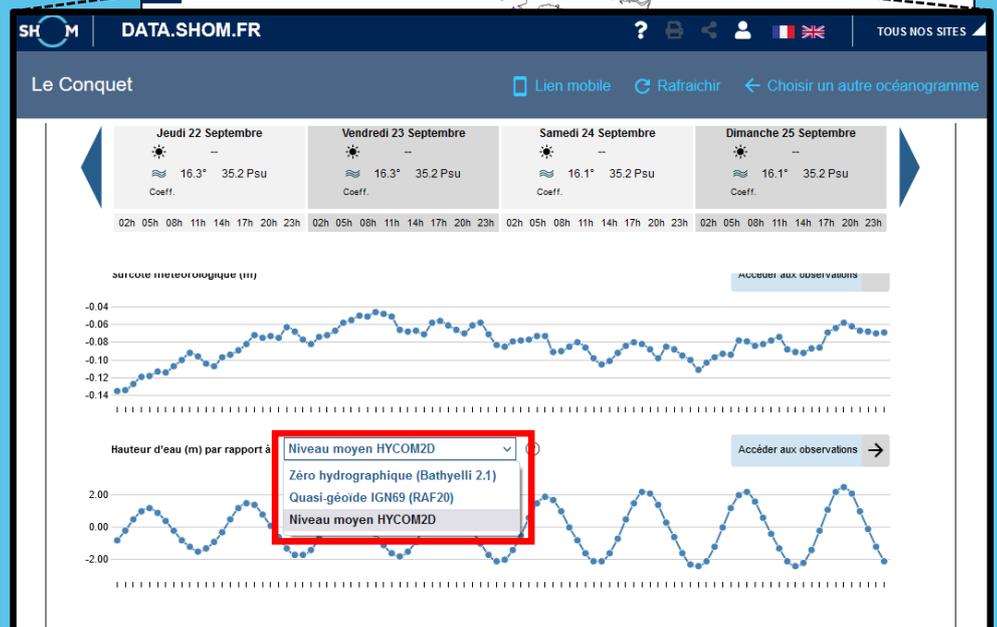


data.shom.fr

Changement de Référence Verticale adapté à l'océanographie

Mai 2023



www.shom.fr

data.shom.fr

Shom

13 rue du Chatellier - CS 92803
29228 BREST CEDEX 2 - France

Changement de référence verticale adapté à l'océanographie

Généralités	3
Présentation du Service de changement de référence verticale adapté à l'océanographie	4
Présentation des références verticales proposées	5
Niveau moyen HYCOM 2D	5
Quasi Géoïde IGN69 (Référentiel terrestre)	7
Zéro hydrographique.....	9
Méthodologie du Changement de référence verticale	10
Calcul du décalage entre 2 références verticales	10
Calcul de l'incertitude associée au CRV	10

GENERALITES

Le Changement de Référence Verticale adapté à l'océanographie a pour objectif de permettre de changer la référence verticale, utilisée par défaut, des prévisions de hauteurs d'eau lorsqu'elles sont affichées sous forme de séries temporelles. Cette fonctionnalité s'applique aux sorties HYCOM-2D / HOMONIM pour les façades Manche – Atlantique (couche Prévisions océanographies > Niveaux d'eau > Hauteur eau par rapport au niveau moyen). Elle prend la forme d'un menu déroulant permettant de visualiser l'évolution des hauteurs d'eaux prévues selon différents systèmes de référence verticale.

Les références verticales disponibles sont :

- le niveau moyen HYCOM 2D ;
- le quasi-géoïde IGN69 ;
- le Zéro Hydrographique.

Ce service utilise les produits de réalisations surfaciques « BathyElli V2.1 » pour le Zéro hydrographique et les grilles altimétriques fournies par l'IGN (RAF20) pour l'IGN69.

Ce document vise à 1) décrire le fonctionnement du service sur data.shom.fr, 2) donner une définition des différentes références verticales et 3) décrire la méthodologie employée pour permettre la réalisation de ce CRV appliqué à l'océanographie.

Pour plus d'information sur l'utilisation de data.shom.fr et/ou du service d'océanogrammes, se référer à [l'aide en ligne de data.shom.fr](#).

