



**COURANTS DE MARÉE DES CÔTES DE FRANCE
(MANCHE/ATLANTIQUE)**

PRODUIT NUMÉRIQUE

TABLE DES MATIERES

1. PRODUCTEUR	3
2. TITRE	3
3. PROTECTION MILITAIRE	3
4. VOCABULAIRE	3
5. DESCRIPTION GÉNÉRALE	5
5.1. Contenu.....	5
5.2. Couverture géographique	5
5.3. Références des données	7
5.4. Règles de configuration.....	7
6. ORIGINE DES DONNÉES	7
6.1. Sources.....	7
6.2. Élaboration	8
6.3. Validation	9
7. QUALITÉ DES DONNÉES	9
7.1. Facteurs influençant la précision et la résolution	9
7.2. Précision	10
7.3. Résolution	11
8. ORGANISATION DES DONNÉES	11
8.1. Organisation physique	11
8.2. Format	12
9. LIMITATION D'EMPLOI	13
9.1. Restriction	13
9.2. Limites d'utilisation	13
10. MODE D'EMPLOI	14
11. ANOMALIES	15
12. LES RÉPONSES A VOS QUESTIONS LES PLUS FRÉQUENTES	15

1. PRODUCTEUR

Service Hydrographique et Océanographique de la Marine (SHOM)

2. TITRE

Courants de marée des côtes de France (Manche/Atlantique) - Édition 2005.

3. PROTECTION MILITAIRE

Le produit numérique « Courants de marée des côtes de France (Manche/Atlantique) - Édition 2005 » est NON PROTEGE.

4. VOCABULAIRE

Les courants marins sont le déplacement horizontal des particules d'eau. Ils sont caractérisés à un instant donné et en un lieu donné par leur direction et leur vitesse.

La direction d'un courant est celle vers laquelle il porte. Elle est comptée de 0 à 360° (0° étant le nord géographique) dans le sens des aiguilles d'une montre.

La vitesse est comptée en nœuds.

Les courants de marée ou courants périodiques, susceptibles d'être prédits, ont pour origine l'attraction gravitationnelle de la Lune et du Soleil.

Les courants non périodiques sont d'une durée très variable qui dépend de la cause qui leur a donné naissance. On distingue :

- les courants de dérive, dus au vent;
- les courants de pente, dus aux surélévations du niveau de la mer près des côtes ;
- les courants liés à la houle ;
- les courants de densité liés à l'évaporation, à la fonte des glaces polaires, aux apports d'eau douce par les fleuves, et plus généralement à tous les mouvements relatifs des masses d'eau océaniques.

Le coefficient de marée est calculé pour une pleine mer. C'est le quotient du marnage semi-diurne de la formule harmonique par la valeur moyenne du marnage pour les marées de vive-eau d'équinoxe, admise à 6,1m à Brest. C'est un nombre sans dimension compris entre 20 et 120 et qui varie peu d'un jour à l'autre. Par convention, le coefficient 100 est attribué au marnage semi-diurne moyen lors des vives-eaux voisines des équinoxes (21 mars, 21 septembre).

Marées de vive-eau moyenne : 95

Marées de morte-eau moyenne : 45

La rose de courant : hodographe du vecteur courant durant un cycle de marée. La figure 1 en montre un exemple schématique. Le flot est la partie de la courbe comprenant la pleine mer ; l'autre partie correspond au jusant.

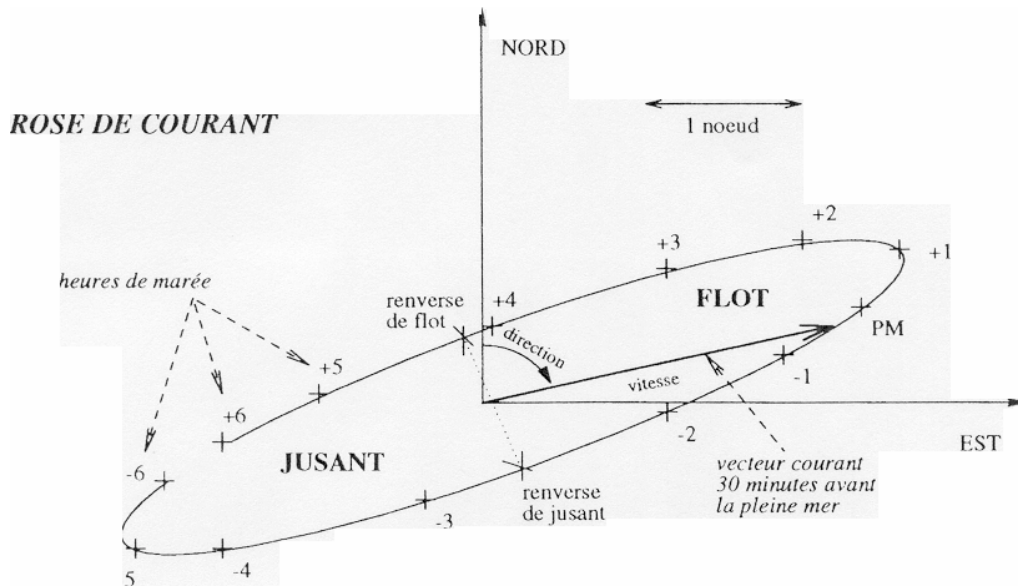


figure 1 : rose de courant

L'amplitude du courant de marée est sa vitesse maximale au cours d'un cycle de marée ; elle varie avec l'immersion et l'amplitude de la marée.

Le flot, porte dans le sens de la propagation de l'onde de marée ; selon le type de courant, le flot commence entre la basse mer et le mi-montant et est maximal entre le mi-montant et la pleine mer.

Le jusant, porte dans le sens inverse de la propagation de la marée ; selon le type de courant, le jusant commence entre la pleine mer et le mi-perdant et est maximal entre le mi-perdant et la basse mer.

Étale de flot : moment de la renverse de courant qui marque la fin du flot.

Étale de jusant : moment de la renverse de courant qui marque la fin du jusant.

