

La campagne Gravimob 2016

Test d'un prototype de gravimètre sous-marin pour AUV

le cnam
GeF

José Cali
Clément Roussel
Jérôme Verdun
Dinh Toan Vu

Europe et Aster^x (Ifremer)




GEO-OCEAN
CNRS - IFREMER - IOD - IOS

Jérôme Ammann
Marcia Maia
Charles Poitou
Dinh Toan Vu


Ifremer

Marie-Edith Bouhier


SHOM L'océan
en référence

Marie-Françoise Lalancette


MAPPEM
G E O P H Y S I C S
G E O P H Y S I C S

Jean-François D'Eu

La campagne Gravimob 2016

Applications de la gravimétrie

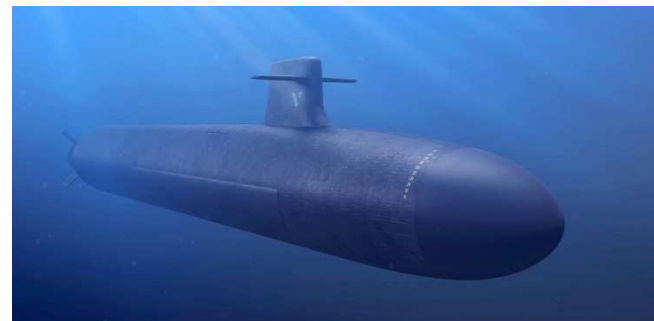


Exploitation des ressources naturelles :

Explorations pétrolières, gazières et minières

Navigation sous-marine / défense :

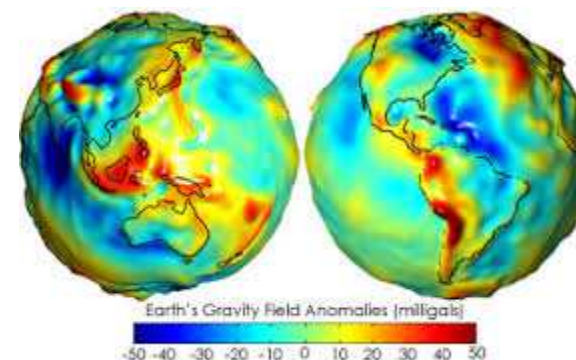
- *Carte de navigation gravimétrique*
- *Correction de la dérive des centrales inertielles*
- *Amélioration du Géoïde côtier*



Recherche fondamentale :

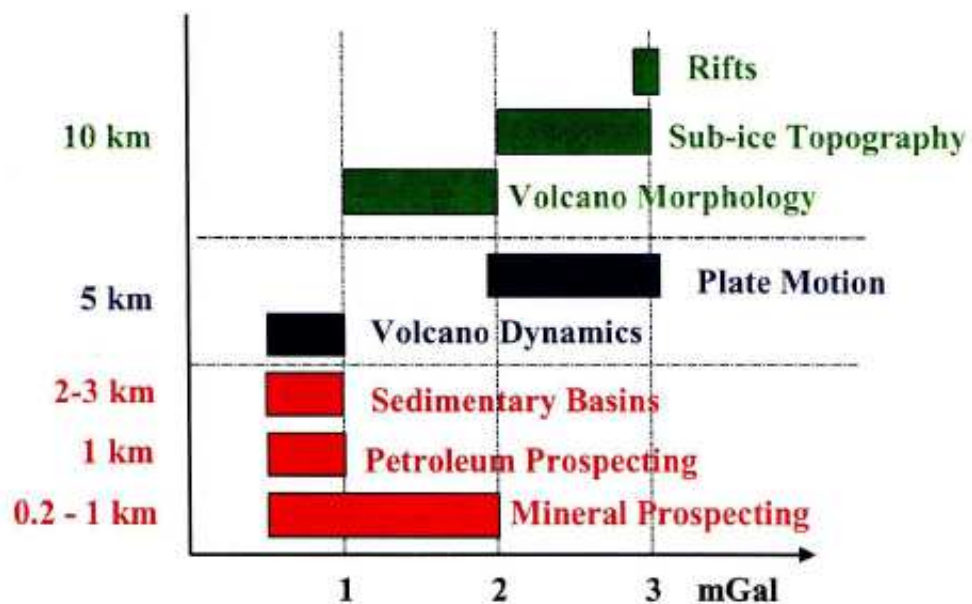
- *Etudes géophysiques*
- *Amélioration des modèles de champ de pesanteur*
- *Détermination et amélioration du **géoïde terrestre***
(Densification des mesures gravimétriques

Développement gravimètre mobile)