PRESENTATION DU SERVICE DE CHANGEMENT DE REFERENCE VERTICALE ADAPTE A L'OCEANOGRAPHIE

Le Changement de Référence Vertical adapté à l'océanographie est accessible dès lors que les prévisions de hauteurs d'eau sont affichées sous forme de séries temporelles :

- suite au clic sur carte, lorsque la couche « Prévisions Océanographiques > Niveaux d'eau > Hauteur d'eau par rapport au niveau moyen » est affichée ;
- lors de l'affichage d'un océanogramme (exemple en Figure 1) : le service d'océanogramme de data.shom.fr, géré comme une couche de données dans l'onglet « Prévisions océanographiques » du catalogue du Shom, permet de compiler gratuitement jusqu'à 4 jours les prévisions les plus résolues issues des modèles du Shom et de Météo-France en un point.

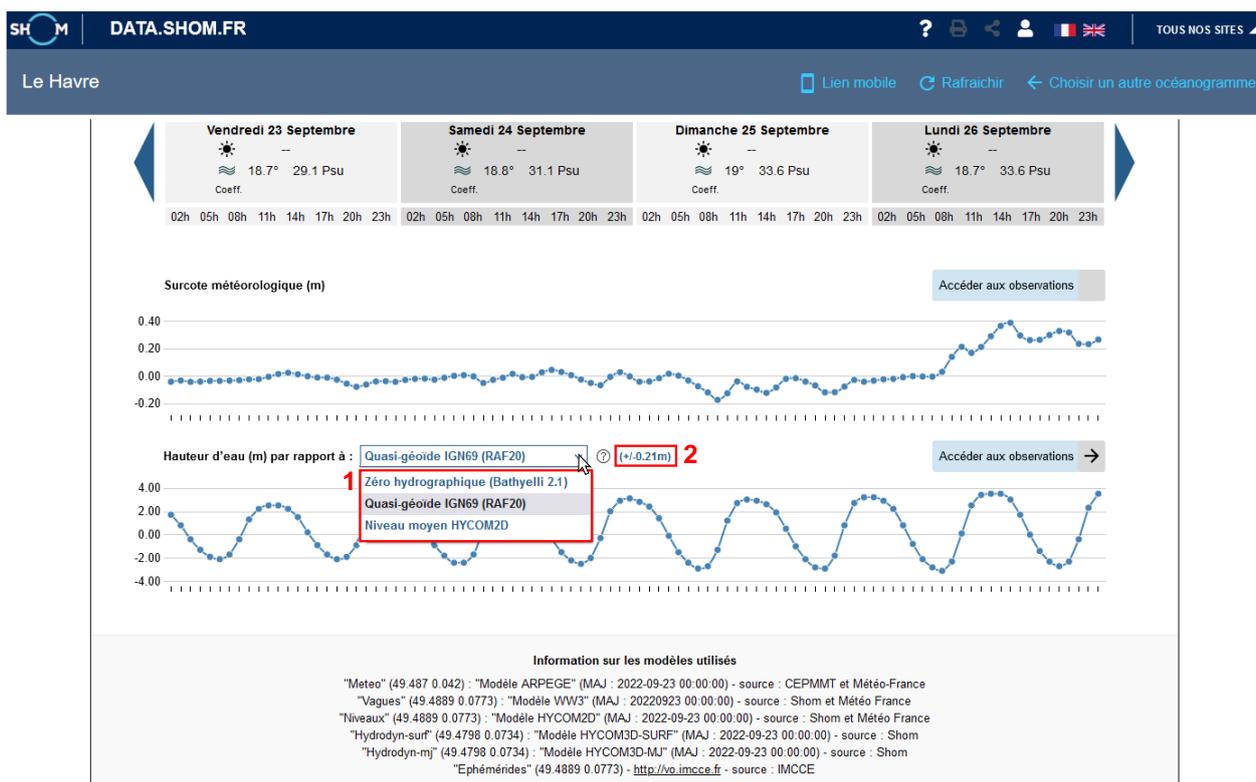


Figure 1 : Extrait d'océanogramme, visualisation du service de changement de référence verticale

Le service de CRV prend la forme d'un menu déroulant permettant de visualiser l'évolution des hauteurs d'eaux modélisées selon différentes surfaces de références (label 1).

Par défaut, la référence verticale adoptée correspond au niveau moyen utilisé dans le modèle HYCOM 2D. Le service de CRV permet de représenter les hauteurs d'eau, au choix selon l'IGN69 ou selon le Zéro Hydrographique. Plus de détails sur ces références verticales sont fournies dans le chapitre ci-dessous.