Courant alternatif : le flot a, pendant toute sa durée (environ une demi-marée), une direction à peu près invariable qui est généralement sensiblement opposée à celle qu'a le jusant pendant toute sa durée.

Courant tournant : au cours d'une période de la marée, le courant porte successivement dans toutes les directions avec des vitesses qui peuvent varier entre de larges limites.

5. DESCRIPTION GÉNÉRALE

5.1. Contenu

Ce produit contient, sous forme maillée, l'ensemble des fichiers numériques du SHOM relatif aux courants de marée des côtes françaises métropolitaines de la Manche et de la façade Atlantique. Ces fichiers numériques indiquent les composantes du courant de marée de surface, heure par heure et pour deux coefficients de marée caractéristiques (45 et 95). Les points de courant contenus dans les fichiers correspondent aux flèches représentées sur les atlas de courant.

Les côtes méditerranéennes françaises ne font pas l'objet de ce type de publication, les courants de marée y étant très faibles et de valeurs négligeables par rapport aux courants non périodiques.

Les données se répartissent en zones géographiques (voir le § 5.2 et le § 6.1) Il y a autant de fichiers de données qu'il y a de zones géographiques et de cartouches associés.

5.2. Couverture géographique

Le graphique ci-dessous représente la couverture géographique des atlas papier. Les numéros correspondent aux numéros des atlas ainsi qu'aux noms des fichiers numériques correspondants, dont les principales caractéristiques sont décrites dans le tableau en annexe.

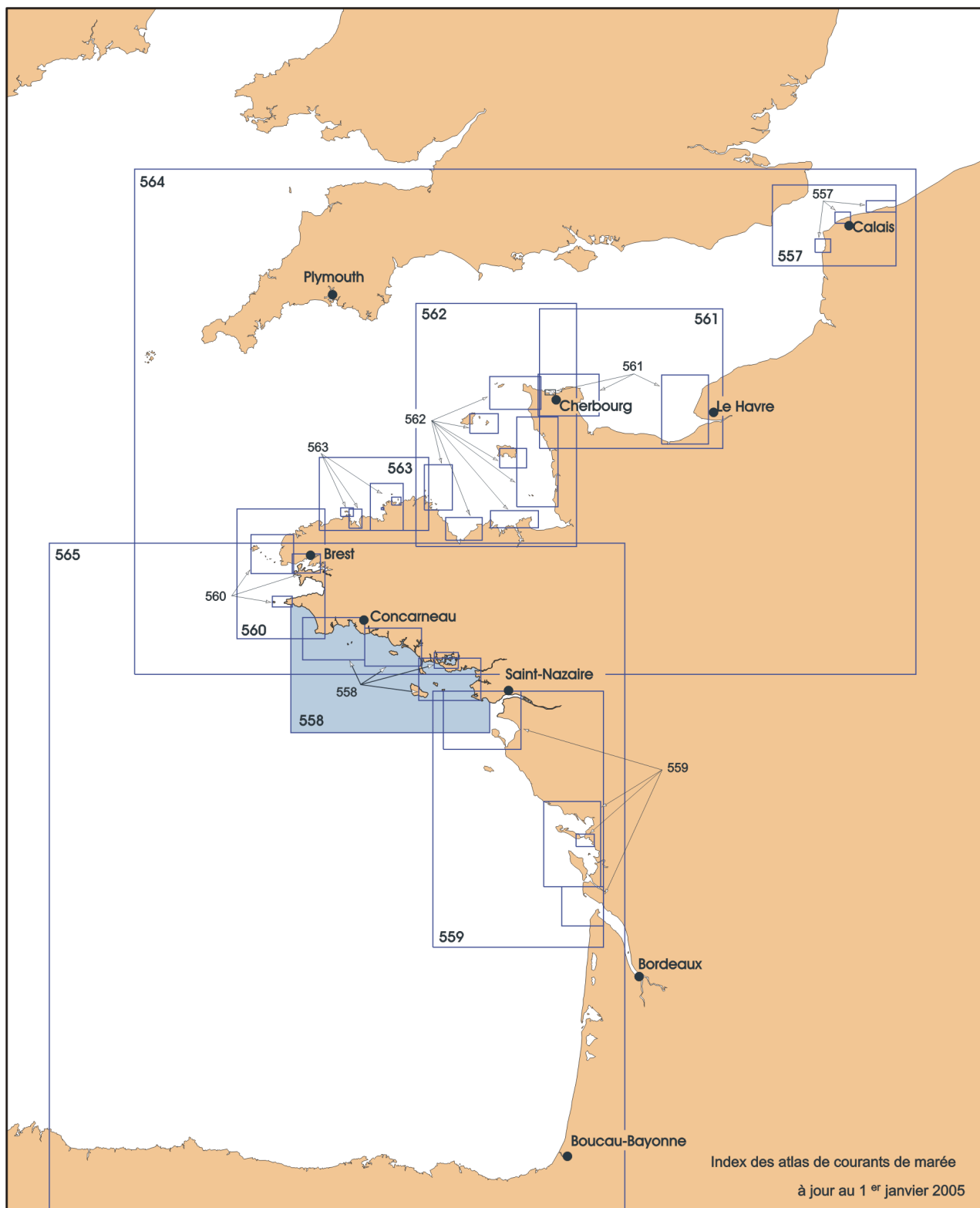


figure 2 : index des zones géographiques

5.3. Références des données

Les positions sont en coordonnées géographiques (latitude et longitude) rapportées au système géodésique WGS84.

Les valeurs de courants sont indiquées à chaque heure (à ne pas confondre avec l'heure de marée de la règle des douzièmes) à partir d'une référence qui est une pleine mer (PM) ou une basse mer (BM) d'un port de référence. Elles sont donc indiquées à intervalle de temps régulier, de 6 heures avant à 6 heures après cette référence.

