



Hydrodynamique du golfe de Gabès déduite à partir des observations de courants et de niveaux

Mohamed Jamel HATTOUR¹, Chérif SAMMARI², Sassi BEN NASSRALLAH³

1. Ecole Nationale d'Ingénieurs de Monastir, rue Ibn Eljazar, 5019 Monastir, Tunisie.

hattour@yahoo.fr

2. Institut National des Sciences et Technologies de la Mer, 28 rue du 2 mars 1934, 2025 Salammbô, Tunisie.

3. Laboratoire d'Etudes des Systèmes Thermiques et Energétiques, rue Ibn Eljazar, 5019 Monastir, Tunisie.

Résumé :

L'objectif de cette étude est de vérifier et d'expliquer la dynamique dans le littoral du golfe de Gabès (côte Est de Tunisie) par des observations *in situ*. Nous avons effectué différentes mesures de hauteur d'eau et de courant en quelques points significatifs de cette région qui, avec l'Adriatique (dans une moindre mesure), bénéficient de la plus grande amplitude de marée en mer Méditerranée.

Cette étude présente les premiers résultats des analyses des séries temporelles. Les instruments utilisés sont des ADCP (*Acoustic Doppler Current Profiler*) pour le courant et des marégraphes submersibles immergés pour la hauteur d'eau. La longueur moyenne de nos séries temporelles est 40 jours et sont réparties de 2007 à 2008.

Les résultats préliminaires sont concluants : bien que les composantes harmoniques aient été conformes à celles déjà établies par différents auteurs, les valeurs absolues des hauteurs d'eau ainsi que les phases présentent des écarts significatifs au moins dans deux zones. En outre, les hauteurs ont montré l'existence d'une boucle du courant général de la Méditerranée qui pénètre dans le golfe de Gabès.

Soumis le 4 janvier 2010, accepté le 25 mars 2010, en ligne le 6 septembre 2010.

La seule version examinée est celle écrite en français. La ou les autres versions n'étant pas examinées par le comité de rédaction de la revue, sont donc publiées sous l'entière responsabilité du ou des auteurs.

A TRANSLATED VERSION IN ENGLISH IS AVAILABLE ONLINE

Pour citer cet article :

HATTOUR M.J., SAMMARI C., BEN NASSRALLAH S. (2010). *Hydrodynamique du golfe de Gabès déduite à partir des observations de courants et de niveaux*. Revue Paralia, Vol. 3, pp 3.1–3.12.

DOI:10.5150/revue-paralia.2010.003 (disponible en ligne – <http://www.paralia.fr> – available online)

1. Introduction

La dynamique du golfe de Gabès est étroitement liée à la circulation générale de la Méditerranée d'une part, et d'autre part, aux propagations des ondes de marée à l'intérieur de ce golfe. Certes, les études de MOLINES (1991), ABDENNADHER & BOUKTHIR (2006) et SAMMARI *et al.* (2006), se sont bien focalisées sur la dynamique du golfe de Gabès, contrairement à d'autres, qui ont axé leurs études sur la Méditerranée Orientale (tels que TSIMPLIS *et al.*, 1995). Il est de plus en plus plausible, de confirmer ou d'infirmer leurs résultats par des mesures *in situ*, notamment dans la zone côtière.

Nous présentons dans la première partie les côtes tunisiennes et particulièrement le golfe de Gabès ; dans la seconde partie nous exposerons les données de l'analyse harmonique. La dernière partie portera sur les résultats de cette analyse et sur leurs comparaisons avec les études antérieures.