Dès lors qu'une référence verticale autre que le niveau moyen HYCOM 2D est choisie, l'incertitude associée au calcul de changement de référence verticale est indiquée à titre d'information (label 2).

PRESENTATION DES REFERENCES VERTICALES PROPOSEES

Les différentes surfaces manipulées dans le service CRV sont définies ci-après.

NIVEAU MOYEN HYCOM 2D

Le niveau moyen HYCOM 2D (Figure 2-C) correspond au niveau auquel se réfère par défaut les hauteurs d'eau prévues de data.shom.fr (Sorties modèles HYCOM 2D – Configurations HOMONIM). Ce niveau moyen correspond au niveau de la mer au repos (notamment en l'absence des variations engendrées par la marée, le vent et sous une pression atmosphérique moyenne de 1013 hectoPascals).

La bathymétrie des configurations HYCOM 2D est référencée à ce niveau moyen. Elle a été construite à partir de la bathymétrie référencée à la PBMA (Plus Basse Mer Astronomique, Figure 2-A) et de la grille de conversion PBMA-NM obtenue par un modèle de marée validé par le Shom (Figure 2-B).

La réalisation de la PBMA utilisée dans le service de CRV adapté à l'océanographie correspond à la surface PBMA du produit BathyElli V1.0.

L'incertitude associée à la surface de référence Niveau moyen HYCOM 2D (Figure 2-D) correspond à la racine carrée de la somme quadratique des incertitudes associées aux surfaces utilisées pour la construire, soit celles de la surface PBMA BathyElli V1.0 et de la grille de conversion PBMA – NM.

L'incertitude associée à cette surface est souvent dominée par l'incertitude de la surface BathyElli et elle est majoritairement inférieure à 30 cm. Néanmoins, certaines zones présentent des incertitudes pouvant dépasser les 50 cm, voire le mètre : cas des secteurs à l'ouest du Cotentin, dans le Golfe du Morbihan, dans le secteur des Pertuis charentais (Figure 2-D). Ces fortes incertitudes sont régulièrement dues à des incertitudes élevées à la fois dans la réalisation de la surface BathyElli, mais également pour le calcul de la surface de conversion PBMA-NM.

Dans ces secteurs de fortes incertitudes, si le point d'intérêt se situe en zone portuaire, privilégier les changements de références verticales donnés par le RAM si ces derniers sont disponibles.