5.4. Règles de configuration

Les dates de validation des fichiers de données sont indiquées dans le tableau en annexe. Ce produit sera mis à jour à l'occasion de la confection de nouvelles éditions des atlas. Une nouvelle édition des cartes marines exploitées pour le modèle bathymétrique n'entraîne pas automatiquement la mise à jour du produit.

6. ORIGINE DES DONNÉES

6.1. Sources

Les courants de marée contenus dans les fichiers sont issus des calculs de modèles de simulation numérique de la propagation de l'onde de marée dans un domaine maritime. Les modèles ont une emprise géographique plus importante que les fichiers de données dont la couverture géographique correspond à la couverture des atlas correspondants. En effet, les résultats obtenus aux limites des modèles sont de moins bonne qualité qu'à l'intérieur des modèles, c'est pourquoi la couverture géographique des fichiers a été réduite à celle où les données sont jugées de bonne qualité.

On distinguera les résultats issus de modèles aux différences finies et ceux issus de modèles aux éléments finis, modèles plus récents élaborés à partir du code de calcul TELEMAC-2D développé par le Laboratoire National d'Hydraulique de l'EDF.

Ainsi, les données des atlas 558, 559 et 561 à 565 (et fichiers numériques correspondants) ont été élaborées à partir de modèles aux éléments finis. Les données des atlas n°557 et 560 (et fichiers numériques correspondants) ont été élaborées à partir de modèles aux différences finies. Les modèles sont décrits dans le tableau en annexe.

La modélisation nécessite la connaissance de la bathymétrie et des conditions aux limites ouvertes (hauteurs d'eau et/ou courants). Pour les modèles ayant servi à réaliser les atlas n° 557 et 560, seule la bathymétrie fournie par les cartes marines des zones correspondantes a été utilisée. Pour les modèles ayant servi à réaliser les atlas n° 558, 559 et 561 à 565, la bathymétrie est issue en priorité de la Base de Données Bathymétriques du SHOM (BDBS). Selon les modèles, des sources de données complémentaires ont été également utilisées : les sondes et isobathes des cartes marines, des données photogrammétriques, des données extérieures au SHOM (IFREMER, les DDE, ...), la base de données mondiale GEBCO pour le modèle de la Manche.

Les conditions aux limites sont des hauteurs d'eau calculées en utilisant les méthodes les plus récentes de calcul de la marée au large, élaborées par le SHOM.

6.2. Élaboration

Élaboration des modèles aux différences finies (atlas 557 et 560)

Ces modèles ont été élaborés à l'EPSHOM à partir d'un moteur d'équations mis à disposition par l'Université de Bretagne Occidentale. Les équations de Navier-Stokes exprimant la conservation de la masse et de la quantité de mouvement ont été résolues en faisant des hypothèses simplificatrices parmi lesquelles :

- le mouvement est horizontal uniquement (pression hydrostatique),
- les forces astrales sont négligées,
- écoulement incompressible,
- représentation du fond selon le schéma de Chézy,
- les conditions aux limites aux frontières ouvertes sont les hauteurs de marée prédites.

La résolution des équations a fait appel à la technique de calcul de Leendertse, à partir du schéma numérique mis au point par Peaceman, Rachford et Douglas. Il s'agit d'un schéma aux différences finies.

Élaboration des modèles aux éléments finis (atlas 558, 559 et 561 à 565)

Le code de calcul utilisé est TELEMAC-2D, développé par le Laboratoire National Hydraulique de l'EDF. TELEMAC-2D est un code aux éléments finis qui résout les équations de Barré Saint-Venant à deux dimensions d'espace horizontales : il fournit en chaque nœud du maillage la hauteur d'eau et la vitesse moyennée sur la verticale. Le modèle doit être contraint à ses limites extérieures par des conditions aux limites de hauteur d'eau (signal de marée). Le schéma de Chézy a été utilisé pour représenter les frottements au fond.

Les modèles qui ont été réalisés avec TELEMAC-2D sont par ordre chronologique :

- le modèle de la Baie de Seine (1996)
- le modèle du Golfe Normand-Breton (1997)
- le modèle de la Bretagne Nord (1998)
- le modèle de la Manche (1999)
- le modèle du Golfe de Gascogne (2000)
- le modèle du Golfe du Morbihan (2000)
- le modèle de la Baie de Bourgneuf (2000)
- le modèle des Pertuis charentais (2000).

6.3. Validation

Un certain nombre d'étapes de validation ont été suivies pour aboutir au produit numérique :

- réglage des paramètres physiques et numériques du modèle, par comparaison des résultats des « runs » successifs et les mesures in situ de courant et de hauteurs d'eau ; adoption des paramètres physiques et numériques définitifs ;
- ajustement du modèle ainsi obtenu aux mesures in situ validées afin d'une part de réduire les écarts résiduels entre le modèle et les mesures et d'autre part d'obtenir le courant de surface (le modèle fournit un courant moyen sur la colonne d'eau) ;

La validation n'est faite que ponctuellement pour les points de calcul correspondant à des mesures de courants.

- ajustement des modèles entre eux afin de les faire coïncider dans les zones de recouvrement ;
- interpolation des résultats selon un maillage régulier plus lâche afin d'obtenir des données lisibles sur les atlas ;
- suppression de tous les recouvrements pour obtenir les données du produit numérique ; dans les zones de recouvrement, les données à plus haute résolution spatiale sont conservées.

7. QUALITÉ DES DONNÉES

7.1. Facteurs influençant la précision et la résolution

La précision des résultats n'est en pratique limitée que par les facteurs suivants :

- la précision de la connaissance du milieu (bathymétrie, conditions aux limites ouvertes) ;
- par la précision de la représentation (résolution) de ce milieu (un maillage trop lâche ne permet pas une bonne représentation de la bathymétrie si elle est chahutée) ;
- par la puissance de calcul disponible.

Ces paramètres, et en particulier les performances des ordinateurs, ne cessent d'évoluer. Dans ce produit, cela se traduit par une amélioration de la résolution spatiale suivant les dates de calcul des zones. On est ainsi passé d'un maillage de 2 km pour la zone du *Pas de Calais - n° 557 édition 1988* à un maillage de 150 m pour la *Rade de Brest - n° 560 édition 1994*, puis au maillage variable, pouvant descendre à quelques mètres, pour la zone *Bretagne Nord n° 563 édition 1999*.