2. Le golfe de Gabès

2.1 Caractéristiques générales

Les côtes tunisiennes présentent un contraste remarquable entre la partie Nord (de la frontière algérienne à Ras Kapudia) et la partie Sud (jusqu'à la frontière libyenne). Au Nord, la mer est en général profonde près du rivage, les terres sont plus ou moins hautes et visibles d'assez grandes distances, "en un mot, le relief du sol et celui du fond sont accentués" (MANEN & HERAUD, 1890). Au Ras Kapudia, la configuration change totalement : la côte s'abaisse, il n'y a plus que des pentes douces, et les petits reliefs sont de plus en plus loin de la mer. Mais c'est surtout l'immense plateau continental qui fait la caractéristique principale de cette région. Les petits fonds entourent les îles Kerkennah (ou Cercina), encombrant une partie du golfe de Gabès, font le tour de l'île de Jerba, et vont se terminer sur la côte libyenne, à une quinzaine de milles à l'Est de Ras Ashdir, point frontière.

Ce plateau continental est, de loin, le plus large de la Méditerranée. Son contour, mesuré seulement sur l'isobathe de 20 mètres, est de 110 milles marins. Les fonds de 50 mètres vont à plus de 70 milles marins au large des îles Kerkennah (MANEN & HERAUD, 1890). Cette particularité fait du Golfe de Gabès une zone remarquable pour au moins trois aspects :

- a) La richesse des ressources biologiques.
- b) Les propriétés nautiques, où l'on trouve des zones calmes par presque tous les temps.
- c) Une amplitude de la marée sans équivalent dans la Méditerranée.

2.2 La marée

C'est dans le golfe de Gabès que la marée est la plus forte en Méditerranée. En effet, dans l'Adriatique, les marées observées ne dépassent guère, même en y ajoutant l'effet

de perturbation des vents, 1 mètre d'amplitude ; dans la mer Ionienne, les amplitudes maximales atteignent difficilement 0,75 mètre ; à Tripoli et dans le golfe de Syrte, l'influence des vents peut créer des oscillations de 0,60 mètre. Alors qu'à Gabès, l'amplitude atteint, et même dépasse, 2 mètres.

Ce marnage inhabituel en Méditerranée, non entièrement expliqué, est dû à un phénomène de résonance que rencontre l'onde principale de marée dans le bassin compris entre Ras Kapudia et Zarzis (SAMMARI *et al.*, 2006).

Les études de MOLINES (1991) et d'ABDENNADHER & BOUKTHIR (2006) sont, à notre connaissance, les seules études poussées qui ont mis l'accent sur la marée le long des côtes tunisiennes au cours des décennies passées. Les auteurs ont tracé les lignes cotidales des composantes harmoniques principales dans le golfe de Gabès. Il ressort de ces études que le maximum d'amplitude de la composante lunaire M_2 est 48 cm et se trouve dans le golfe de Gabès, ce qui a été publié par le IHO (1979). Cette amplitude décroît en allant vers le nord du canal de Sicile (12 cm), et vers les régions profondes orientales (6 cm). Le maximum d'amplitude de la composante S_2 est aussi localisé dans le golfe de Gabès, qui varie de 38 à 4 cm dans la direction Est. Le point amphidromique de S_2 est situé sur l'allignement Cap Bon (Tunisie) – Mazzara (Sicile), ligne où la phase est en rotation antihoraire. Il est légèrement décalé vers le nord ($0,3^\circ$) comparativement à la composante M_2 . Les grands traits des autres composantes semi diurnes sont similaires à ceux de la composante M_2 mais avec des amplitudes réduites, particulièrement pour la composante N_2 (Lunaire elliptique, semi-diurne). L'amplitude de la composante N_2 dans le golfe de Gabès est très faible par rapport aux autres composantes semi diurnes, environ 6 cm et ailleurs, l'amplitude est très faible et ne dépasse pas 3 cm.

2.3 Les courants

La connaissance sur les courants marins dans cette zone n'est pas bien définie, bien qu'elle soit meilleure comparativement aux paramètres de la vague. Les courants généraux des eaux de surface en Méditerranée sont générés par la provenance des eaux Atlantique, qui sont caractérisées par leur salinité plus faible, qui pénètrent par le détroit de Gibraltar.