La campagne Gravimob 2016

Applications de la gravimétrie



S.L. Kennedy, University of Calgary 2002

$$1 \text{ mGal} = 10^{-5} \text{ ms}^{-2}$$

$$1 \text{ mGal} = 1 \mu\text{g}$$

Géoïde terrestre (cm) :

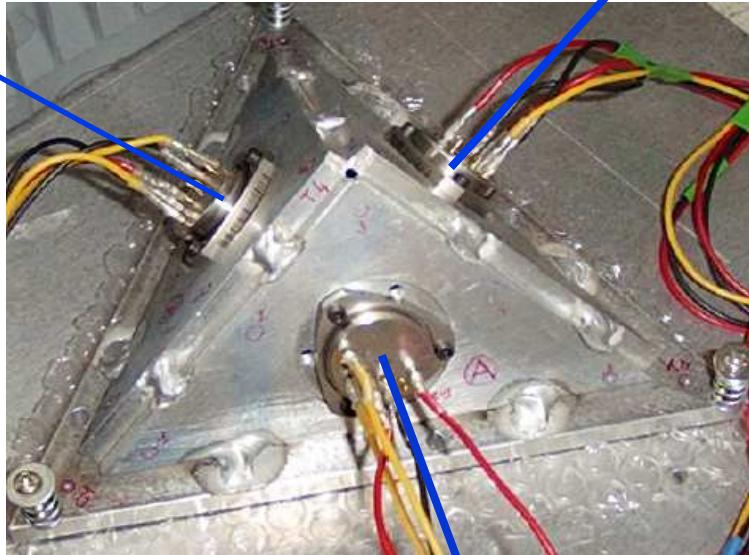
0.1 - 1 mGal / 1- 5 cm

Biais 5 mGal : (36 cm)

Dispersion 5 mGal : (4 cm)

La campagne Gravimob 2016

instrumentation



Repère S

Gravimètre LimoG

**Triade 3 accéléromètres Qflex 3100-20
Honeywell**

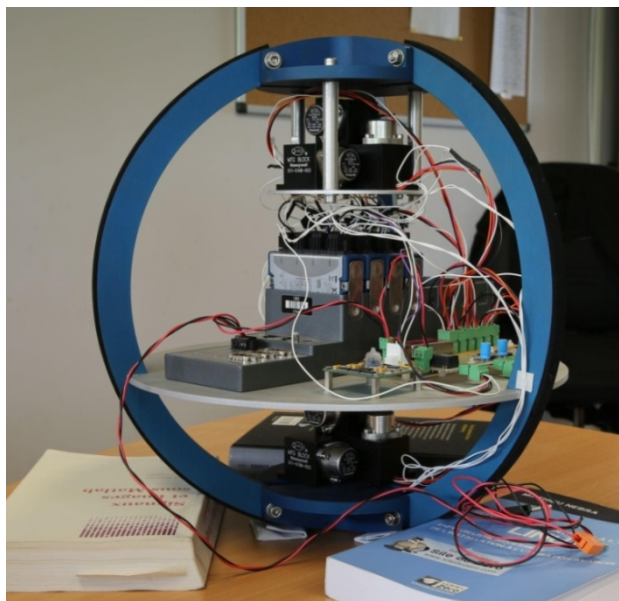
**Capteur inertiel
Technologie « strapdown »**

Performances	
Plage d'entrée	$[-60 \text{ g}, +60 \text{ g}]$
Résolution	$< 1 \mu\text{g}$
Biais	$< 4 \text{ mg}$
Facteur d'échelle	1.20 à 1.46 mA/g
Défaut d'alignement axe sensible	$< 1 \text{ mrad}$
Résistance aux chocs	150 g
Bande passante	$> 300 \text{ Hz}$
Géométrie	
Diamètre	$< 40 \text{ mm}$
Hauteur	$< 25 \text{ mm}$
Poids	$71 \pm 4 \text{ g}$