Attention ! Les maillages évoqués ci-dessus sont les maillages utilisés pour l'élaboration des modèles, et non ceux des fichiers numériques, utilisant des maillages réguliers et plus lâches, obtenus grâce à une interpolation par splines des modèles. Les valeurs des pas sont indiquées dans le tableau en annexe.

Mais ces progrès, rendus possibles par l'évolution des moyens de calcul, seraient illusoire sans une connaissance de la bathymétrie à une échelle équivalente. Pour les modèles aux différences finies, seule la bathymétrie fournie par les cartes marines a été utilisée. Or celle-ci ne présente pas toute la finesse requise pour cette application, car elle est issue d'un choix de sondes destiné à attirer l'attention du navigateur sur les éléments essentiels du point de vue de la sécurité de la navigation. Il en résulte que les cartes marines, d'une part, ne fournissent pas une densité de sondes suffisante en de nombreuses zones et d'autre part, décrivent la bathymétrie réelle en accentuant les reliefs susceptibles de représenter un danger.

Les modèles aux éléments finis (atlas et fichiers numériques n° 558, 559 et 561 à 565) ont bénéficié de la constitution de la Base de Données Bathymétriques du SHOM, entreprise en 1995, et qui est destinée à rassembler sous forme numérique l'ensemble des données bathymétriques dont le SHOM dispose. Cependant, lors de l'élaboration de ces modèles, la couverture de la base n'était pas complète; ainsi dans la zone *Bretagne-Nord* (atlas n° 563), seul le cartouche Baie de Morlaix a bénéficié d'une bathymétrie complète.

Il faut rappeler que ce produit ne donne que les prédictions de courants de marée ; par conséquent, les valeurs ne tiennent pas compte des courants liés aux circonstances météorologiques d'une part et à la circulation océanique générale d'autre part.

7.2. Précision

La précision des valeurs de courant de marée issues des modèles a été évaluée par comparaison avec des mesures fiables, en attribuant une précision moyenne par modèle. Cette méthode présente les inconvénients suivants :

- une valeur de courant calculée est représentative d'une maille, dont l'étendue varie de quelques centaines de mètres à plusieurs kilomètres, alors que la mesure est ponctuelle ;
- le modèle calcule la moyenne du courant sur toute la colonne d'eau alors qu'une mesure de courant est caractéristique de la tranche d'eau où elle a été réalisée ;
- les observations de courant sont de qualités inégales ;
- les écarts peuvent varier considérablement selon les points de mesure.

Par conséquent, la notion de précision d'un modèle de courants de marée n'est qu'approximative et la qualité de la donnée est très difficile à apprécier selon ce critère, d'autant plus difficile que la maille est grande. La dernière colonne du tableau en annexe fournit néanmoins, quand elles sont disponibles, des indications sur la précision des modèles, à savoir :

- La moyenne des écarts en pourcentage, par coefficient 95, entre les vitesses maximales théoriques (calculées par le modèle) et les vitesses maximales mesurées;

- le déphasage moyen en heure entre les phases des courants théoriques et les phases des courants mesurés, par coefficient 95.

Seuls les modèles réalisés avec le logiciel TELEMAC ont pu faire l'objet d'un examen complet de la qualité des données.

7.3. Résolution

Résolution spatiale :

Pour constituer les fichiers, les modèles originaux ont été interpolés sur des grilles régulières. Pour les fichiers numériques 557 et 560, un échantillonnage (ou pas) géographique en kilomètres a été choisi alors qu'un échantillonnage en minutes d'angle a été adopté pour les fichiers 558, 559 et 561 à 565 issus de TELEMAC-2D.

Cependant, le pas n'est pas régulier pour les raisons suivantes :

- la présence de terre ;
- des points ont été ajoutés manuellement dans les fichiers pour faire ressortir certains courants remarquables ;
- pour améliorer la lisibilité des atlas, une ligne de points de courant sur deux a été décalée, si bien que les points de courant sont disposés en quinconce les uns par rapport aux autres ; les mailles forment ainsi des parallélogrammes et non des rectangles.

Les valeurs du pas géographique indiquées dans le tableau en annexe pour chaque fichier ne le sont qu'à titre indicatif ; il ne faut pas les exploiter dans des programmes informatiques.

Résolution des valeurs de courant :

Composantes horizontales : 0,1 nœud

Composantes verticales : 0,1 noeud

8. ORGANISATION DES DONNÉES

8.1. Organisation physique

A chaque zone géographique de la figure 2 correspond un fichier de données.

Le nom d'un fichier d'une zone principale et ceux des cartouches associés ont en commun le numéro de la zone (ou numéro de l'atlas de courant).

Il y a en tout 9 répertoires. Le nom de chaque répertoire correspond à un numéro d'atlas. Par exemple le répertoire 557 correspond à l'atlas de courant de marée n°557. Dans chaque répertoire sont stockés tous les fichiers de l'atlas correspondant et un fichier `_lisez_moi.txt` fournissant des informations sur chaque fichier.

Exemple :

BRETAGNE_SUD_558 et GLENAN_558

BRETAGNE_SUD : zone générale de la Bretagne-Sud

GLENAN : cartouche correspondant aux Glénan, le cartouche A de l'ouvrage

558 : numéro de nomenclature de l'atlas correspondant

8.2. **Format**

Chaque fichier de courant comprend un en-tête et trois lignes pour chaque point de données.

En-tête

Un enregistrement : nom du port de référence marée

Données

Pour chaque point, le fichier comporte trois lignes :

1- La position en WGS84 (codée sur 18 caractères)

Latitude : sDDMM.mmm

La latitude est positive au Nord

Longitude : sDDDMM.mmm

La longitude est positive vers l'Est

s = signe, DD = degrés, MM.mmm = minutes décimales.