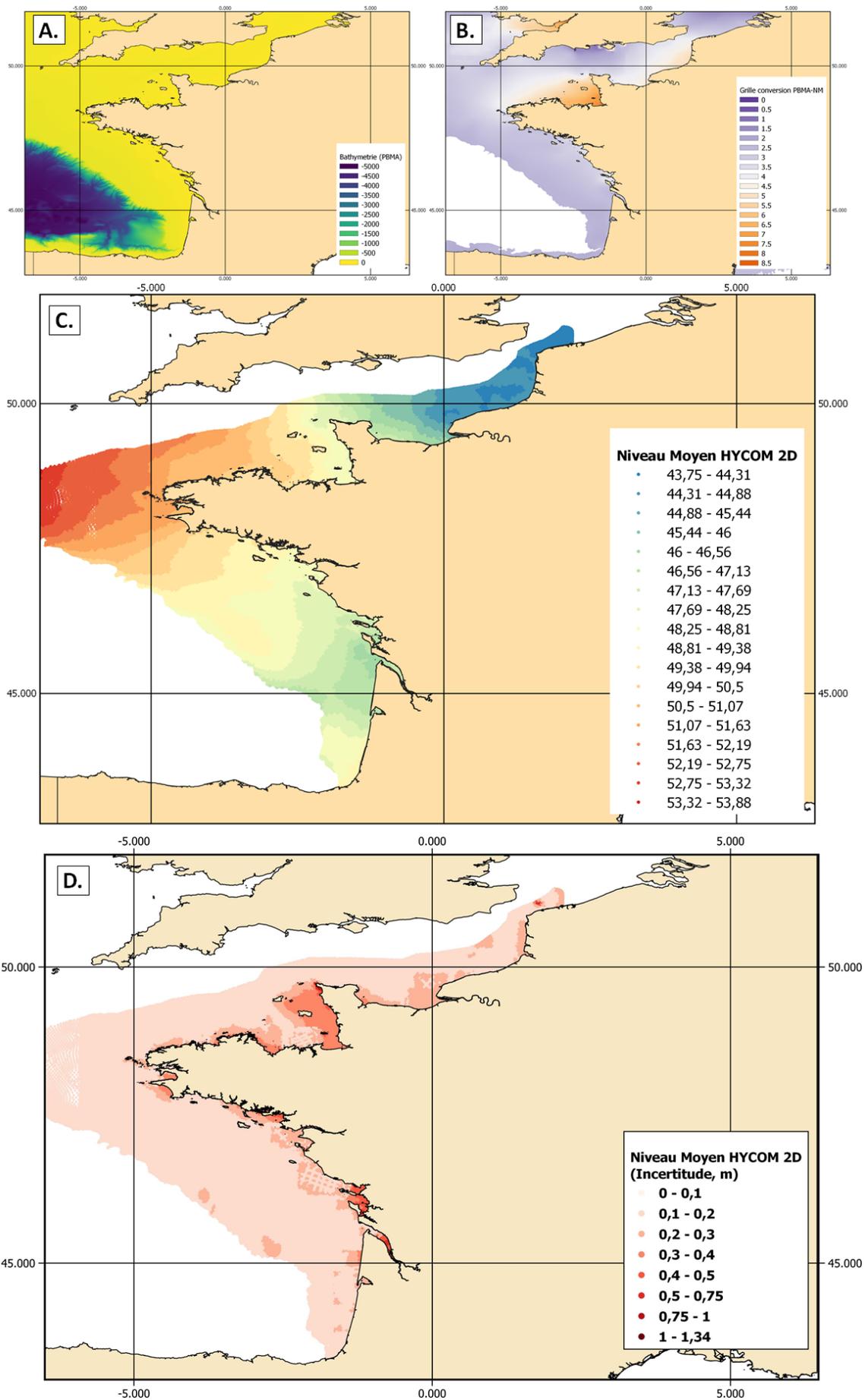


Figure 2 : Hauteur ellipsoïdale de la référence verticale HYCOM2D (C) et l'incertitude associée (D), calculées à partir du MNT bathymétrique utilisé pour la modélisation HYCOM2D, référencé par rapport à la PBMA (A) et converti grâce à la grille de conversion PBMA-NM (B).

QUASI GEOÏDE IGN69 (REFERENTIEL TERRESTRE)

Pour la France Continentale, la surface de conversion altimétrique utilisée dans le cadre du CRV adapté à l'océanographie correspond au [RAF20](#). Cette surface a été actualisée fin 2021 pour tenir compte des opérations de maintenance du repère de référence RGF93

D'autres grilles de conversions sont fournies par l'IGN en zone méditerranéenne (région de Sète, Corse), mais ces dernières ne sont pas utilisées ici car le CRV adapté à l'océanographie ne s'applique pour le moment que pour les façades Manche – Atlantique.

Cette grille permet d'obtenir en chaque point la valeur d'anomalie d'altitude (hauteur ellipsoïdale du géoïde), associée à un code de précision (bornes minimale et maximale. Par exemple, code 02 = précision comprise entre 5 et 10 cm). Ce dernier est utilisé pour estimer l'incertitude de la surface « hauteur ellipsoïdale de l'IGN69 » : il correspond régulièrement à la valeur maximale des bornes déduite du code de précision. Dans le cas de la dernière classe de précision, aucune borne supérieure n'est fournie « > 1 mètre » : 1 m sera pris dans ce cas. Ces surfaces sont visibles en Figure 3.

Les altitudes de l'IGN69 sont très précises sur la France continentale et sur une bande littorale de quelques kilomètres de large : leurs incertitudes sont généralement inférieures à 2cm, et atteignent très localement jusqu'à 5cm. Au large de cette bande ultra-côtière, la précision chute pour atteindre 1 mètre au mieux (Figure 3-B).