$$i = Ka^s + \text{biais}$$

La campagne Gravimob 2016

instrumentation



Gravimètre Gravimob

2 Triades 3 Honeywell Qflex 3100-20

National Instruments CompactRio

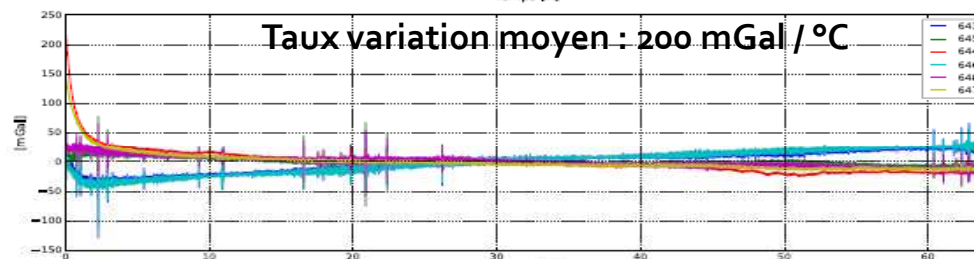
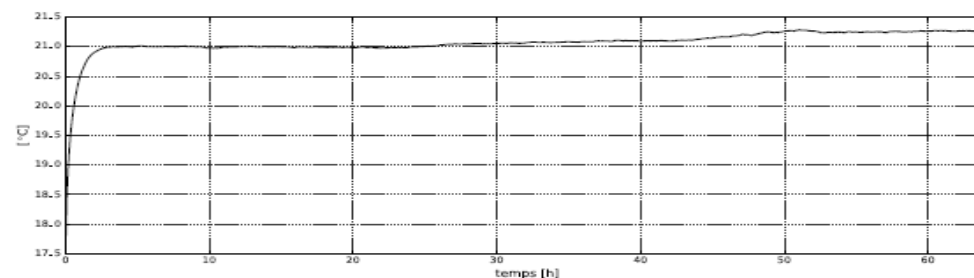
Numériseur 24 bits, 2 Hz

Résolution : 0,02 mGal

Limitation = $\pm g / 5,32$

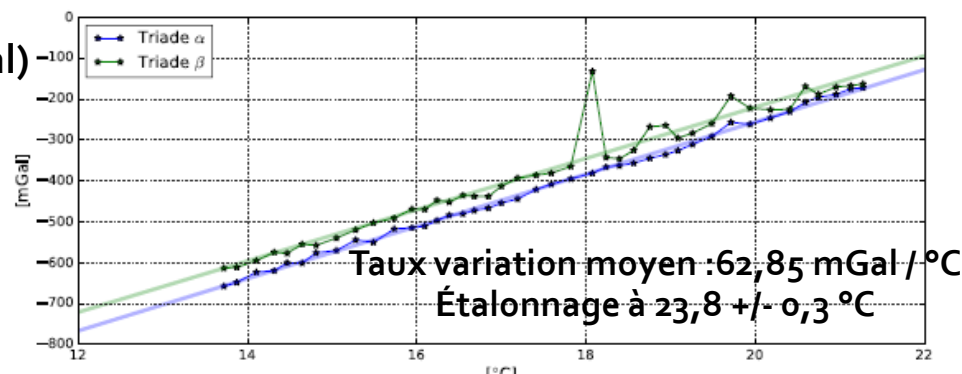
Connectique ethernet : connexion et synchronisation

(°C)



(h)

(mGal)



(°C)

C.Roussel

La campagne Gravimob 2016

instrumentation

Un accéléromètre mesure une **force spécifique**

a^s

Repère inertiel : $a^i = \ddot{X}^i - G^i$

$$G^i = \ddot{X}^i - C_s^i a^s$$

Besoin de 2 capteurs indépendants :

Capteur de position et orientation (gyromètre)

Triade accélérométriques (gravimètre)

Repère terrestre:

$$g^e = C_i^e G^i - \Omega_{ie}^e \Omega_{ie}^e X^e$$

$$\ddot{X}^e + 2\Omega_{ie}^e \dot{X}^e = C_n^e C_b^n C_s^b a^s + C_n^e g^n$$

La campagne Gravimob 2016

instrumentation



En statique :

Accéléromètres : 40 mGal

Attitude : 0,002 ° (25 mGal)

Phins Xblue (données constructeur)

