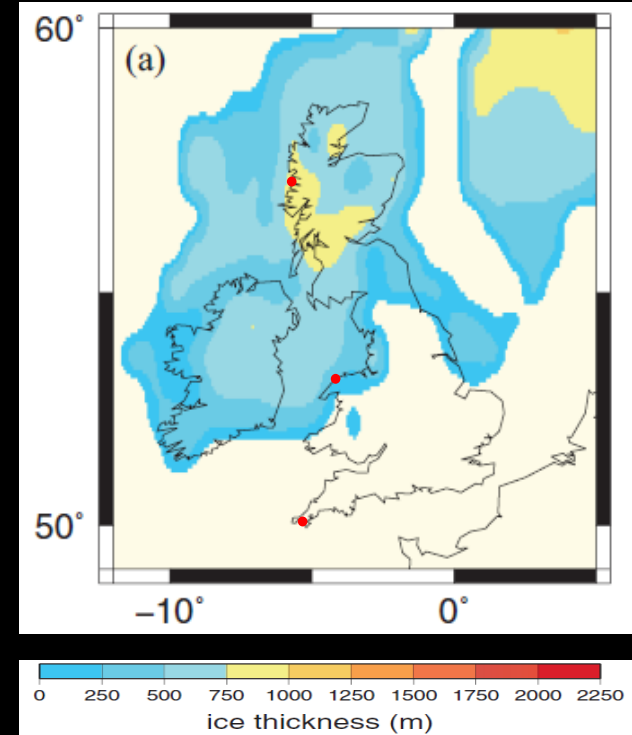
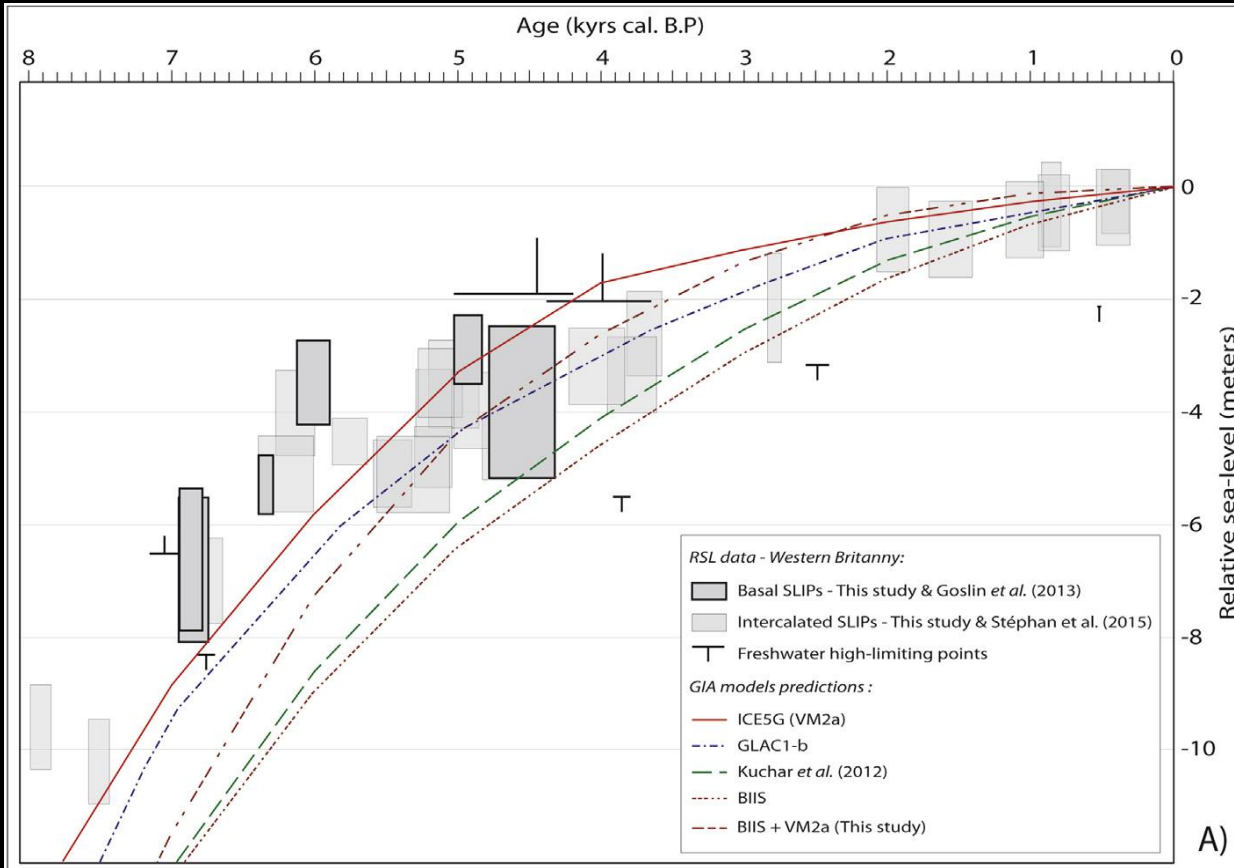


