

**Incertitudes de mesures bathymétriques,
évaluation, validation et application sur
les levés bathymétriques de la Seudre, de
la Charente et sur les bancs ostréicoles**

*Laboratoire Environnement Ressources des Pertuis Charentais
IFREMER - La Tremblade*

Emilie Massard / Olivier Le Moine / Philippe Geairon



OBJECTIFS

Acquisition de données bathymétriques qualifiées

- ✓ levés bathymétriques avec DGPS et sondeur,
- ✓ évaluation des sources d'erreur,
- ✓ calibration des systèmes de mesure,
- ✓ acquisition des données,
- ✓ post-traitement correctif.

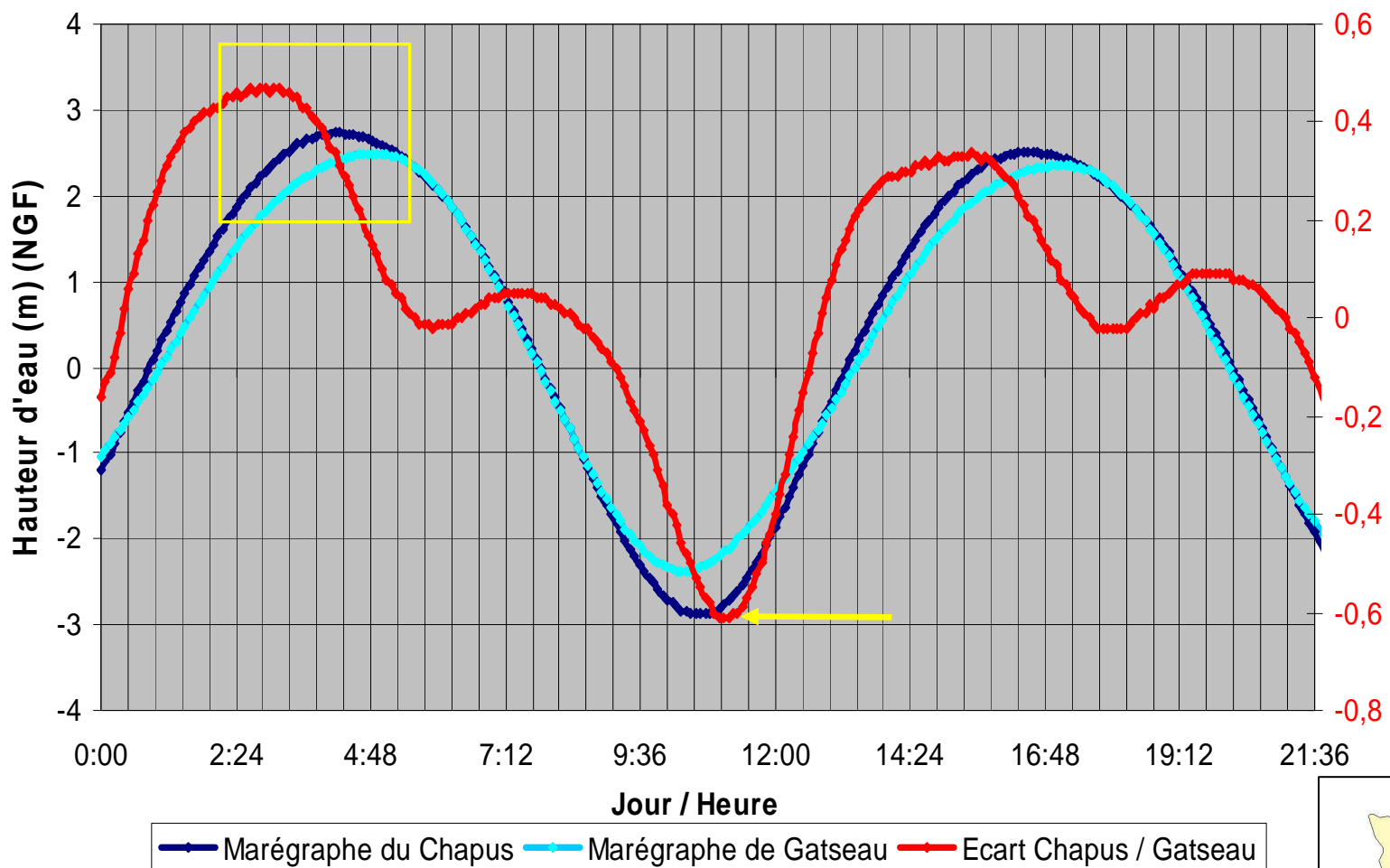
LEVES BATHYMETRIQUES AVEC MAREGRAPHES

Bathymétries côtières déjà existantes

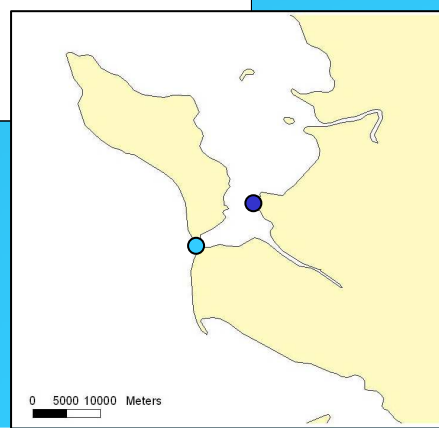
- Réalisées avec une correction de la marée en post-traitement, à l'aide de marégrammes réels (mesures).

- Sources d'erreur :
 - éloignement des marégraphes, en fonction du site de levé bathymétrique (déphasage de la marée),
 - correction du 0 hydrographique.

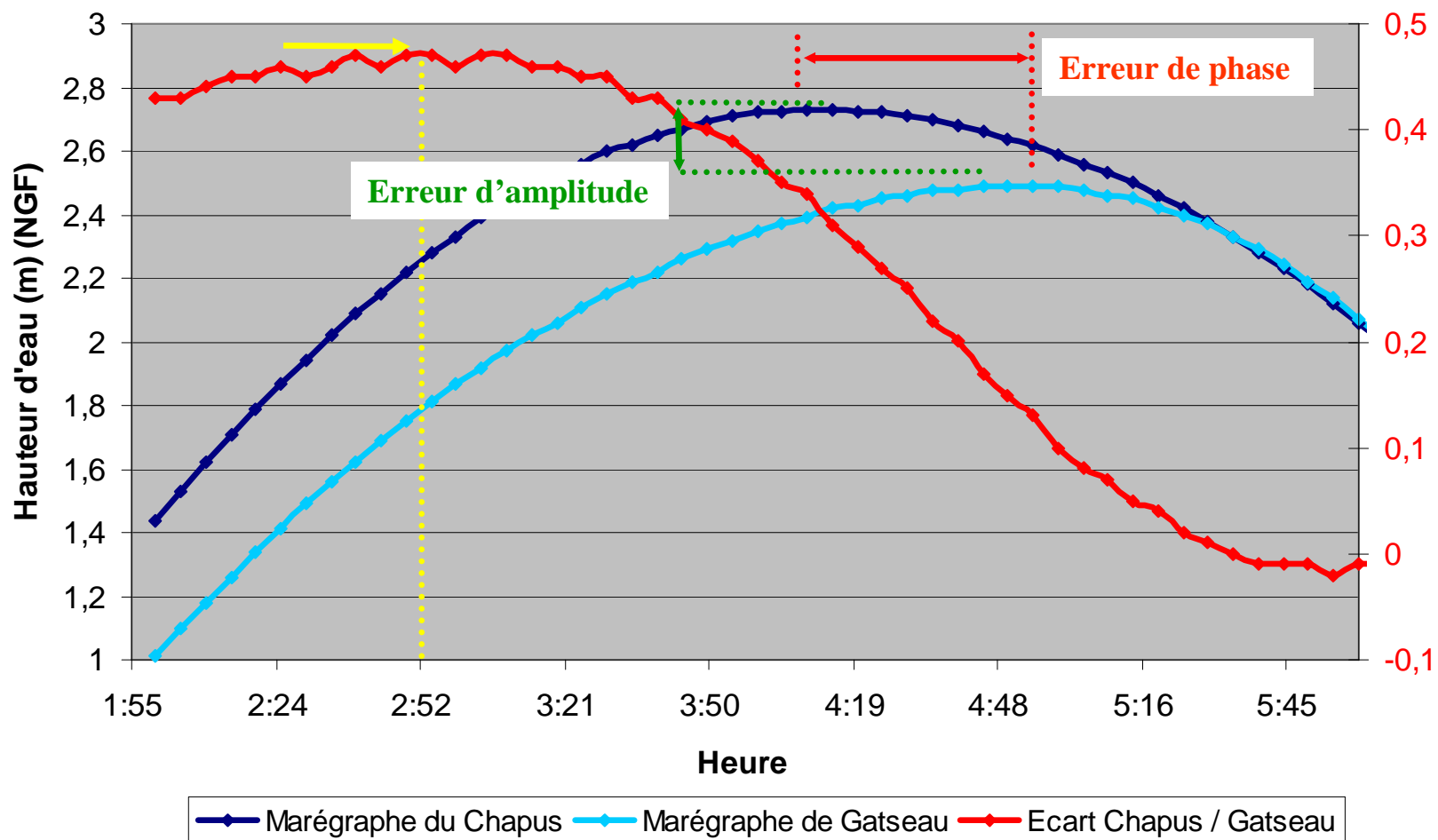
Marégrammes (en vives eaux)