heading : 0,01°

Roll, pitch : 0,01°

With GPS : 3 times better than GPS

With USBL / LBL 3 times better than USBL / LBL

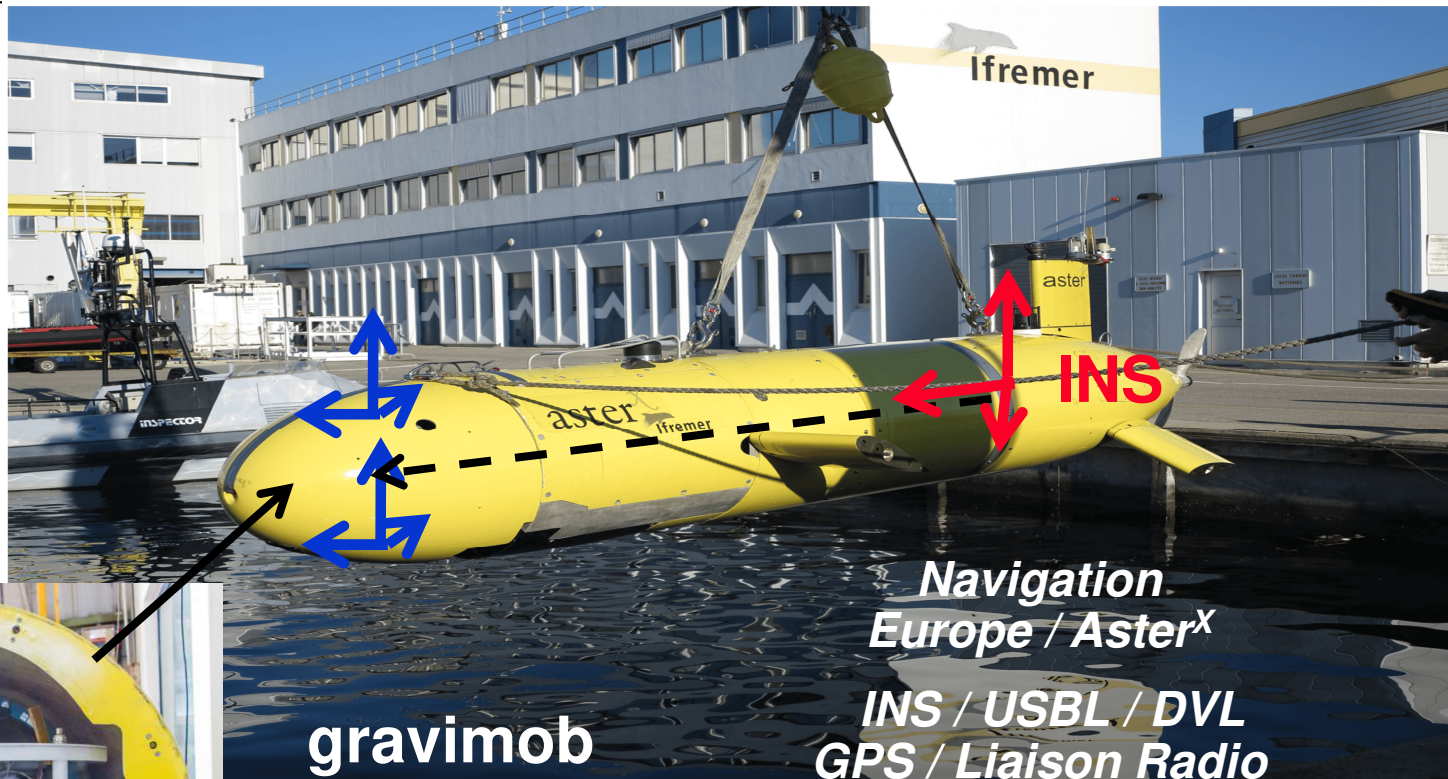
With DVL : 0,1% of traveled distance

No aiding for 2 min / 5 min : 3 m / 20m

Pure inertial mode : 6 nm/h

La campagne Gravimob 2016

instrumentation



gravimob

40 kg

Diam. 43,2 cm

2,5 W

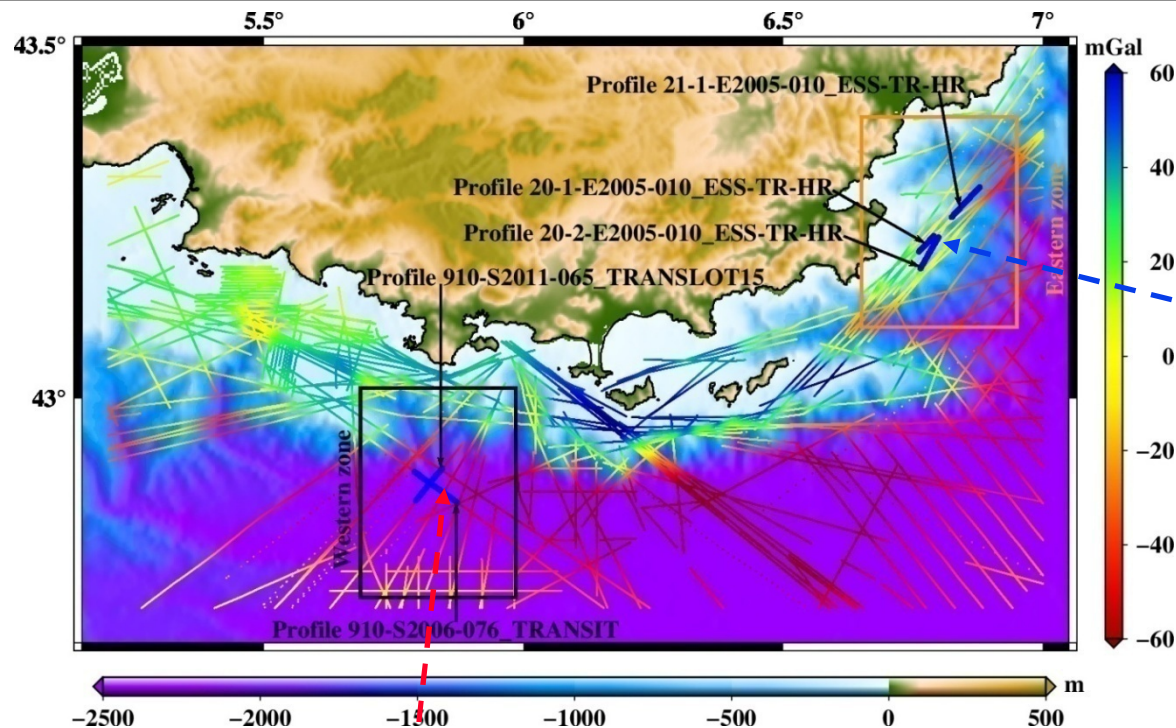
$\sigma_{Est, Nord} : 1 - 2,5 m$
 $\sigma_h = 30 cm$