A)



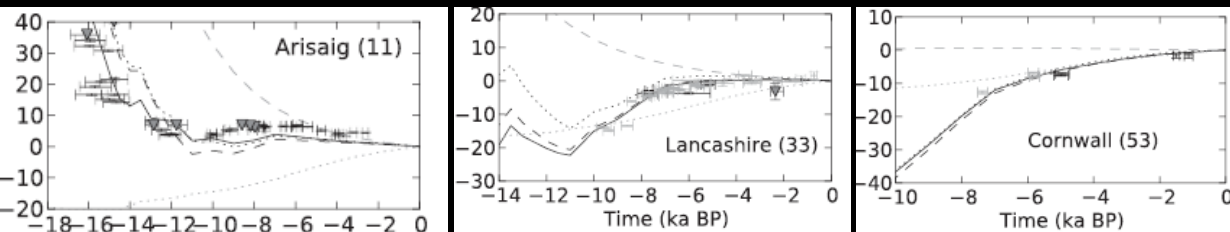
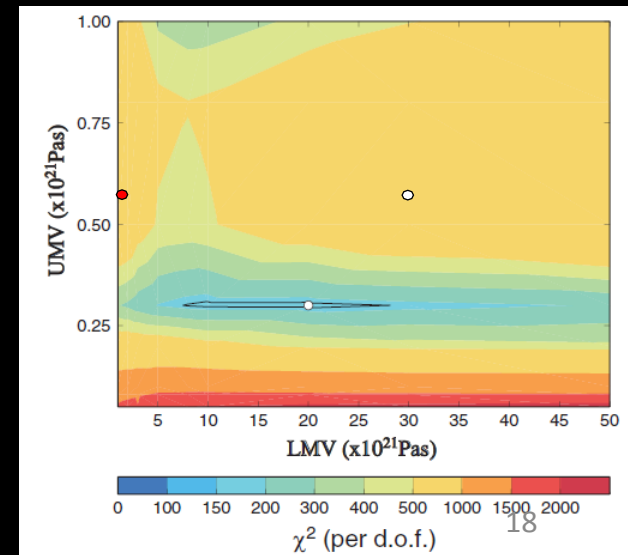
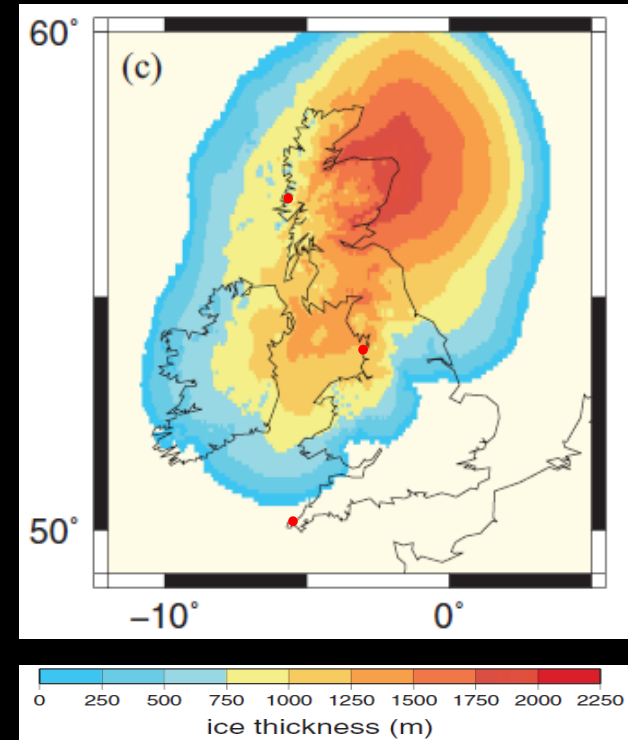
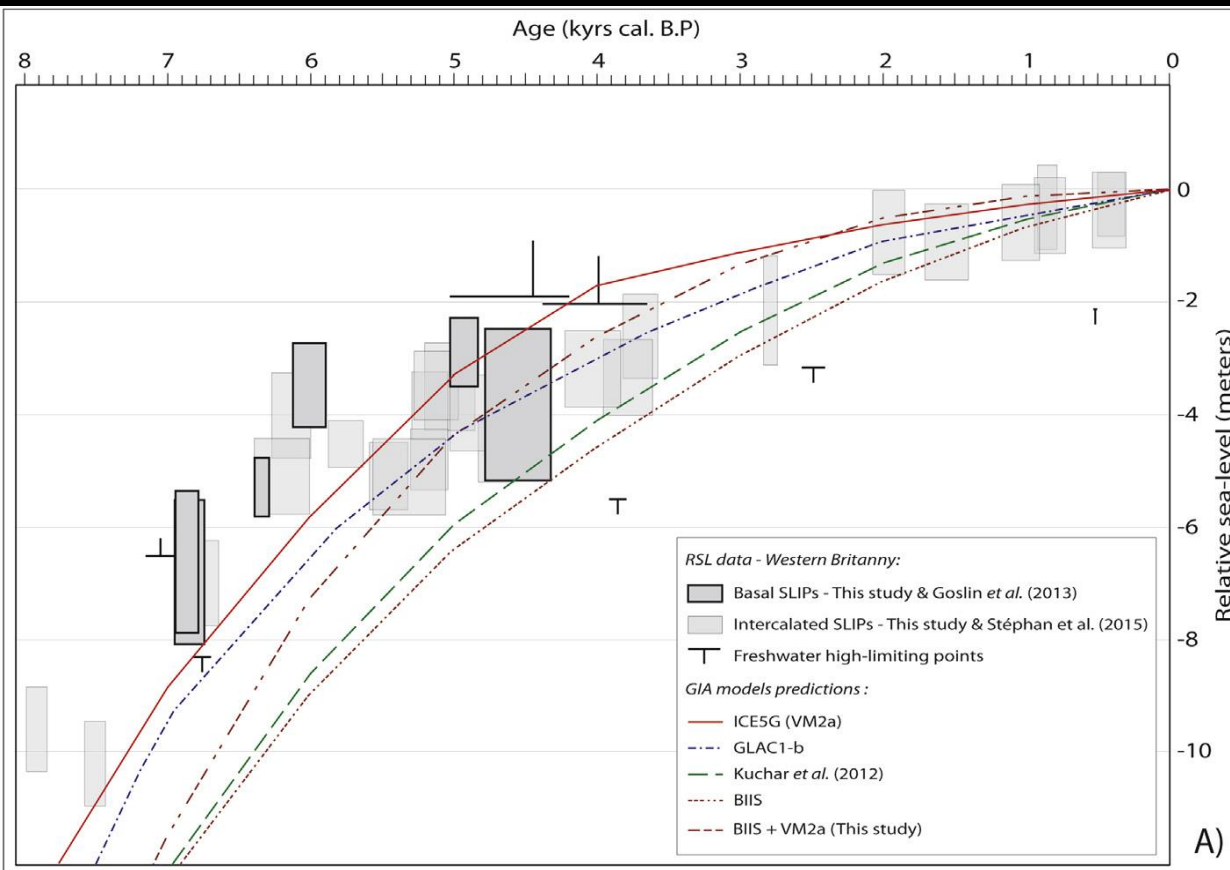
Comparaison données / modèles : quels apports?