→ **Différence de hauteur d'eau jusqu'à 60 cm**



Marégrammes (détail)



→ Écart maximum de hauteur d'eau 1 heure avant la pleine mer

LEVES BATHYMETRIQUES AVEC SYSTEME BATHY/GPS

De l'acquisition au SIG...

Couplage sondeur / DGPS, permettant de s'affranchir des variations de hauteur d'eau liées à la marée :

- sondeur hydrographique centimétrique
- GPS différentiel centimétrique
- interface d'acquisition et de spatialisation directe

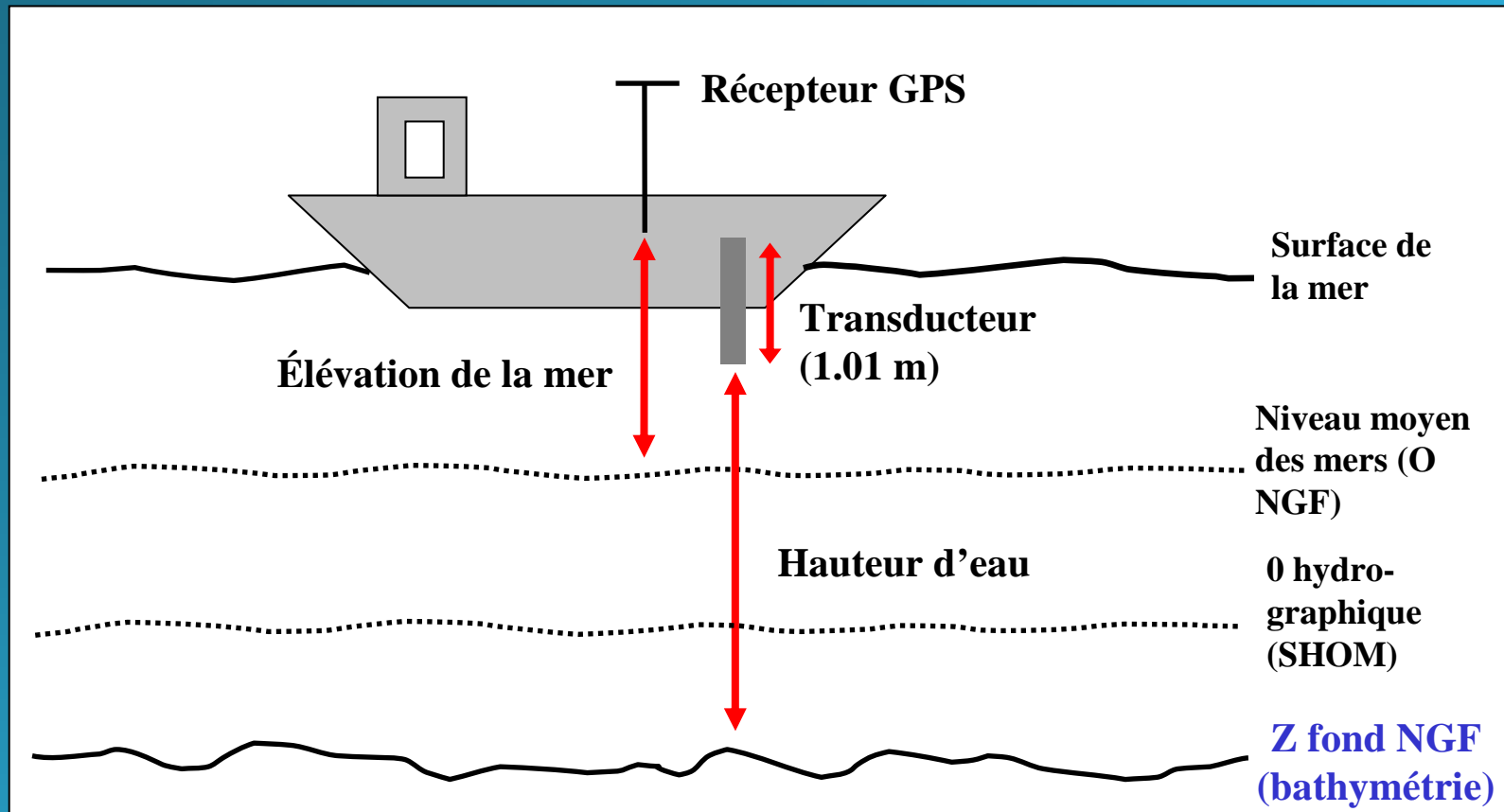


*Sondeur
couplé au PC*



*Récepteur
GPS mobile*