D'après MANEN & HERAUD (1890), au sud du Ras Kapudia, les courants sont plus ou moins sensibles, ils sont réguliers et présentent dans leurs directions des alternatives correspondant à celles de la marée qui les engendre. Le flot vient du N.E. ou de l'Est et suit des directions comprises entre le N.O. et le S.O. il rencontre le grand plateau des Kerkennah (ou Cercina) et le contourne par le Nord et par le Sud pour pénétrer dans le canal et dans les fosses qui existent au milieu des bancs. Au Ras Kapudia, il se divise, une branche remontant avec une faible vitesse vers Mahdia, tandis que l'autre court au Sud remplir le canal. A la pointe de Mahres, par une bifurcation analogue, une branche

se dirige au Nord vers la rade de Sfax et le canal, et l'autre porte au Sud vers l'entrée de la baie des Sur Kenis.

Au Sud, le flot court devant Humt Suk à l'Ouest et, à partir du Bordj Djilidj, s'épanouit dans le golfe de Gabès ; ses branches extrêmes se dirigent, l'une vers la baie des Sur Kenis, l'autre vers le canal d'Adjim.

Enfin, au delà de Djerba, le flot court parallèlement à la côte, vers l'Ouest devant les Biban, au N.O. devant Zarzis. Le jusant suit des directions sensiblement inverses.

Au large, les étales et les renverses des courants se produisent à très peu près aux instants des pleines et basses mers, et les plus grandes vitesses à la mi-marée ; mais, dans les canaux, les étales retardent de plus en plus à mesure qu'on s'éloigne de l'entrée, et par exemple, à Sidi Mansur ou devant Ajim, on constate que les courants changent à peu près à la mi-flot et à la mi-jusant et que les plus grandes vitesses correspondent aux instants des pleines et basses mers.

Alors que MANZELLA *et al.* (1988), ont marqué qu'au nord de l'île italienne de Lampedusa le courant d'origine atlantique se scinde en deux branches : la première se dirige vers le Sud-Est en laissant l'île à l'Ouest alors que la seconde s'oriente vers le Sud et va alimenter la circulation au large du Golfe de Gabès. Le flux de la MAW (Modified Atlantic Water), à travers le détroit Siculo-Tunisien, présentant une variabilité saisonnière bien marquée, l'intensité de cette branche est, en conséquence, sujette à des fluctuations qui à leur tour vont directement affecter la circulation au large du golfe de Gabès (figure 1).

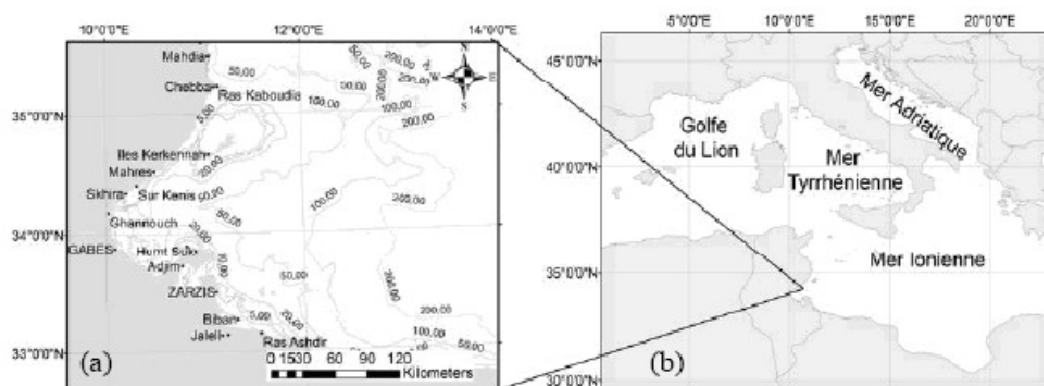


Figure 1. Carte bathymétrique du golfe de Gabès (à gauche) et carte de la Méditerranée (à droite).