2- Les courants de vive-eau (codés sur 78 caractères)

En dixièmes de noeud, heure par heure, de -6 heures à +6 heures par rapport à la PM ou à la BM du port de référence.

Les composantes ouest-est et sud-nord sont séparées par un astérisque; les composantes sont positives vers l'est et le nord.

Les courants de vive-eau correspondent à un coefficient de 95.

3- Les courants de morte-eau (codés sur 78 caractères)

Selon le même format que les courants de vive-eau

Les courants de morte-eau correspondent à un coefficient de 45.

Exemples d'enregistrements :

1er exemple :

Calais

5048.300 133.083

3 5 5 5 2 -2 -5 -5 -4 -2 -2 -2 2 * -22-21-17 -8 8 20 23 22 16 7 -3-14-22

2 3 3 2 1 -1 -2 -2 -2 -1 -1 -1 1 * -13-13-10 -4 5 10 12 11 8 3 -2 -7-12

5045.467 131.433

-1 0 1 3 2 2 1 0 -1 -2 -2 -2 -2 * -16-19-17-10 3 14 20 20 15 8 -2 -9-15

-1 0 1 1 3 1 1 0 -1 -1 -2 -2 -1 * -12-12 -8 -3 3 9 12 12 8 3 -2 -8-11

Dans ce premier exemple, les données sont rapportées à la pleine mer (PM) de Calais

2ème exemple :

La Rochelle.BM

4609.500 -114.600

-1 1 0 0 1 2 0 0 1 0 0 0 -1 * -1 -5 -7 -9 -13 -12 -6 5 14 12 9 5 0

0 0 0 0 0 1 1 0 0 0 0 0 0 * 2 0 -2 -4 -4 -6 -7 -4 1 7 7 5 3

Dans ce deuxième exemple, les données sont rapportées à la basse mer (BM) de La Rochelle

Nota important :

- lorsque la référence est la pleine mer, le nom du port de référence est écrit sans suffixe ;
- lorsque c'est la basse mer, il est suivi du suffixe BM (Basse Mer).

9. LIMITATION D'EMPLOI

9.1. Restriction

Les données sont la propriété exclusive du SHOM.

9.2. Limites d'utilisation

Le modèle Manche est un modèle à petite échelle dont la taille de maille varie de 1 km à la côte à 8 km loin des côtes, pour atteindre 20 km à la limite ouest du domaine. Les résultats de modèle (donc les fichiers contenant le numéro 564) ne sont pas valables près des côtes, car les mailles de 2 ou 3 kilomètres ne peuvent prendre en compte les accidents de bathymétrie.

Les valeurs de courant indiquées le long des côtes anglaises sont incertaines en raison de la pauvreté de la bathymétrie dont le SHOM disposait pour modéliser cette zone : en effet, la bathymétrie dans la zone anglaise provient de cartes marines à petite échelle et de données GEBCO. En particulier, les valeurs de courant à l'ouest de la Grande Bretagne au nord du parallèle 49° 45' (îles Scilly incluses) ne sont données qu'à titre indicatif.

D'une manière générale, les modèles ne permettent pas de représenter dans le détail tous les régimes de courants, et en particulier, certains courants locaux générés par le relief de certaines côtes ou des constructions portuaires. En effet, l'échelle du trait de côte, mais également la densité de la bathymétrie et des points du maillage, conditionnent la résolution des modèles. Ce défaut s'observe par exemple dans l'archipel des Glénans, où les courants proviennent du modèle du Golfe de Gascogne, trop grossier pour permettre une caractérisation fine des courants dans l'archipel.

La zone géographique s'étendant du sud de l'estuaire de la Gironde à la frontière franco-espagnole n'est pas couverte.

Seuls les courants dus au phénomène de la marée sont pris en compte. Le produit numérique « Courants de marée des côtes de France (Manche/Atlantique) - Édition 2005 » ne suffit pas pour effectuer des calculs de dérives ; pour cela il est nécessaire de prendre en compte également des données ou modèles de circulation du vent ou/et des données ou modèles de circulation générale là où celle-ci n'est pas négligeable devant le phénomène de marée.

Le produit numérique « Courants de marée des côtes de France (Manche/Atlantique) - Édition 2005 » ne permet pas non plus le calcul de courants en 3D, puisque les fichiers contiennent des courants de surface (cf. § 5.1), ni d'effets autres que ceux induits par la marée.

10. MODE D'EMPLOI

Le produit numérique « Courants de marée des côtes de France (Manche/Atlantique) - Édition 2005 » contient seulement les données de courants de marée. Plusieurs exploitations sont possibles :

- affichage des données heure par heure pour divers coefficients, soit sous forme tabulée, soit sous forme de rose de courants (cf. figure 1).

La vitesse V correspondant au coefficient C est calculée selon la formule :

$$V = V_{me} + \frac{(C - 45) * (V_{ve} - V_{me})}{50}$$

V_{me} et V_{ve} étant respectivement les vitesses de morte-eau (coefficient 45) et les vitesses de vive-eau (coefficient 95) calculées par le modèle.

- calcul du vecteur courant de marée (u,v) en un point quelconque de la couverture et à un instant t quelconque.