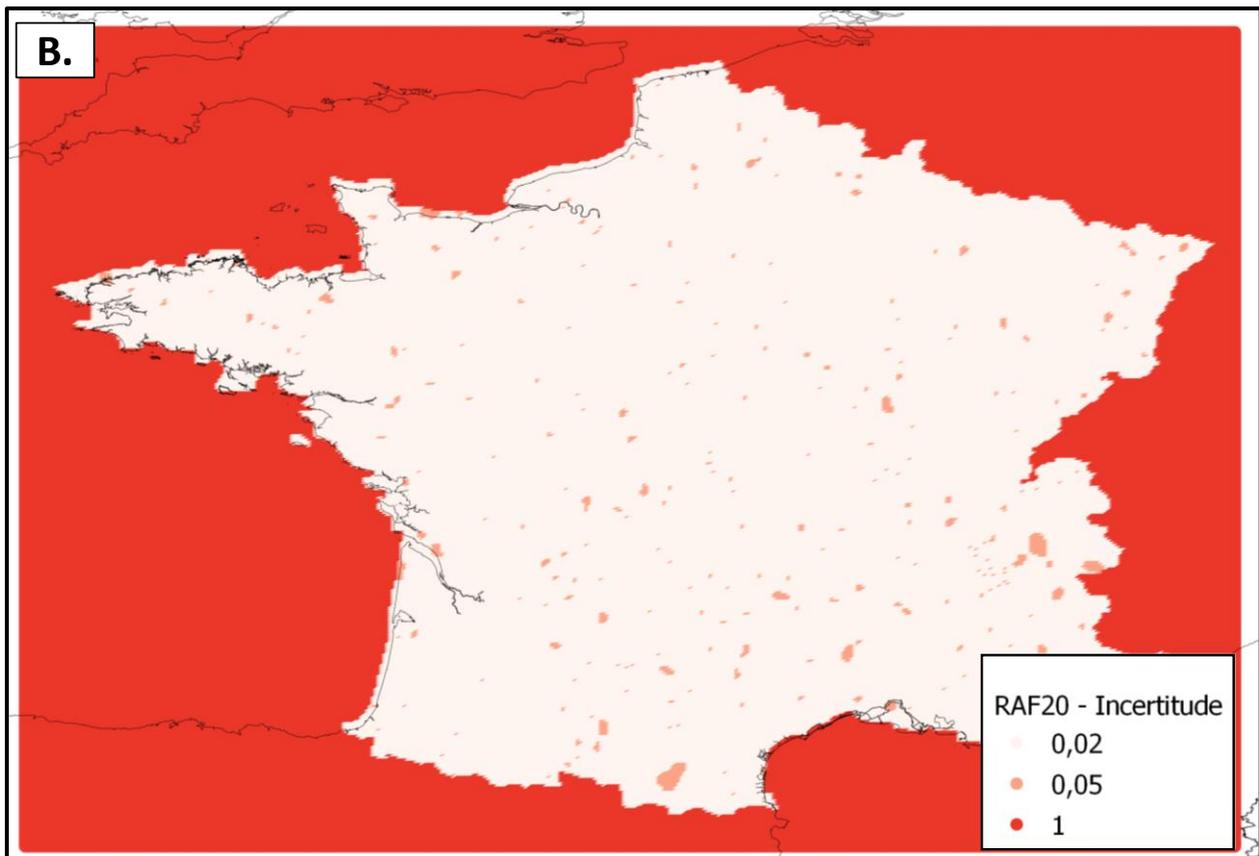
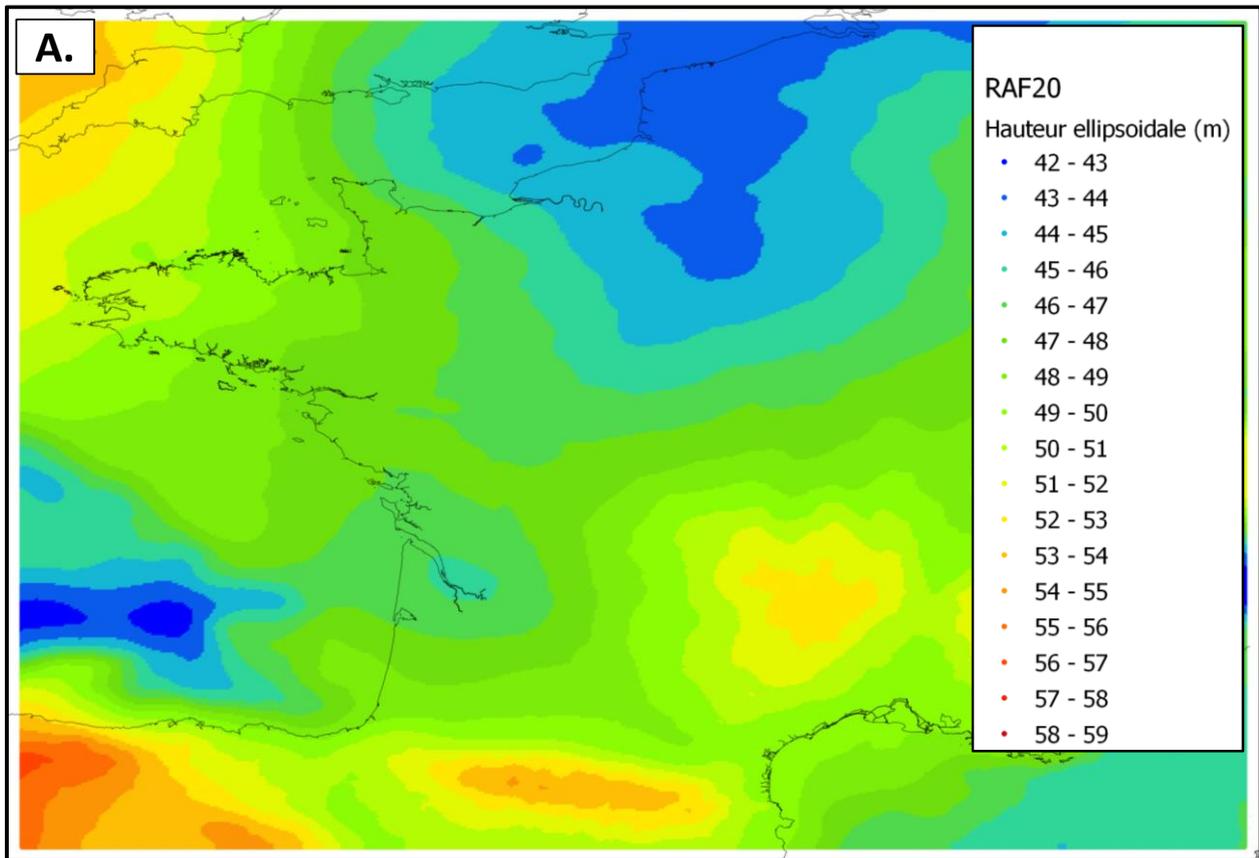