Modèle BIIS : (Bradley et al., 2009, 2011)



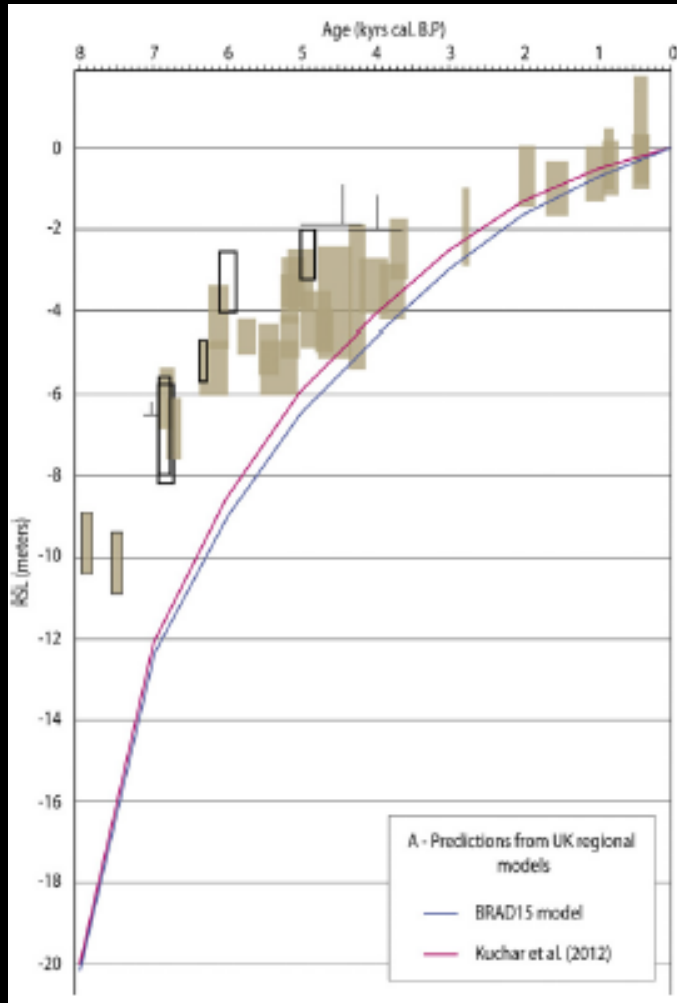
Comparaison données / modèles : quels apports?