$\sigma_{heading} 0,02 - 0,05^\circ$
 $\sigma_{roll, pitch} : 0,002 - 0,005^\circ$

C.Roussel

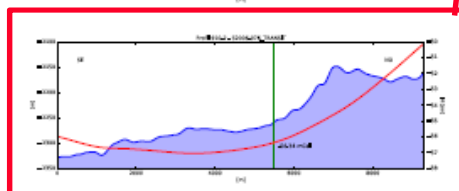
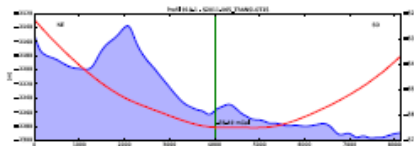
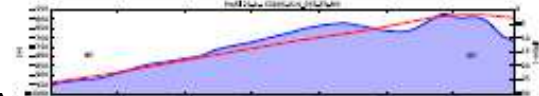
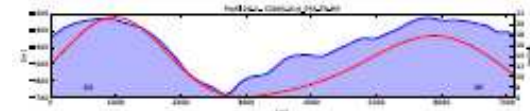
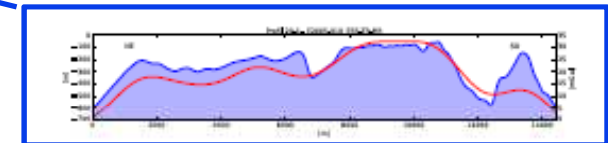
La campagne Gravimob 2016

Le lever



**Profils gravimétriques
SHOM**

**Anomalies de pesanteur
de surface à l'air libre**



26 profils gravimétriques (169 km)

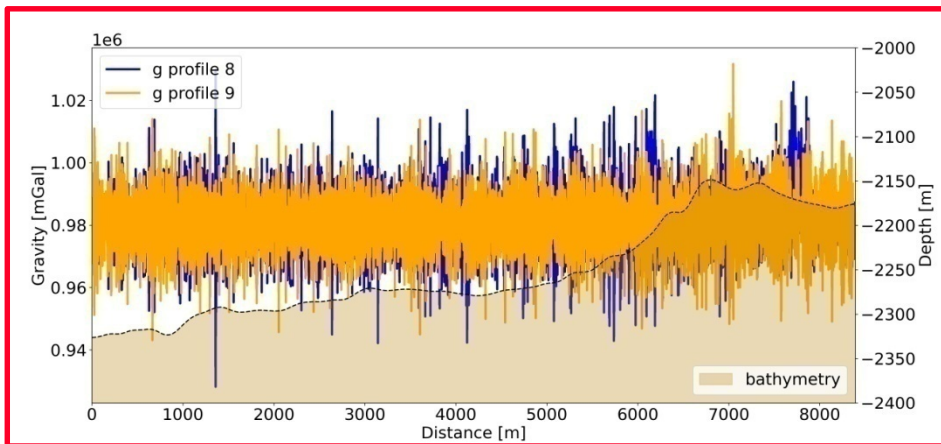
Modes de navigation :