Cette application requiert les éléments suivants :

- règles d'interpolation sur le coefficient de marée : idem première application
- règles d'interpolation en temps : connaître la valeur du courant à un instant t revient à situer cet instant t entre deux heures rondes autour de la pleine mer (ou basse mer) du port de référence. Cela suppose de connaître les heures des pleines ou basses mers du port de référence les plus proches de l'instant t : celles-ci peuvent être tabulées pour une période donnée, ou calculées à partir des logiciels de prédiction de marée du SHOM. Une fois l'instant t situé dans la bonne tranche horaire entre PM-6 et PM+6 (ou BM-6 et BM+6), une interpolation linéaire convient.
- règles d'interpolation en espace. Plusieurs règles possibles. En voici une :

si le vecteur (u,v) est situé à l'intérieur de la maille formée par les 3 vecteurs de composantes connues (u1,v1), (u2,v2), (u3,v3), on peut écrire

$$u = \frac{u_1 d_2 d_3 + u_2 d_1 d_3 + u_3 d_1 d_2}{d_1 d_2 + d_2 d_3 + d_3 d_1}$$
$$v = \frac{v_1 d_2 d_3 + v_2 d_1 d_3 + v_3 d_1 d_2}{d_1 d_2 + d_2 d_3 + d_3 d_1}$$

Si le vecteur (u,v) à déterminer n'est contenu dans aucune maille (cas d'un point situé en limite de modèle ou près du littoral), on peut choisir de lui attribuer les composantes du vecteur courant le plus proche. Pour pouvoir effectuer le test d'appartenance à une maille ou non, et pour éviter de calculer des valeurs de courant sur la terre, il peut s'avérer utile voire indispensable de disposer d'un trait de côte.

11. ANOMALIES

Des différences notables entre les courants du modèle Manche (atlas 564) et les courants dans certaines zones du modèle Baie de Seine (atlas 561) ont été relevées. Ces différences apparaissent à certaines heures autour de la pleine mer de Cherbourg. Le modèle Manche a été jugé meilleur que le modèle Baie de Seine puisqu'il donne des résultats conformes aux mesures. Les anomalies du modèle de la Baie de Seine s'expliquent par le fait que les limites de ce modèle ont été placées beaucoup trop près de la zone d'intérêt.

Pour pallier ces anomalies, les courants dans la zone générale de la Baie de Seine ne proviennent pas du modèle de la Baie de Seine, mais d'une interpolation du modèle de la Manche (fichier BAIE_DE_SEINE_564). Le modèle de la Baie de Seine a néanmoins été retenu pour constituer les fichiers LE_HAVRE_561, BARFLEUR_561, CHERBOURG_561, correspondants aux cartouches de l'atlas de la Baie de Seine. Il y a cohérence entre ces quatre fichiers.

Par conséquent, le fichier BAIE_DE_SEINE_564 n'est pas conforme aux planches de l'atlas de la Baie de Seine qui représentent les courants dans la zone générale de la Baie de Seine. En effet, ces planches sont issues du modèle de la Baie de Seine. Rappelons que mis à part ce fichier, tous les autres fichiers sont conformes aux planches correspondantes dans les atlas.

12.LES RÉPONSES A VOS QUESTIONS LES PLUS FRÉQUENTES

Sans objet.

ANNEXE

Liste descriptive des fichiers numériques

NOM DU FICHIER Nombre de points /volume en kilo-octets (Ko)	Nom de la zone géographique Limites en degrés et minutes	Date de validation ¹	Pas géographique ²	Référence marée	Type de modèle Maillage original disponible ³	Qualité – Précision ⁴
PAS_DE_CALAIS_557 97 pts / 17 Ko	Le Pas de Calais 50° 37' n - 51° 13' n / 1° 00' e - 2° 26' e	Octobre 1988	Environ 7 km	PM Calais	Différences finies Néant	Non évaluées
DUNKERQUE_557 11 pts / 2.0 Ko	Abords de Dunkerque 51° 01' n - 51° 06' n / 2° 05' e - 2° 26' e	Octobre 1988	Non constant	PM Dunkerque	Points de mesure in situ	Non évaluées
CALAIS_557 8 pts / 2 Ko	Abords de Calais 50° 56' n - 51° 01' n / 1° 43' e - 1° 54' e	Octobre 1988	Non constant	PM Calais	Points de mesure in situ	Non évaluées
BOULOGNE_557 3 pts / 0.5 Ko	Abords de Boulogne-sur-Mer 50° 43' n - 50° 49' n / 1° 29' e - 1° 40' e	Octobre 1988	Non constant	PM Boulogne-sur- Mer	Points de mesure in situ	Non évaluées
BRETAGNE_SUD_558 397 pts / 71 Ko	Côte Sud de Bretagne, d'Audierne au Croisic 46° 43' n - 47° 52' n / 4° 30' w - 1° 53' w	Mars 2005	3.62' 2.45' ~ 4.5 km	PM Concarneau	TELEMAC Maillage variable : De 300 m à la côte à 2 km au large	E < 15 % $\Delta \phi < 30$ mn

¹ La date de validation du fichier correspond à la date de publication de l'atlas correspondant.

² Donné à titre indicatif (cf § 7.3). Pour les fichiers 557, 559 et 560, le pas est métrique. Pour les fichiers 558 et 561 à 564, issus du modèle TELEMAC, le pas est en longitude et en latitude. Sont indiqués en premier le pas en longitude, puis le pas en latitude, enfin le pas approché en km.

³ TELEMAC est un modèle aux éléments finis de mailles variables triangulaires. Les modèles à différences finies sont à maillage régulier.

⁴ E = moyenne des écarts en pourcentage, par coefficient 95, entre les vitesses maximales calculées par le modèle et les vitesses maximales mesurées;
 $\Delta \phi$ = le déphasage moyen en minutes entre les phases des courants calculés par le modèle et les phases des courants mesurés, par coefficient 95.