Modèle de Kuchar et al. (2012) :
Modèle de Bradley et al. (2011) + Hubbard et al. (2009)

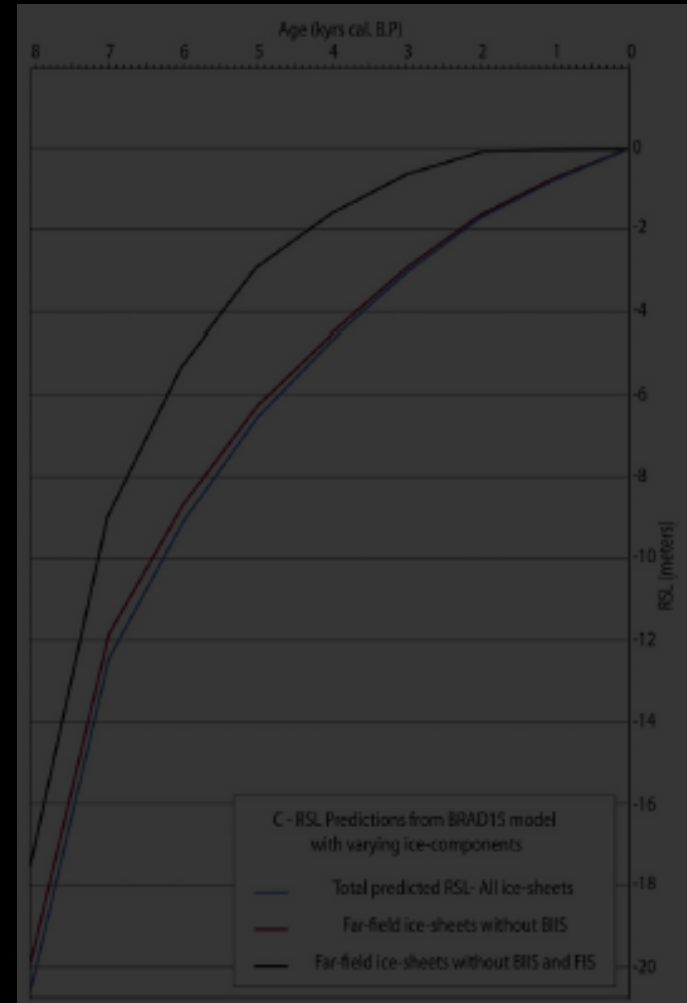


L'ORIGINE DES DIFFERENCES DONNES / MODELES: Quelle influence des différents modèles glaciologiques?