Principe du système de couplage



$$\text{Z fond NGF} = \text{élévation de la mer} - \text{hauteur d'eau} - 1,01 \text{ m}$$

DIFFERENTES SOURCES D'ERREURS

Évaluation des incertitudes

erreur de mesure
totale du système

=

erreur de mesure de
la sonde

+

erreur de mesure de
l'élévation

+

erreur de mesure de
l'interpolation

- célérité,
- nature du fond,
- turbidité,
- etc...

- pivot,
- PDOP,
- houle,
- etc...

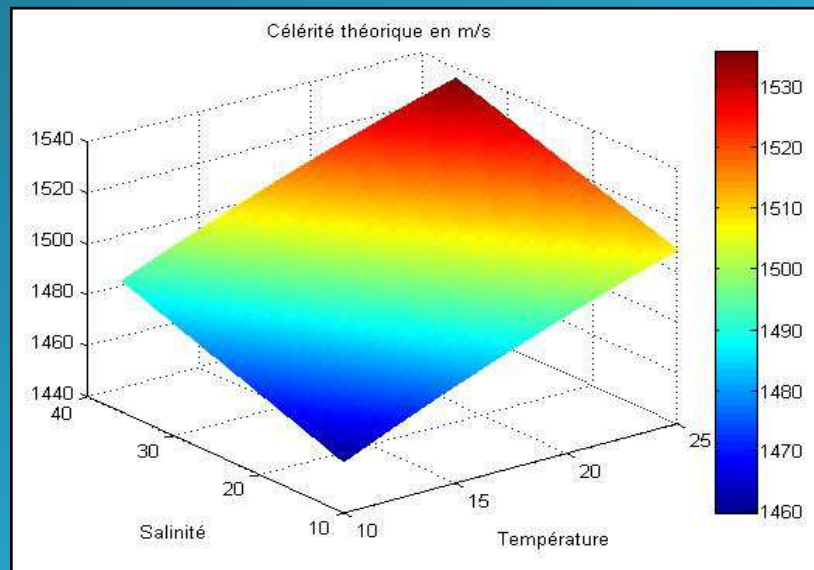
- stratégie
d'échantillonnage,
- choix du variogramme ,
- etc...