3. Données

Nous disposons, entre septembre 2007 et décembre 2008, de dix séries temporelles aux stations indiquées à la figure 3 (hauteur d'eau obtenue par des marégraphes submersibles immergés et courants obtenus par des ADCP, voir tableau 1). Nous avons également exploité les séries obtenues par SAMMARI *et al.* (2006) résumées dans le

tableau 2. Ces dernières enrichiront notre analyse et surtout rendront plus aisée la validation de nos mesures.

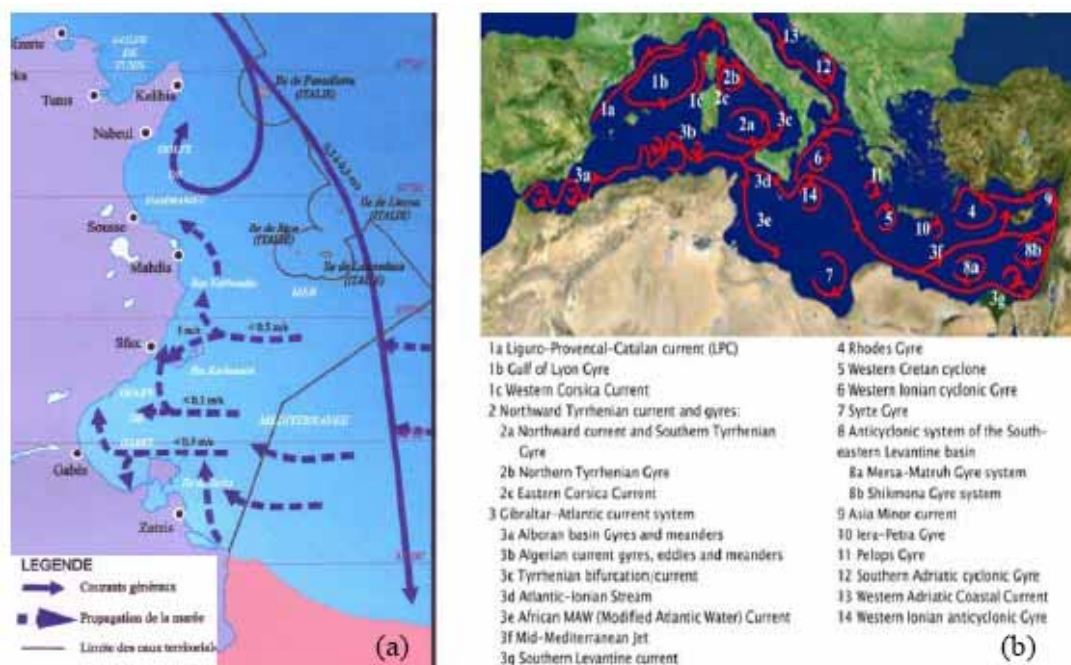


Figure 2. La schématisation des courants de surface à partir des observations et des simulations dressé par PINARDI & ZAVATARELLI (2005) (à gauche) et la carte dressé par le Laboratoire Central d'Hydraulique de France LCHF (1978) dans le cadre d'un rapport sur l'étude des ports de pêche côtière (études hydrauliques) au long des côtes tunisiennes (à droite).

Tableau 1. Stations de mesures effectuées.

| <i>Id</i> | <i>Instrument</i> | <i>Nom</i> | <i>Lon.</i> | <i>Lat.</i> | <i>Δt (sec)</i> | <i>Début</i> | <i>Durée (jrs)</i> | <i>Prof. (m)</i> |
|------------------|--------------------------|-------------------|--------------------|--------------------|-----------------------------------------------|---------------------|-------------------------------|-----------------------------|
| 1 | RBR 2050 | Gabes_1 | 33°53' | 10°07' | 360 | 11/09/2007 | 65.6 | 3.6 |
| 2 | RBR 2050 | Taguermess | 33°49' | 11°03' | 360 | 12/09/2007 | 64.5 | 3.2 |
| 3 | RBR 2050 | Gabes_2 | 33°53' | 10°07' | 360 | 6/03/2008 | 70.1 | 7.1 |
| 4 | RBR 2050 | Cercina | 34°44' | 11°05' | 360 | 10/09/2007 | 45.3 | 3.9 |
| 5 | RBR 2050 | Mahres | 34°07' | 10°25' | 360 | 19/03/2009 | 73.0 | 16 |
| 6 | RBR 2050 | Elkantara | 33°39' | 10°55' | 360 | 28/05/2008 | 40.9 | 3.2 |
| 7 | Argonaut | Elkantara | 33°39' | 10°55' | 1200 | 28/05/2008 | 40.9 | 3.2 |
| 8 | ADCP | Taguermess | 33°49' | 11°03' | 1200 | 12/09/2007 | 46.8 | 3.2 |
| 9 | ADCP | Chebba | 35°06' | 11°32' | 3600 | 25/12/2008 | 82.8 | 15 |
| 10 | ADCP | Mahres | 34°07' | 10° 25' | 3600 | 24/12/2008 | 52.7 | 16 |