GLENAN_558 803 pts / 144 Ko	De la Pointe de Penmarc'h à la Pointe de Trévignon 47° 38' n - 47° 54.2' n / 4° 11' w - 3° 49' w	Mars 2005	1.1' 0.76' ~ 1.4 km	PM Concarneau	TELEMAC Maillage de 2 km	E < 15 % $\Delta \phi < 30$ mn
GROIX_558 602 pts / 108 Ko	De Port-Manec'h à Étrel 47° 31.99' n - 47° 50' n / 3° 48' w - 3° 08' w	Mars 2005	1.04' 0.7' ~ 4.24 km	PM Port-Tudy	TELEMAC Maillage variable : de 300 m autour de Groix à 2,5 km	E < 15 % $\Delta \phi < 30$ mn
QUIBERON_558 646 pts / 115 Ko	De Quiberon au Croisic 47° 15.5' n - 47° 35.7' n / 3° 10' w - 2° 26.3' w	Mars 2005	1.12' 0.76' ~ 1.4 km	PM Port-Navalo	TELEMAC Maillage variable : de 300 m à 2,5 km	E < 15 % $\Delta \phi < 30$ mn
MORBIHAN-558 591 pts / 106 Ko	Golfe du Morbihan 47° 30.92' n - 47° 38.5' n / 2° 59' w - 2° 42.2' w	Mars 2005	0.43' 0.29' ~ 0.55 km	PM Port-Navalo	TELEMAC Maillage variable : De 50 m à 150 m à l'intérieur du Golfe	E < 15 % $\Delta \phi < 30$ mn
VENDEE_GIRONDE_559 517 pts / 92 Ko	Côte Ouest de France, de Saint- Nazaire à Royan 45° 15' n - 47° 20' n / 3° 00' w - 1° 00' w	Décembre 2001	~ 7,07 km	PM Les Sables- d'Olonne	TELEMAC Maillage de 2,5 km	E < 15 % $\Delta \phi < 30$ mn
LOIRE_BOURGNEUF_559 332 pts / 60 Ko	L'estuaire de la Loire 46° 52' n - 47° 20' n / 2° 53' w - 1° 58' w	Décembre 2001	~ 2.82 km	PM Saint-Nazaire	TELEMAC Maillage variable : de 50 m à la côte à 1,2 km au large	E < 15 % $\Delta \phi < 30$ mn
LA_ROCHELLE_559 651 pts / 117 Ko	Abords de la Rochelle 46° 04 .73' n – 46° 10.08' n / 1° 19.2 w – 1° 06.4 ' w	Décembre 2001	~ 470 m	<u>BM</u> La Rochelle- Pallice	TELEMAC Maillage variable : De 50 m à 150 m	E < 15 % $\Delta \phi < 30$ mn
PERTUIS_CHARENTAIS_559 614 pts / 110 Ko	Les Pertuis Charentais 45° 45' n - 46° 27' n / 1° 42' w - 1° 02' w	Décembre 2001	~ 2.82 km	<u>BM</u> La Rochelle- Pallice	TELEMAC Maillage variable : De 50 m à la côte à 4 km au large	E < 15 % $\Delta \phi < 30$ mn

GIRONDE_559 328 pts / 59 Ko	Embouchure de la Gironde 45° 25' n - 45° 45' n / 1° 38' w - 1° 00' w	Décembre 2001	~ 2.82 km	PM Pointe de Grave	TELEMAC Maillage de 2 km	E < 15 % $\Delta \phi < 30$ mn
IROISE_560 698 pts / 124 Ko	IROISE – Côte Ouest de Bretagne, de Goulven à Penmarc'h. 47° 45' n – 48° 46' n / 5° 18' w – 4° 16' w	Novembre 1994	2.7 km	PM Brest	Différences finies 0.650 x 0.650 km	Non évaluées
OUESSANT_560 559 pts / 100 Ko	Abords de l'île d'Ouessant, de la Pointe de Saint-Mathieu à Portsall 48° 16' n – 48° 34' n / 5° 09' w – 4° 38' w	Novembre 1994	1.3km	PM Brest	Différences finies 0.150 x 0.150 km	Non évaluées
RADE_BREST_560 499 pts / 90 Ko	Rade de Brest 48° 16' n – 48° 25' n / 4° 39' w – 4° 14' w	Novembre 1994	0.6 km	PM Brest	Différences finies 0.150 x 0.150 km	Non évaluées
SEIN_560 407 pts / 73 Ko	Abords de l'île de Sein 48° n – 48° 05' n / 4° 53' w – 4° 39' w	Novembre 1994	0.6 km	PM Brest	Différences finies 0.150 x 0.150 km	Non évaluées
LE_HAVRE_561 515 pts / 90 Ko	Abords du Havre 49° 16' n - 49° 47.7 'n / 0° 19' w - 0° 14' e	Novembre 1996	1.53' 1' 1.85km	<u>BM</u> Le Havre	TELEMAC Maillage variable	E < 15 % $\Delta \phi < 60$ mn
BARFLEUR_561 359 pts / 65 Ko	Abords de la Pointe de Barfleur 49° 29' n - 49° 48' n / 1° 46' w - 1° 03 'w	Novembre 1996	1.36' 0.89' 1.6km	PM Cherbourg	TELEMAC Maillage variable	E < 15 % $\Delta \phi < 60$ mn
CHERBOURG_561 179 pts / 32 Ko	Port de Cherbourg 49° 38.5' n – 49° 40.8' n / 1° 41.25' w - 1° 34' w	Novembre 1996	0.3' 0.19' 0.35km	PM Cherbourg	TELEMAC Maillage variable	E < 15 % $\Delta \phi < 60$ mn