ERREURS LIEES AU SONDEUR

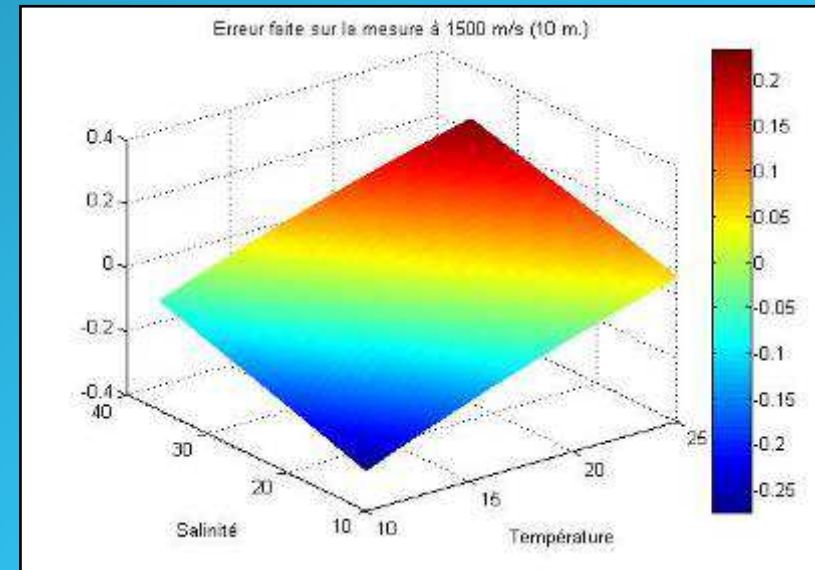
Estimation de l'erreur de mesure sur la hauteur d'eau

➤ Erreur due à la célérité : vitesse de propagation de l'onde acoustique permettant de calculer les distances ; fonction de la température, de la salinité et de la pression atmosphérique.

- Étude théorique (sous Matlab) : afin de déterminer le poids des 3 variables (TPS)



Célérité théorique (Matlab)



Erreur faite sur la mesure (Matlab)

ERREURS LIEES AU SONDEUR

➤ Erreur due à la célérité

• **Évaluation expérimentale**

- tests en bassin : répétition de mesures avec variation des 3 variables (TPS)
- évaluation en mer sur un fond dur (acquisition en simultané de la température, de la salinité et de la pression atmosphérique)

➤ Erreur due à la nature du fond (qualité de la réflexion)

Réalisation de séries de mesures en bassins sur des fonds de nature diverse :

- gravier, - vase, - sable, - fond nu,

afin de déterminer la qualité de la réflexion du signal en fonction de la nature du fond.

➤ Validation expérimentale de la mesure du sondeur

Comparaison entre la mesure GPS + sondeur et la mesure seule du GPS (sur estran).