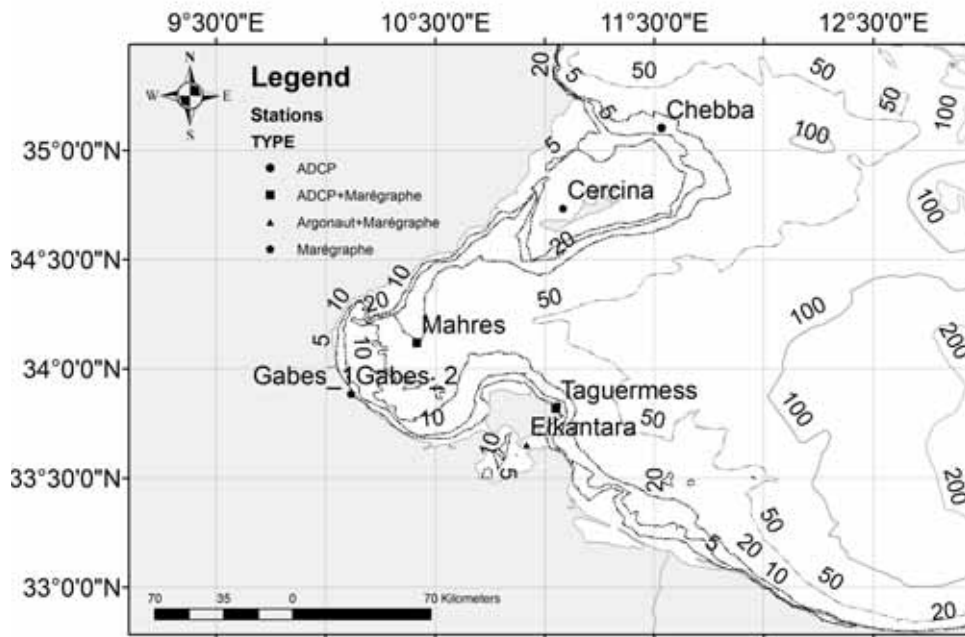


Figure 3. Les positions relatives des différentes stations.

Tableau 2. Stations de mesures SAMMARI et al. (2006).

| <i>Id</i> | <i>Instrument</i> | <i>Nom</i> | <i>Lon.</i> | <i>Lat.</i> | Δt (sec) | <i>Début</i> | <i>Durée</i> (jrs) |
|-----------|-------------------|------------|-------------|-------------|---------------------|--------------|-----------------------|
| 11 | MicroTide | Kerkennah | 34°39' | 10°58' | 360 | 04/04/2003 | 86.8 |
| 12 | MicroTide | Ganouch | 33°55' | 10°07' | 360 | 03/04/2003 | 87.8 |
| 13 | MicroTide | El Jorf | 33°42' | 10°44' | 360 | 02/04/2003 | 88.5 |
| 14 | MicroTide | Aghir | 33°44' | 11°00' | 360 | 02/04/2003 | 88.5 |

4. Méthodologie : l'analyse harmonique (exploitation des mesures)

L'analyse harmonique de la marée permet de la représenter sous forme d'une somme de composantes harmoniques de période et phase bien déterminées, correspondant aux termes de la force génératrice astronomique luni-solaire et à des termes complémentaires d'origine hydrodynamique.