Impact négligeable de la calotte Britannique

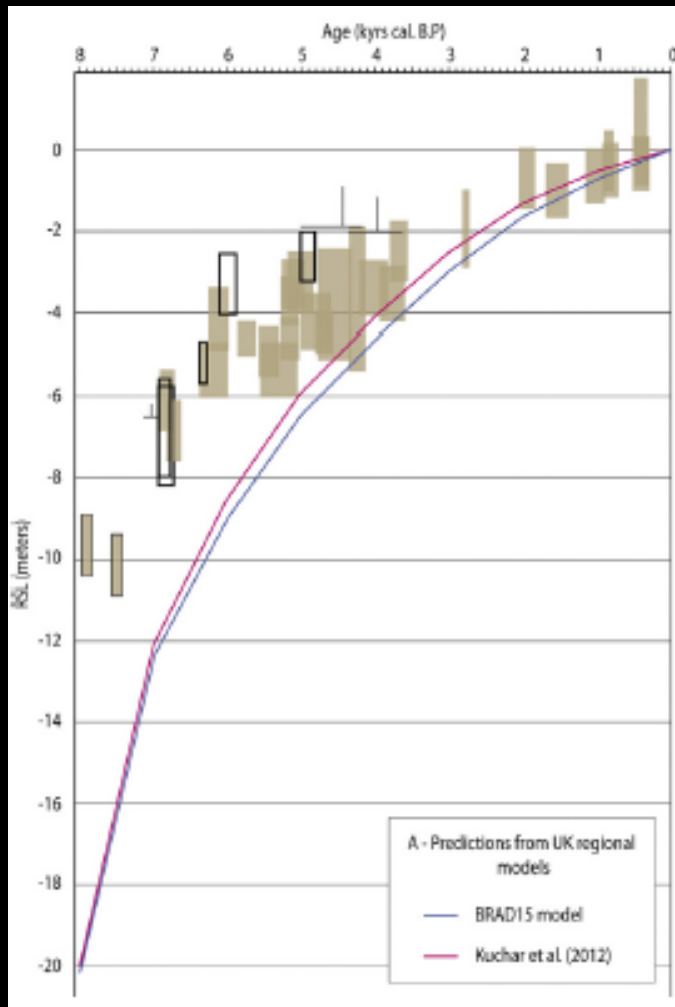


Rôle majeur du complexe Fennoscandien

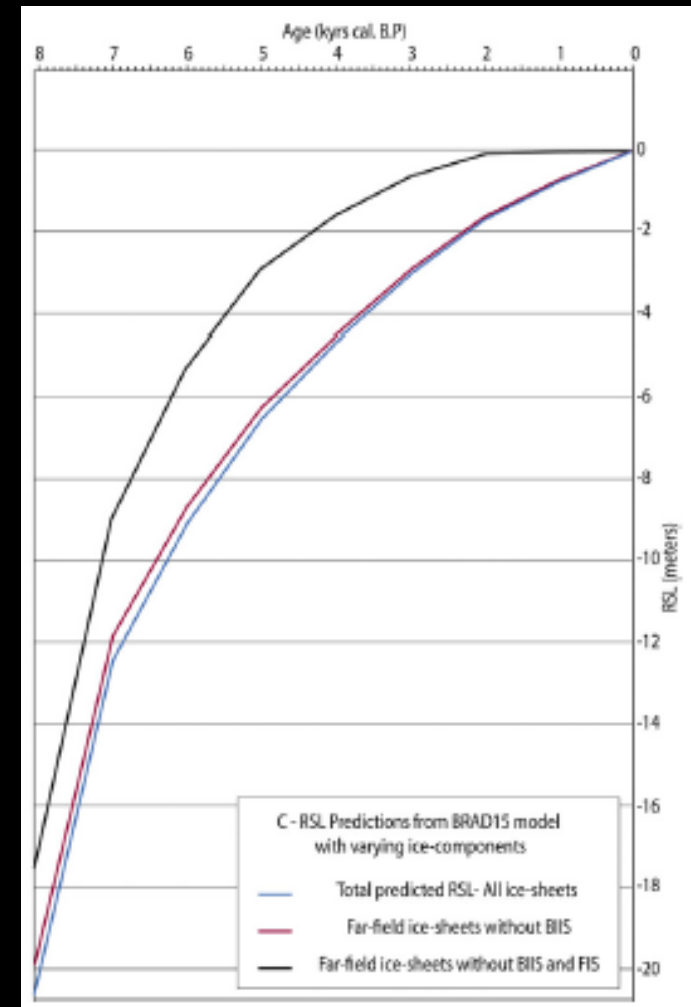


L'ORIGINE DES DIFFERENCES DONNES / MODELES: Quelle influence des différents modèles glaciologiques?

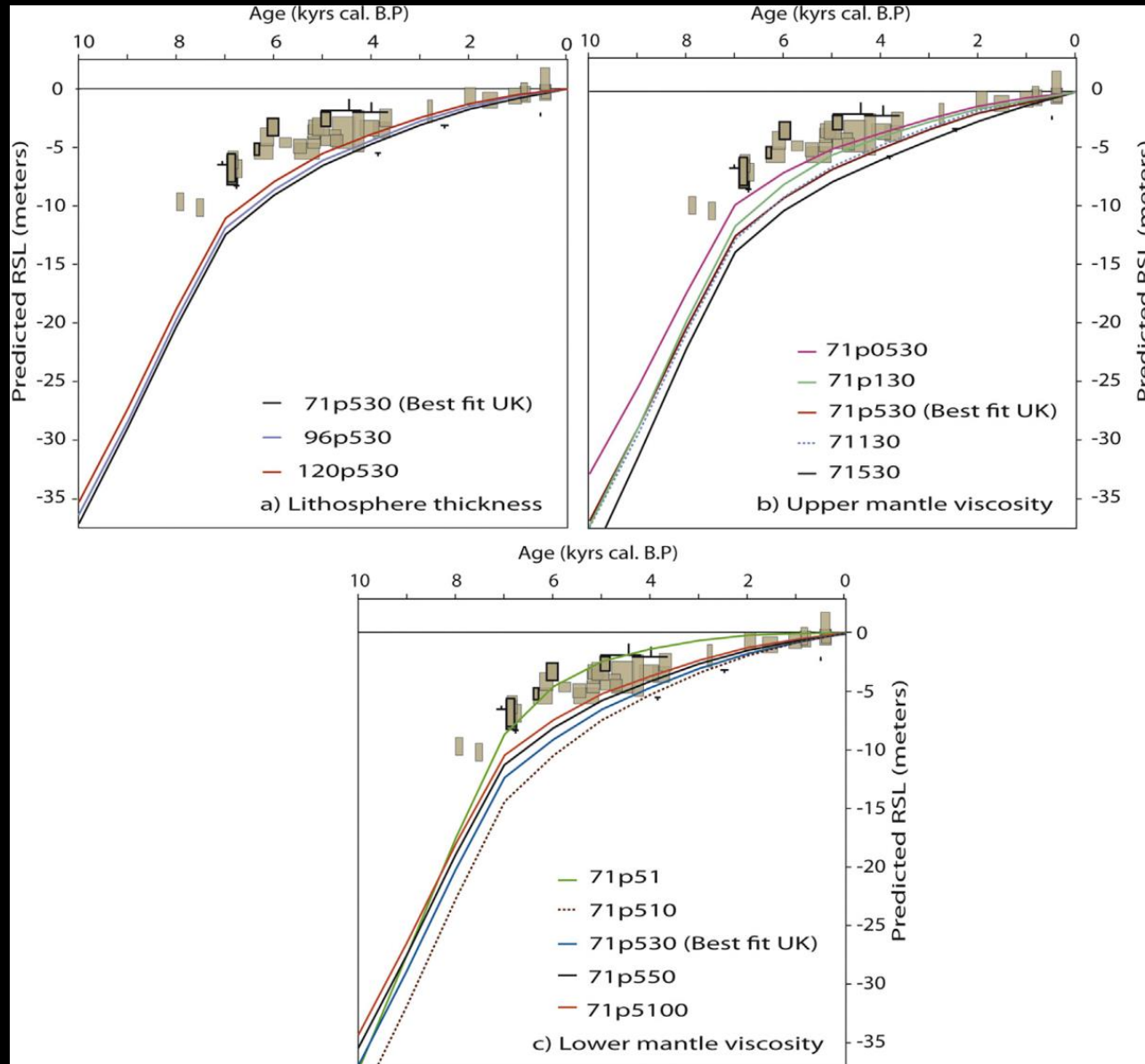
Impact négligeable de la calotte Britannique