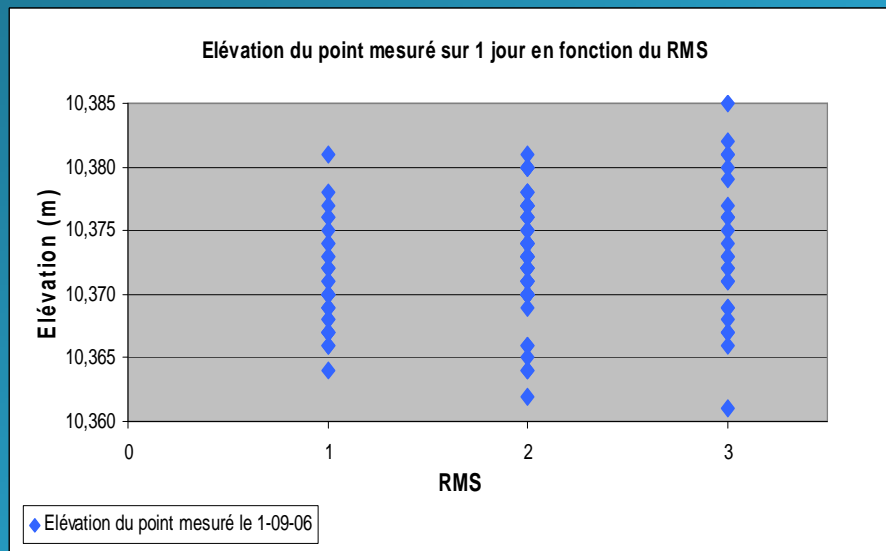
ERREURS LIEES AU GPS

Estimation de l'erreur de mesure sur le positionnement GPS

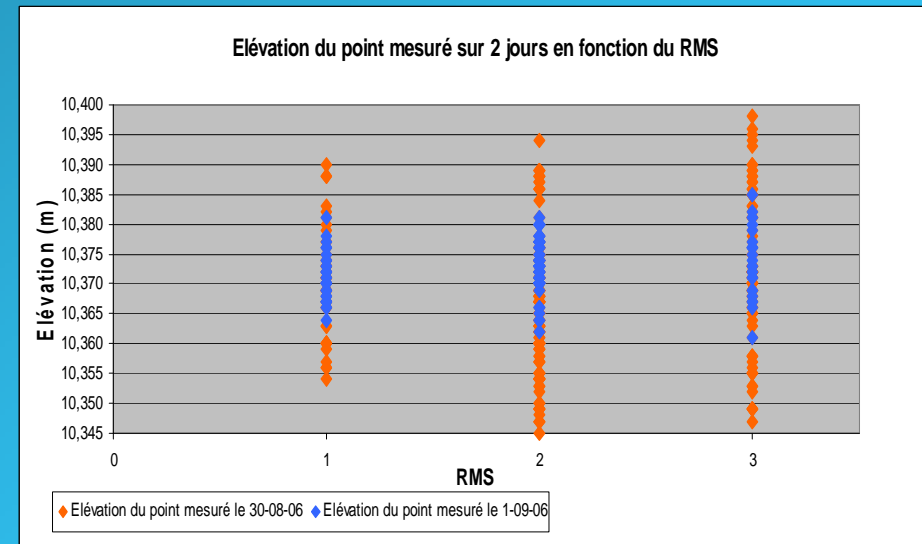
➤ Erreur liée au système GPS (matériel et environnement)

Vérification de la mesure altimétrique d'un point :

- **répétabilité** : comparaison de données acquises dans les mêmes conditions (sur 1 jour)
- **reproductibilité** : comparaison de données acquises dans des conditions différentes (sur 2 jours)



(*répétabilité*)



(*reproductibilité*)