Suivi de topo / immersion constante

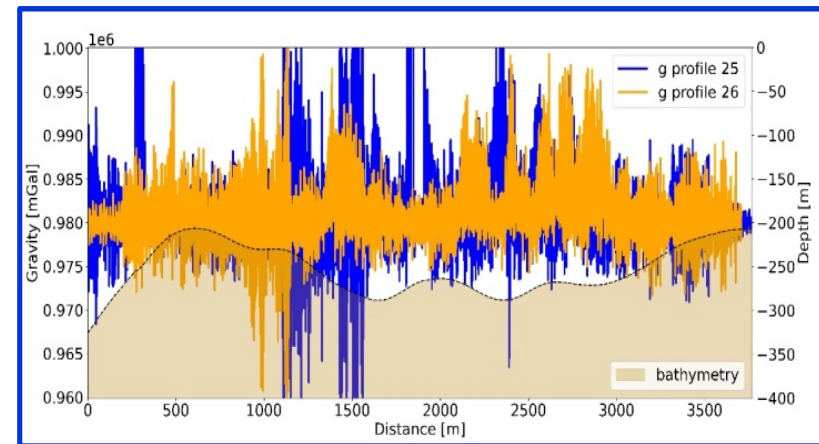
Vitesse moyenne : 1,5 ms⁻¹

La campagne Gravimob 2016

Le traitement

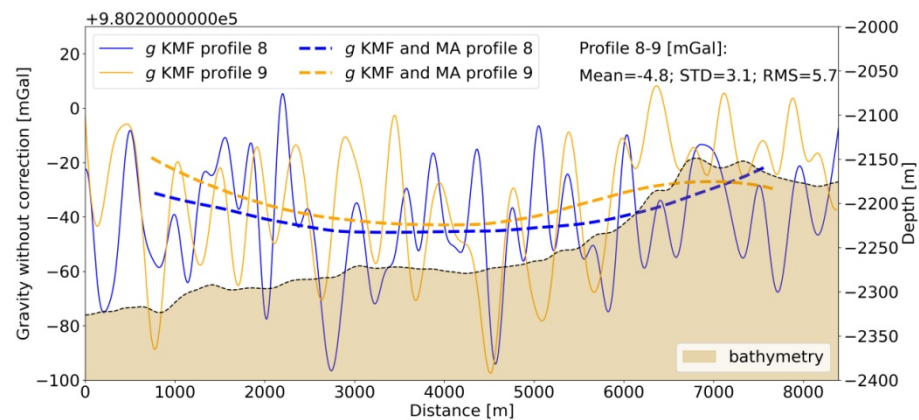


Profils 8 et 9
Immersion constante : -1900 m

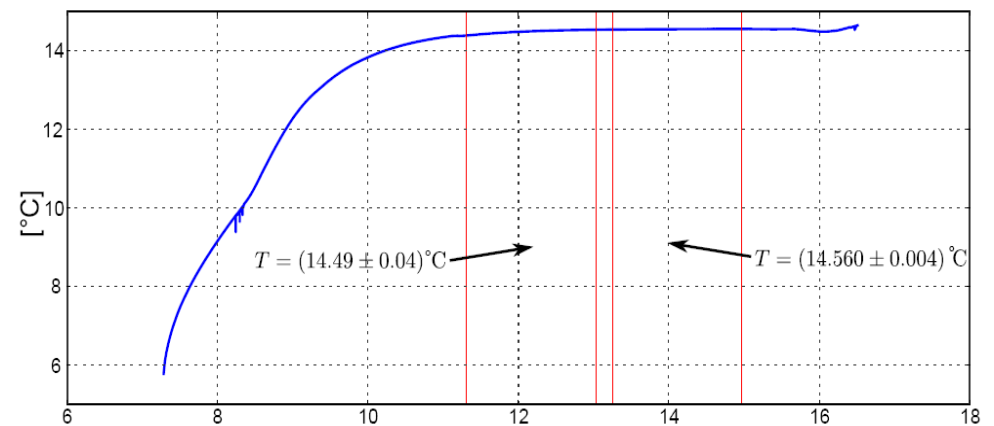


Profils 25 et 26
Immersion constante : -80 m

Besoin de filtrer
Filtre de Kalman
Filtre à moyenne mobile

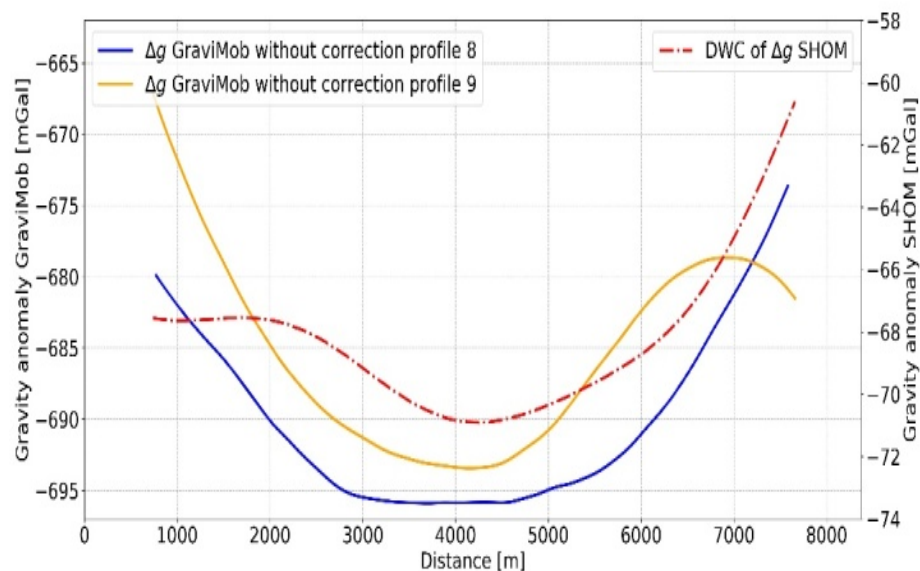