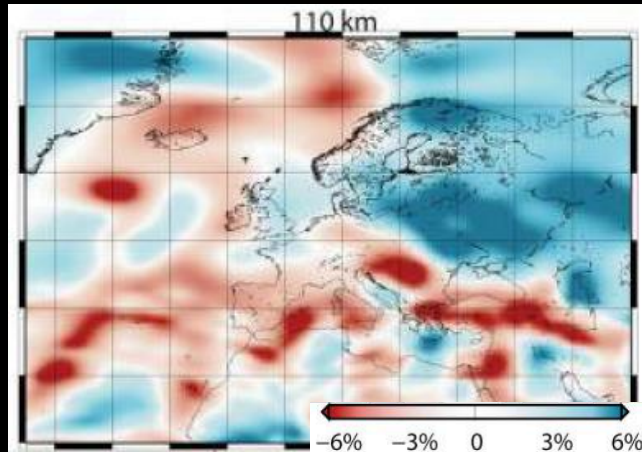
Rôle majeur du complexe Fennoscandien



L'ORIGINE DES DIFFERENCES DONNES / MODELES: Quelle influence des paramètres rhéologiques?



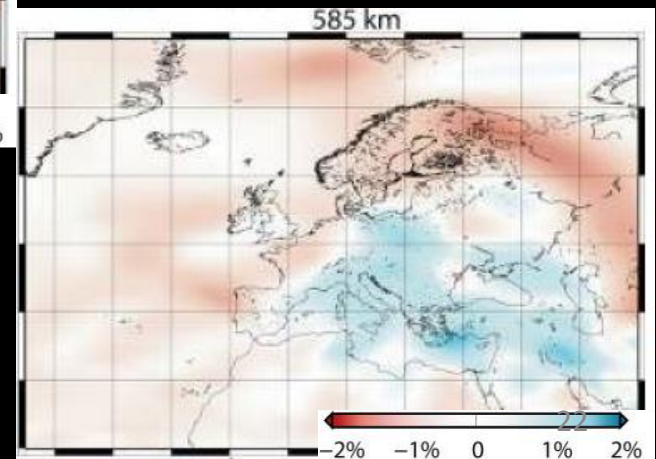
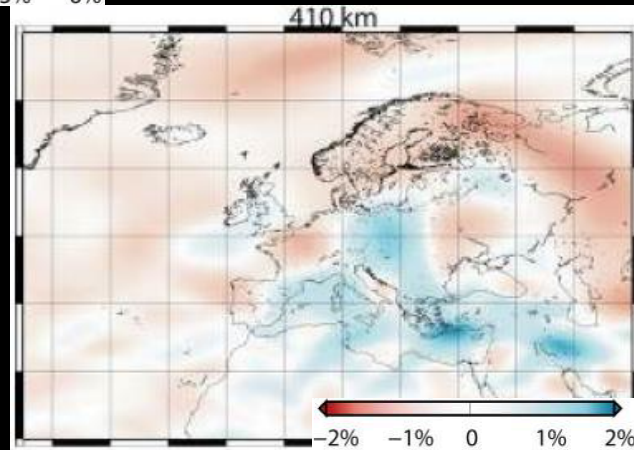
L'ORIGINE DES DIFFERENCES DONNES / MODELES: Quelle influence des paramètres rhéologiques?



TOMOGRAPHIE SISMIQUE:

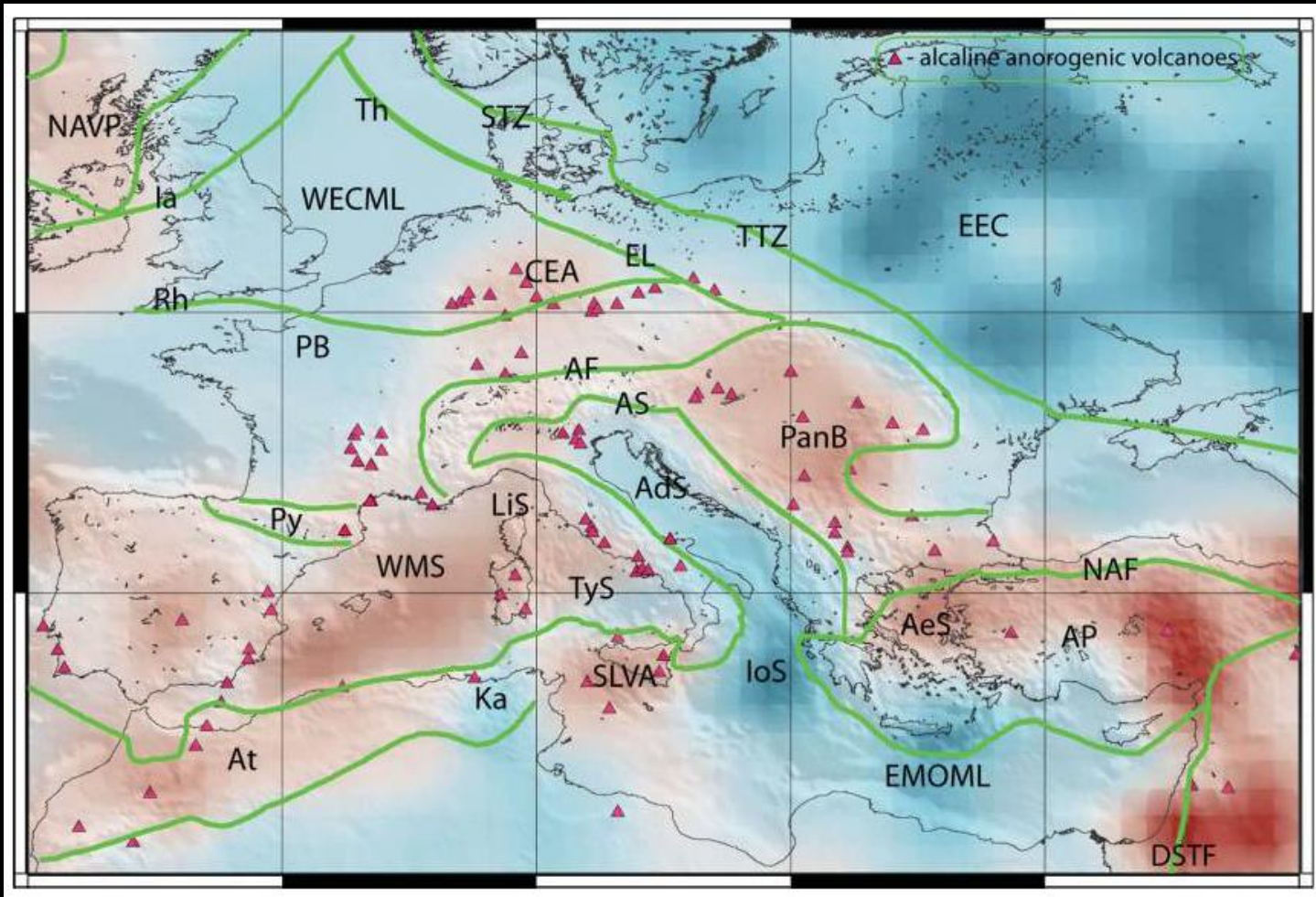
MISE EN EVIDENCE DE VARIATIONS IMPORTANTES DE VITESSE
DES ONDES « S » DANS LE MANTEAU

➤ Variations de viscosité?



L'ORIGINE DES DIFFERENCES DONNES / MODELES: Quelle influence des paramètres rhéologiques?