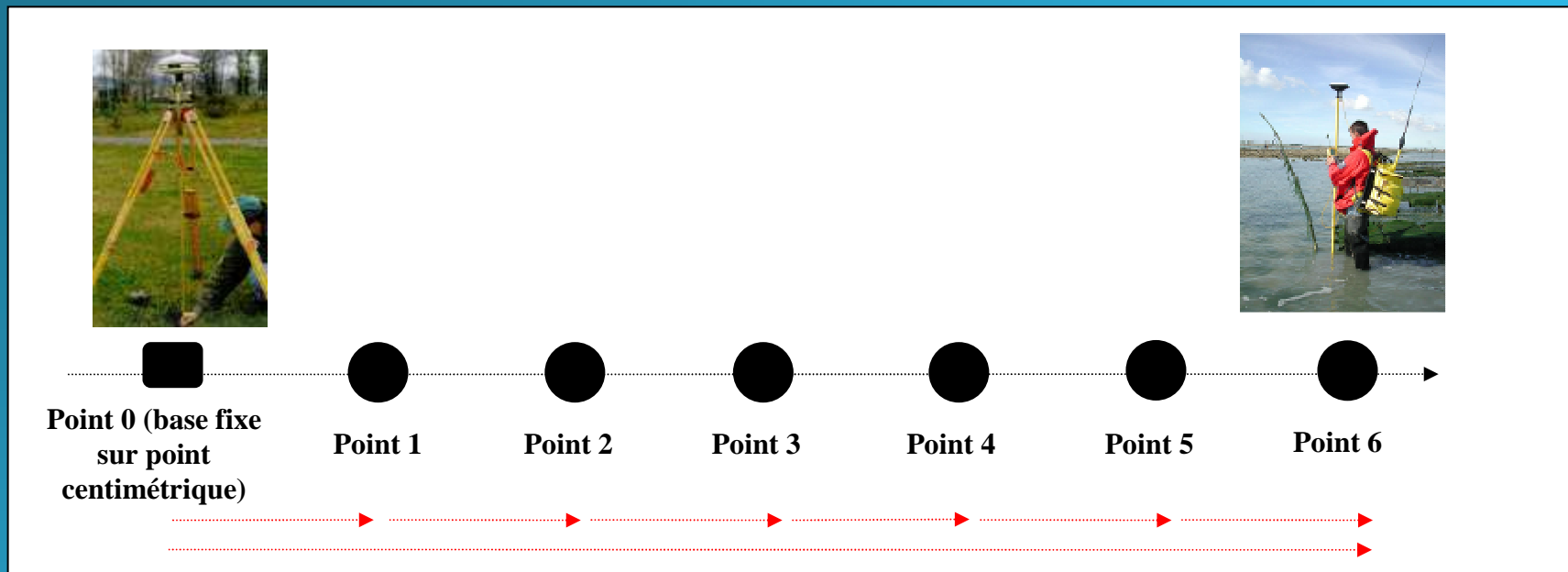


Détermination d'une erreur de mesure sur l'altimétrie
(comparaison avec le référentiel IGN)

ERREURS LIEES AU GPS

➤ Erreur liée à la distance entre les 2 récepteurs GPS

La distance entre le récepteur GPS fixe et le récepteur GPS mobile est limitée par la portée de la radio.



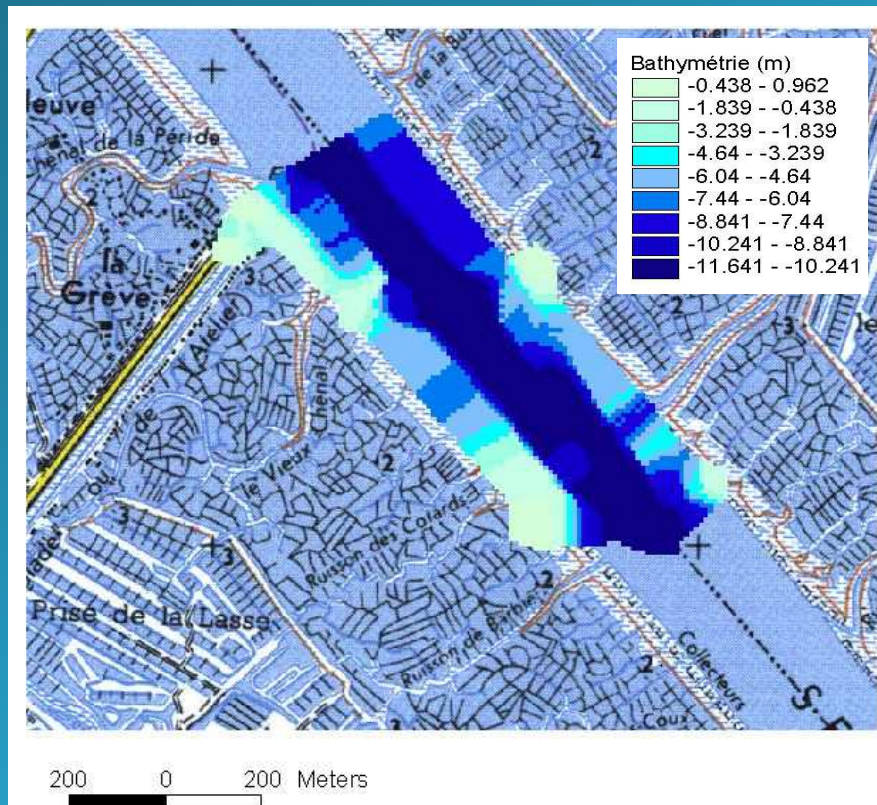
- mesure du point 6 directement à partir du point de base 0,
- mesure du point 6 de proche en proche.