Figure 3 : Surface de conversion altimétrique RAF20 utilisée pour définir l'IGN69. Hauteur ellipsoïdale (A) et incertitude (=précision ; B)

ZERO HYDROGRAPHIQUE

Le zéro hydrographique est le niveau de référence des cartes marines et des annuaires de marée. Cette référence est en général choisie au voisinage des plus basses mers astronomiques.

La réalisation du zéro hydrographique utilisée dans le service de CRV adapté à l'océanographie correspond à la surface Zéro Hydrographique du produit BathyElli V2.1 : pour chaque zone de marée, le ZH est réalisé dans le port de référence de cette zone de marée par sa cote verticale mesurée/exprimée dans un repère terrestre dont la hauteur ellipsoïdale est connue. Cette réalisation est ensuite propagée en chaque point de la zone de marée par une équation de concordance décrite dans l'ouvrage [« La marée océanique côtière »](#).

A noter :

Les réalisations du « Zéro Hydrographique » fournies par les surfaces BathyElli ZH et les réalisations du « Zéro Hydrographique » fournies par le RAM étant produites de manières différentes, des écarts de l'ordre de 15 - 20 cm sont possibles. Il est important lors de l'utilisation d'une valeur en cote marine ZH, de bien repérer/préciser celle qui est employée.

METHODOLOGIE DU CHANGEMENT DE REFERENCE VERTICALE

Toutes les références verticales disponibles pour le CRV adapté à l'océanographie sont définies grâce aux hauteurs ellipsoïdales fournies en mètre par rapport à l'ellipsoïde associé au repère géodésique légal (GRS80 en France métropolitaine).

Ces hauteurs ellipsoïdales sont fournies grâce aux produits BathyElli (V1.0 pour le Niveau moyen HYCOM2D et V2.1 pour le ZH) et RAF20 (IGN69).