D. T. Vu



La campagne Gravimob 2016

Le traitement

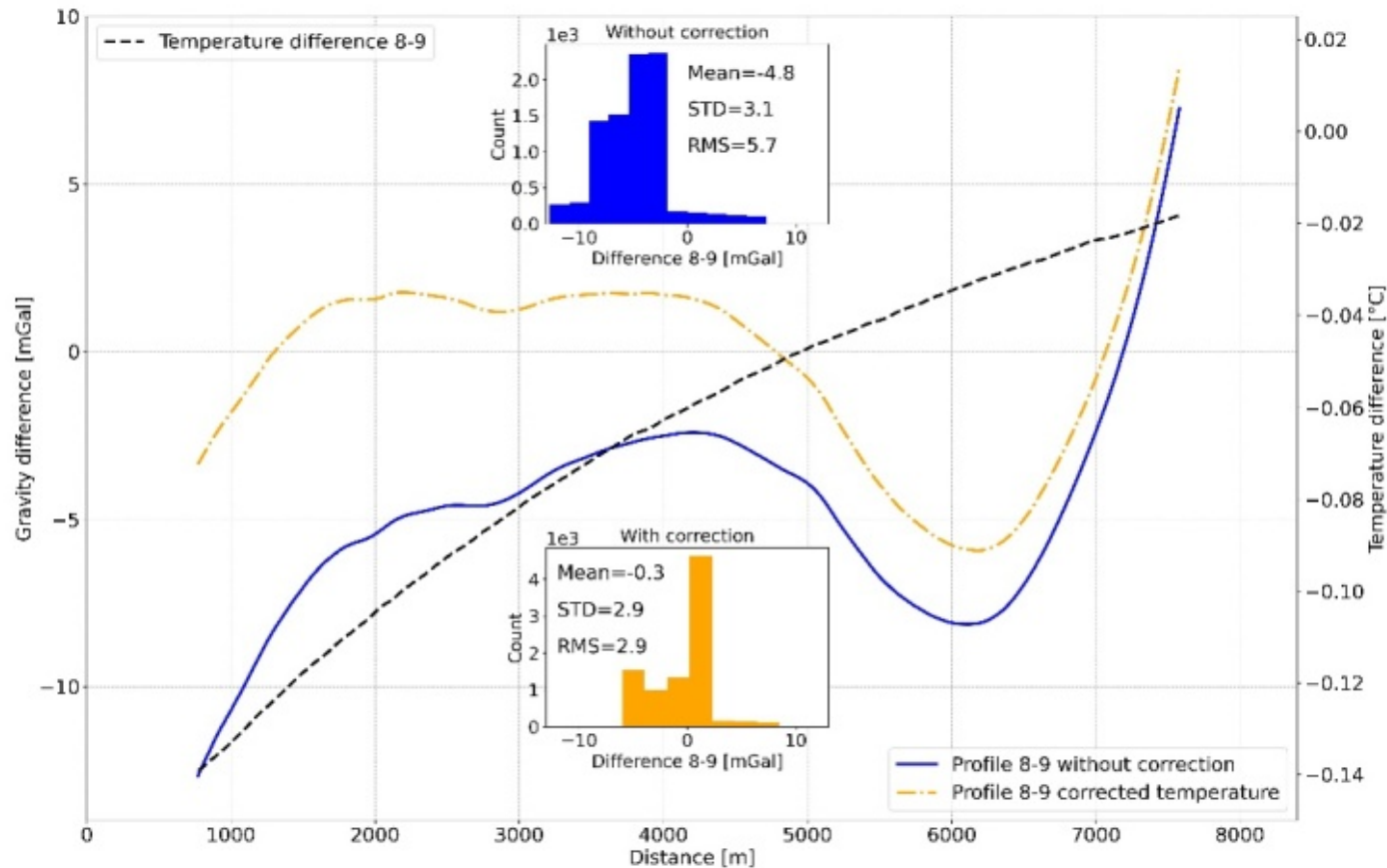


	Profile 8	Profile 9	Profile 25	Profile 26
Moyenne des écarts (DC SHOM – GraviMob)(mGal) [1]	623.8	618.5	573.3	566.2
Tmoyenne lever – T étalonnage (23,8° C) [2]	9.312	9.243	8.566	8.463
Taux de variation :[1]/[2] (mGal/°C)	66.989	66.916	66.927	66.903
Moyenne des taux de variation (mGal/°C)	66.934			