➔ Détermination d'une erreur de mesure due à la distance à la base

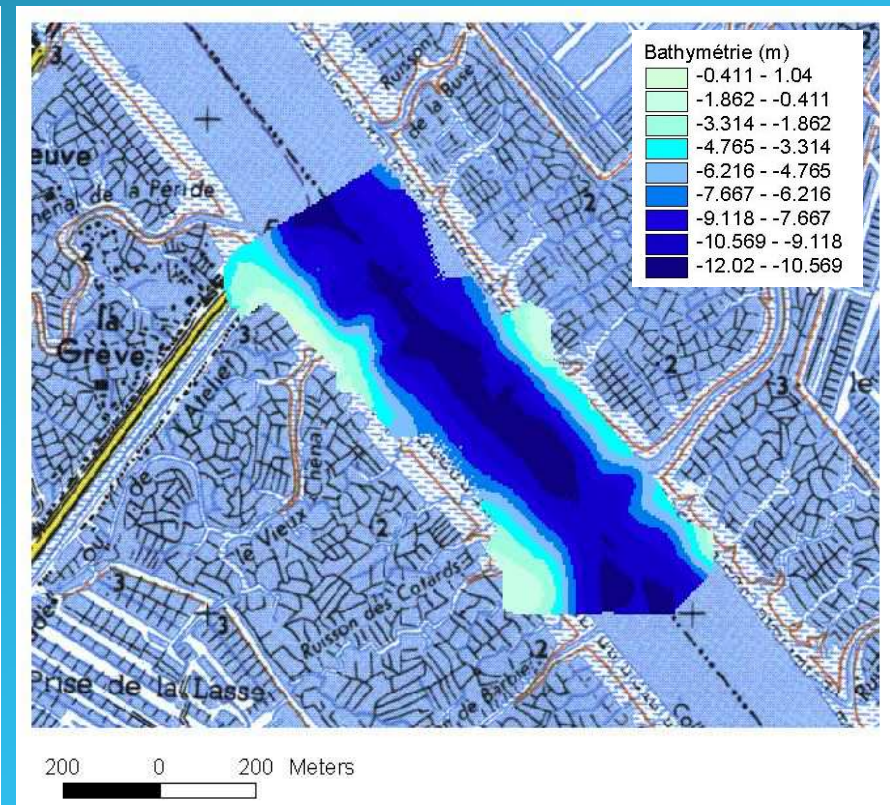
ERREURS LIEES A L'INTERPOLATION

Estimation de l'erreur de mesure sur le traitement des données

➤ Évaluation de l'erreur d'interpolation liée au choix du modèle



Bathymétrie interpolée avec ArcView



Bathymétrie interpolée avec Isatis

ERREURS LIEES A L'INTERPOLATION

➤ Évaluation de l'erreur due au type de krigeage et à la stratégie d'échantillonnage

- comparaison des variances spatiales en fonction des modèles de krigeage choisis.

➤ Validation expérimentale du modèle d'interpolation (détermination d'une erreur de mesure)

- réalisation de profils de la Seudre tous les 10 m sur environ 200 m,

- krigeage sur une partie des transects (1/10 des transects, puis 1/8, 1/5, 1/2...),

- variance de l'écart entre les données interpolées et les mesures non prises en compte dans le krigeage

PRECISION DU SYSTEME

Estimation de l'erreur sur la mesure bathymétrique

(d'après les données constructeurs)

- sondeur → 2 cm + erreur de célérité, réflexion sur le fond...

- GPS différentiel → 2 à 3 cm + mouvement du bateau...

- interpolation → ?

Erreur totale → Déjà supérieure à 5 cm

APPLICATION DES LEVES BATHYMETRIQUES

- ✓ Détermination du taux d'envasement des parcs ostréicoles (mouvement des fonds supérieur à l'incertitude de mesure).
- ✓ Fiabilité des modèles hydrodynamiques.
- ✓ Évaluation des flux dans les chenaux (calcul du débit et du volume à partir de la bathymétrie).
- ✓ Évaluation du niveau d'immersion des parcelles (amélioration du schéma des structures).