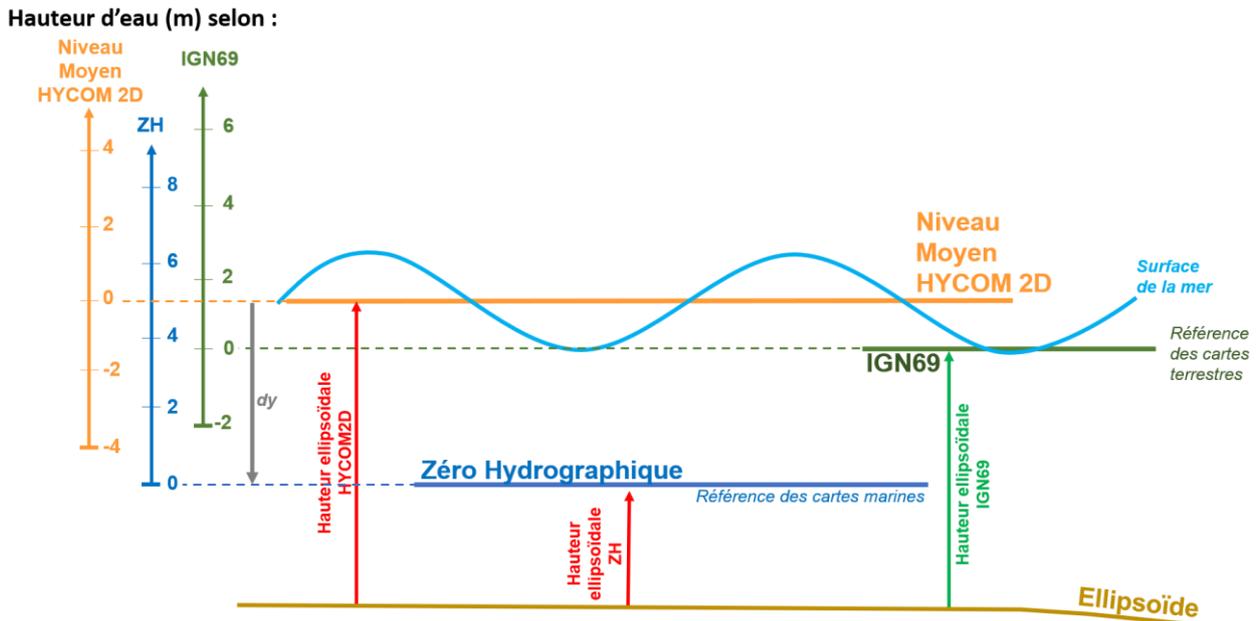


Figure 4 : Représentation graphique des références verticales disponibles pour le service de CRV adapté à l'océanographie.

CALCUL DU DECALAGE ENTRE 2 REFERENCES VERTICALES

Pour changer de référence verticale, il convient de faire la différence entre la hauteur ellipsoïdale de la surface source et celle de la surface cible. Le résultat fournit le décalage de l'ordonné dy à appliquer (Figure 4) pour passer d'une référence à l'autre.

$$dy = \text{Hauteur ellipsoïdale de la surface source} - \text{Hauteur ellipsoïdale de la surface cible}$$

La hauteur d'eau selon la référence verticale cible aura alors pour valeur :

$$H_{/REF\ CIBLE} = H_{/REF\ SOURCE} + dy$$

Par exemple, pour passer d'une hauteur d'eau $H_{/HYCOM2D}$ selon le Niveau moyen HYCOM 2D vers une hauteur d'eau selon le ZH $H_{/ZH}$, le décalage de l'ordonné dy correspond à :

$$dy = \text{Hauteur ellipsoïdale HYCOM2D} - \text{Hauteur ellipsoïdale ZH} \text{ (cf. Figure 4)}$$

La hauteur d'eau aura alors pour valeur : $H_{/ZH} = H_{/HYCOM2D} + dy$

CALCUL DE L'INCERTITUDE ASSOCIEE AU CRV

Chaque réalisation des références verticales est accompagnée d'une incertitude associée.

L'incertitude affichée lorsque l'on change de référence verticale est calculée par combinaison quadratique des incertitudes individuelles associées à chaque surface.

Pour poursuivre l'exemple précédent, l'incertitude associée au CRV du Niveau Moyen HYCOM 2D vers ZH correspond à :

$$\text{Incertainete CRV, en un point} = \sqrt{\text{Incertainete}_{HYCOM2D}^2 + \text{Incertainete}_{ZH}^2}$$