D. T. Vu

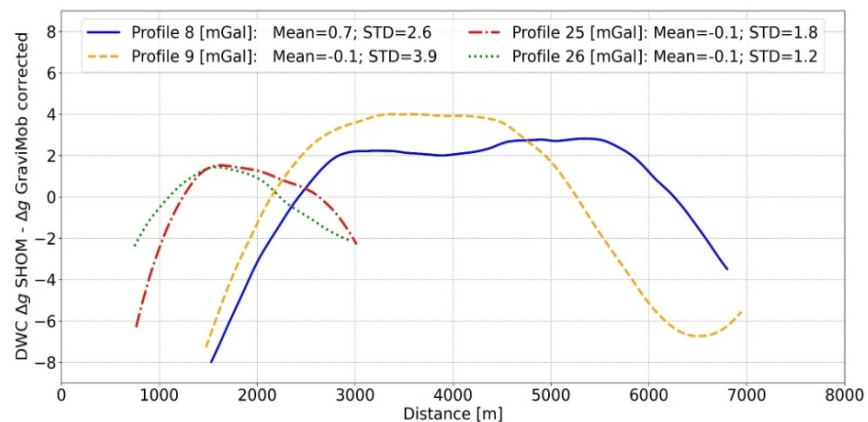
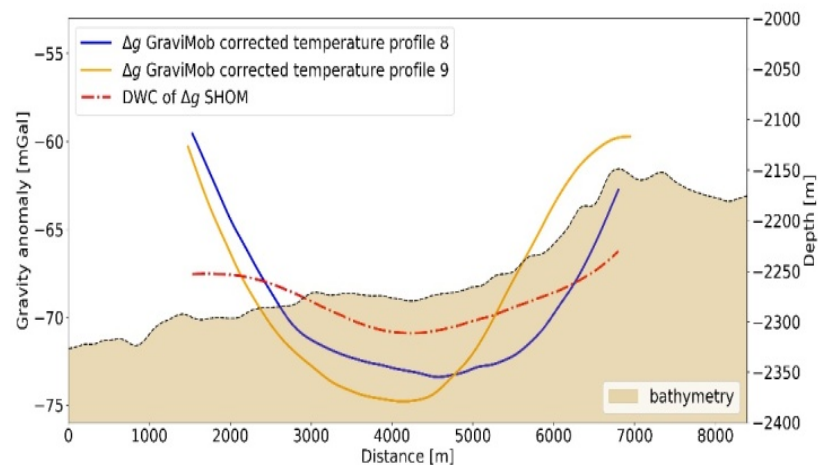
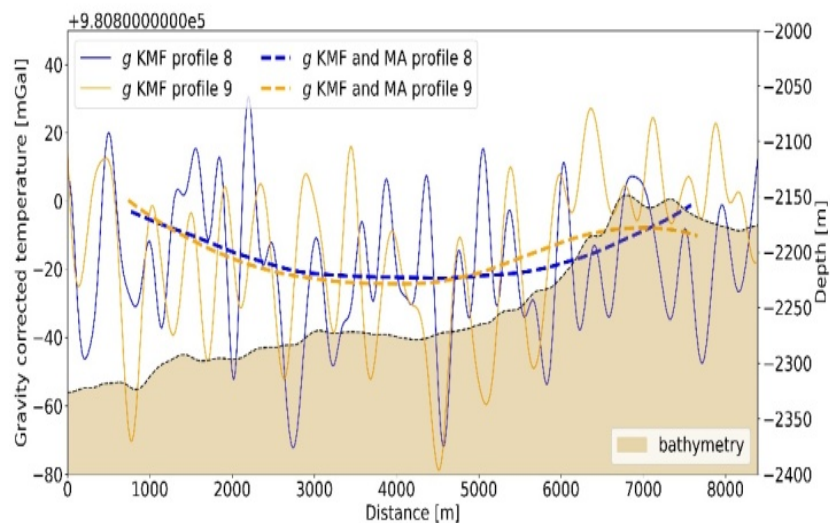
La campagne Gravimob 2016

Le traitement



La campagne Gravimob 2016

Le traitement



La campagne Gravimob 2016

Conclusion

- **Résultats encourageants :**

Biais : 1- 3 mGal

Dispersion : 3 mGal

- **Correction de la température**

Ajustage des paramètres à différentes températures (modèle d'évolution)

Régulation température?

- **Revenir à la configuration pyramidale du LimoG**

(éviter la saturation du numériseur)

- **Nouvelle campagne de test**

Positionnement de l'AUV / points gravimétriques en fond de mer