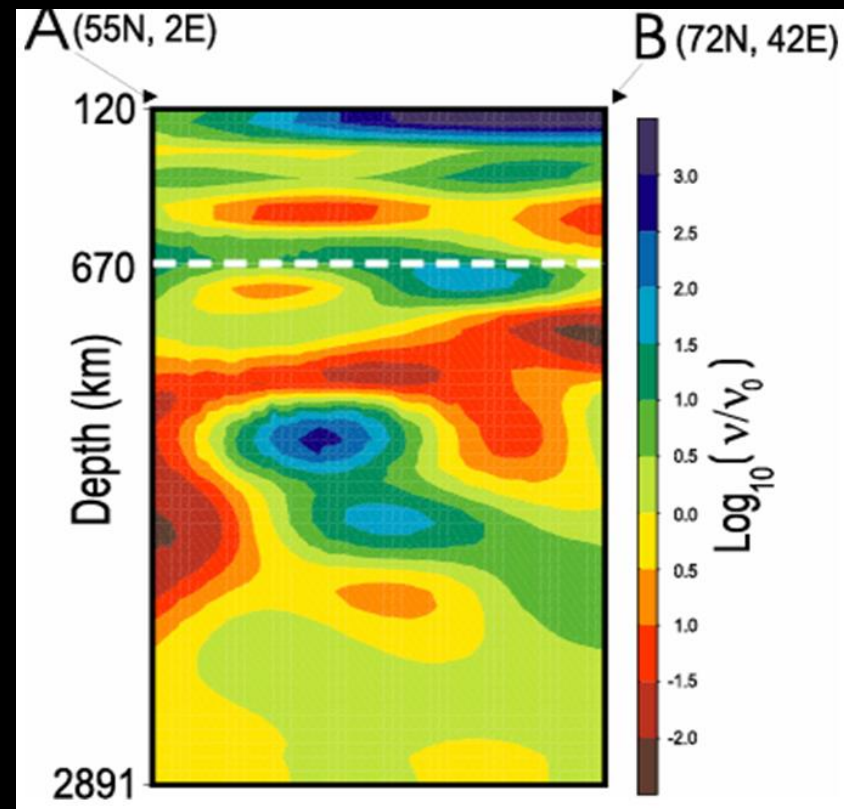
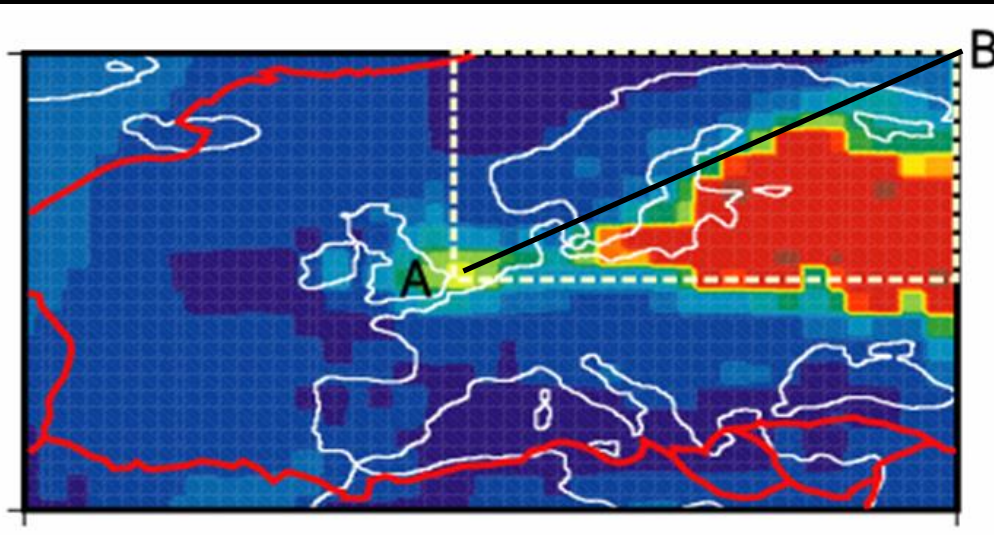
LA POSSIBLE INFLUENCE D'UNE STRUCTURE ANCIENNE: LA SUTURE RHEIQUE



L'ORIGINE DES DIFFERENCES DONNES / MODELES: Quelle influence des paramètres rhéologiques?

FUTUR: EXPLORER LES VARIATIONS LATERALES DE VISCOSITE DU MANTEAU

Les modèles « 3D »



NECESSITE : OBTENIR UN MAXIMUM DE DONNEES SUR LES NIVEAU MARINS PASSES

1) AMELIORER NOTRE CONNAISSANCE SPATIALE ET TEMPORELLE DES DYNAMIQUES PASSEES:

- Accroître notre capacité de prédiction
- Améliorer notre compréhension des dynamiques de la Terre interne et superficielle

2) AMELIORER LA REPRESENTATIVITE DES MODELES:

- Parfaire les modèles glaciologiques
- Calibrer les observations de gravimétrie spatiale

**3) PARFAIRE NOTRE CONNAISSANCE DES REACTIONS PASSEES
DES SYSTEMES SEDIMENTAIRES AUX VARIATIONS DU NIVEAU MARIN**

NECESSITE : OBTENIR UN MAXIMUM DE DONNEES SUR LES NIVEAU MARINS PASSES

1) AMELIORER NOTRE CONNAISSANCE SPATIALE ET TEMPORELLE DES DYNAMIQUES PASSEES:

- Accroître notre capacité de prédiction
- Améliorer notre compréhension des dynamiques de la Terre interne et superficielle

2) AMELIORER LA REPRESENTATIVITE DES MODELES:

- Parfaire les modèles glaciologiques
- Calibrer les observations de gravimétrie spatiale

**3) PARFAIRE NOTRE CONNAISSANCE DES REACTIONS PASSEES
DES SYSTEMES SEDIMENTAIRES AUX VARIATIONS DU NIVEAU MARIN**

NECESSITE : OBTENIR UN MAXIMUM DE DONNEES SUR LES NIVEAU MARINS PASSES

1) AMELIORER NOTRE CONNAISSANCE SPATIALE ET TEMPORELLE DES DYNAMIQUES PASSEES:

- Accroître notre capacité de prédiction
- Améliorer notre compréhension des dynamiques de la Terre interne et superficielle

2) AMELIORER LA REPRESENTATIVITE DES MODELES:

- Parfaire les modèles glaciologiques
- Calibrer les observations de gravimétrie spatiale

**3) PARFAIRE NOTRE CONNAISSANCE DES REACTIONS PASSEES
DES SYSTEMES SEDIMENTAIRES AUX VARIATIONS DU NIVEAU MARIN**