GOLFE_NORMAND_BRETON_562 365 pts / 66 Ko	Golfe Normand-Breton, de Cherbourg à Paimpol 48° 30' n – 50° 18' n / 3° 10' w – 1° 20' w	Juillet 1998	5' 3.5' 6.5km	PM Saint-Malo	TELEMAC Maillage variable : de 200 m à la côte à 2 km au large	E < 15 % $\Delta \phi < 30$ mn
HAGUE_562 124 pts / 22 Ko	Abords du Raz Blanchard 49° 32' n – 49° 47' n / 2° 20.14' w – 1° 44' w	Juillet 1998	2.3' 1.5' 2.7km	PM Saint-Malo	TELEMAC Maillage variable de 50 m à la côte à 1 km au large	E < 15 % $\Delta \phi < 30$ mn
GUERNSEY_562 69 pts / 12 Ko	Abords des îles de Guernesey et de Sark. 49° 21' n – 49° 30.4' n / 2° 34' w – 2° 14.12' w	Juillet 1998	1.95' 1.2' 2.2km	PM Saint-Malo	TELEMAC Maillage variable : de 50 m à la côte à 1 km au large	E < 15 % $\Delta \phi < 30$ mn
JERSEY_562 56 pts / 10 Ko	Abords de l'île de Jersey 49° 05' n – 49° 14' n / 2° 13' w – 1° 54' w	Juillet 1998	1.85' 1.15' 2.1km	PM Saint-Malo	TELEMAC Maillage variable : de 50 m à la côte à 1 km au large	E < 15 % $\Delta \phi < 30$ mn
GRANVILLE_562 142 pts / 27 Ko	De Carteret à Granville 48° 47' n – 49° 28.5' n / 2° 01' w – 1° 32' w	Juillet 1998	3' 2' 3.7km	PM Saint-Malo	TELEMAC Maillage variable : de 50 m à la côte à 1 km au large	E < 15 % $\Delta \phi < 30$ mn
SAINT_MALO_562 251 pts / 45 Ko	De Cancale au Cap Fréhel 48° 37.2' n – 48° 45.2' n / 2° 19.5' w – 1° 45' w	Juillet 1998	1.1' 0.75' 1.4km	PM Saint-Malo	TELEMAC Maillage variable : de 50 m à la côte à 1 km au large	E < 15 % $\Delta \phi < 30$ mn
BRIEUC_562 169 pts / 30 Ko	Baie de Saint-Brieuc, d'Erquy à Saint-Quay-Portrieux 48° 31.4' n – 48° 42' n / 2° 51' w – 2° 25.3' w	Juillet 1998	1.18' 0.82' 1.5km	PM Saint-Malo	TELEMAC Maillage variable : de 50 m à la côte à 1 km au large	E < 15 % $\Delta \phi < 30$ mn

BREHAT_562 258 pts / 45 Ko	Abords de l'île de Bréhat et de Paimpol 48° 45.5' n – 49° 06.5' n / 3° 06' w – 2° 46.3' w	Juillet 1998	1.4' 0.96' 1.8km	PM Paimpol	TELEMAC Maillage variable : de 50 m à la côte à 1 km au large	E < 15 % $\Delta \phi < 30$ mn
BRETAGNE_NORD_563 403 pts / 73 Ko	Bretagne-Nord, des Héaux-de-Bréhat à la Pointe de Pontusval 48° 36' n – 49° 09' n / 4° 20' w – 3° 03' w	Juin 1999	2.35' 1.6' 3km	PM Roscoff	TELEMAC Maillage variable : de 20 m à la côte à 15 km au large	E < 15 % $\Delta \phi < 30$ mn
7ILES_LANNION_563 351 pts / 65 Ko	Abords des Sept Îles et Baie de Lannion 48° 35' n – 48° 58' n / 3° 44' w – 3° 21' w	Juin 1999	1.05' 0.65' 1.3km	PM Roscoff	TELEMAC Maillage variable : > 20m	E < 15 % $\Delta \phi < 30$ mn
PERROS_GUIREC_563 57 pts / 10 Ko	Abords de Perros-Guirec 48° 48' n – 48° 51.5' n / 3° 29' n – 3° 22.5' w	Juin 1999	0.64' 0.4' 0.75km	PM Roscoff	TELEMAC Maillage variable : > 20m	E < 15 % $\Delta \phi < 30$ mn
TREBEURDEN_563 33 pts / 6 Ko	Abords de Trébeurden 48° 45.7' n – 48° 46.6' n / 3° 36.4' w – 3° 34.5' w	Juin 1999	0.21' 0.14' 0.25km	PM Roscoff	TELEMAC Maillage variable : > 20m	E < 15 % $\Delta \phi < 30$ mn
MORLAIX_563 386 pts / 70 Ko	Baie de Morlaix 48° 37' n – 48° 46' n / 3° 59' w – 3° 50' w	Juin 1999	0.41' 0.27' 0.5km	PM Roscoff	TELEMAC Maillage variable : de 20 m à la côte à 2 km au large	E < 15 % $\Delta \phi < 30$ mn
BATZ_563 614 pts / 110 Ko	Abords de l'île de Batz 48° 42.5' n – 48° 46.5' n / 4° 05' w – 3° 56' w	Juin 1999	0.27' 0.18' 0.35km	PM Roscoff	TELEMAC Maillage variable : > 20m	E < 15 % $\Delta \phi < 30$ mn
BLOSCON_563 39 pts / 7 Ko	Port de Roscoff-Bloscon 48° 43' n – 48° 43.6' n / 3° 58.1' w – 3° 57.1' w	Juin 1999	0.14' 0.094' 0.17km	PM Roscoff	TELEMAC > 20m	E < 15 % $\Delta \phi < 30$ mn

ROSCOFF_563 31 pts / 6 Ko	Port de Roscoff 48° 43.4' n – 48° 43.9' n / 3° 59' w – 3° 58' w	Juin 1999	0.13' 0.086' 0.16km	PM Roscoff	TELEMAC > 20m	E < 15 % $\Delta \phi < 30$ mn
MANCHE_564 290 pts / 52 Ko	La Manche 47° 50' n – 51° 53' n / 6° 30' w – 3° 00' e	Janvier 2000	9.28' 14.4' 17km	PM Cherbourg	TELEMAC Maillage variable : de 1 km à la côte à 8 km au large	E < 30 % Jusqu'à 50 % au Nord-ouest $\Delta \phi < 30$ mn
BAIE_DE_SEINE_564 394 pts / 71 Ko	Baie de Seine, de Cherbourg à Fécamp 49° 14' n - 50° 10.7' n / 1° 45' w - 0° 24' e	Janvier 2000	4.1' 2.68' 5.5km	PM Cherbourg	TELEMAC Maillage variable : De 1 km à la côte à 4 km au large	E < 15 % $\Delta \phi < 60$ mn
GASCOGNE_565 442 pts / 79 Ko	Golfe de Gascogne 42° 49' n – 48° 30' n / 7° 30' w – 0° 45' w	Décembre 2002	16' 11' 20 km	PM Concarneau	TELEMAC Maillage variable : De 300 m à la côte à 10 km au large.	E < 15 % $\Delta \phi < 30$ mn