Cet outil est le fruit des travaux de GODIN (1972) et GODIN (1976), leurs programmations sur ordinateur a été initié par FOREMAN (1977) sur Fortran puis repris par PAWLOWICZ et al. (2002) sur Matlab.

Il est habituel, pour les observations des mesures de déplacement vertical (appelé également "élévation") du niveau de l'eau et le déplacement horizontal des masses d'eau (appelé également "courant") à une profondeur déterminée, qu'une proportion de leurs oscillations soient attribuées aux origines astronomiques, notée respectivement : *élévation de marée* et *courant de marée*.

Cette méthode nous indique, d'une part, le pourcentage de la variance du signal expliqué par la marée, et d'autre part, les composantes harmoniques responsables de ces déplacements.

5. Résultats et discussions

5.1 Amplitudes et phases

En nous basant sur les résultats de l'analyse de la hauteur d'eau des différentes stations (voir tableau 4) nous confirmons ceux de MOLINES (1991), TSIMPLIS *et al.* (1995), GASPARINI *et al.* (2004), et ABDENNADHER & BOUKTHIR (2006), pour la zone de Ghanouch et la Skhira. En effet, il résulte bien que l'amplitude de M_2 décroît en allant vers l'Est de 50 cm près de Ganouch à 40 cm dans la partie Sud de Kerkennah (ou Cercina). Les autres harmoniques principales selon l'ordre décroissant ci-après : S_2 , K_2 , N_2 , K_1 et O_1 , présentent les mêmes caractéristiques qualitatives, avec une amplitude réduite.

Des écarts significatifs d'amplitude (voir tableau 3) ont toutefois été observés autour de l'île de Jerba :

Nous estimons que ces écarts sont dus à une sous-estimation des effets des petits fonds inférieurs à 10 m (qui sont loin d'être négligeables).

Tableau 3. Comparaison des amplitudes calculées avec celles obtenues par ABDENNADHER & BOUKTHIR (2006).

| <i>Station</i> | <i>Composante</i> | <i>Valeur calculée (cm)</i> | <i>Valeur calculée en 2006 (cm)</i> |
|-----------------------------|-------------------|-----------------------------|-------------------------------------|
| <i>Taguermess</i> | M_2 | 28 | 32 |
| | S_2 | 17 | 26 |
| <i>El Jorf</i> | M_2 | 27 | 48 |
| | S_2 | 16 | 38 |
| <i>Aghir</i> | M_2 | 25 | 34 |
| | S_2 | 14 | 24 |
| <i>Kerkennah ou Cercina</i> | M_2 | 41 | 34 |
| | S_2 | 25 | 26 |

Un écart de phase des ondes de marée à été repérée dans deux zones de ce golfe, il concerne les sous-bassins au niveau du canal de Kerkennah et du lac de Bou Ghrara, dans ces zones des retards de phase qui peuvent atteindre les 50° ont été repérés.

Ces "récipients" semblent se remplir et se vider en phase, par leurs accès. Ceci est d'ailleurs conforme aux observations rapportées par tous les marins qui ont fréquenté ces lieux. En effet, l'onde de marée vient sensiblement de l'Est : le golfe se remplit donc (et se vide) par l'Est alors que le canal de Kerkennah, entre la côte sfaxienne et l'archipel kerkenien, se remplit à la fois par le Sud et par le Nord, et de même pour le

lac de Bou Ghrara, sauf que le remplissage (et le vidage) est dans les directions Est et Ouest. Les retards de pleine mer entre les différents sites ne sont pas seulement dus aux différences de longitude, mais également au frottement visqueux sur les petits fonds. Cette friction, forte en faibles profondeurs, est très importante au niveau du golfe de Gabès. TSIMPLIS *et al.* (1995) ont montré que pour l'aire de ce golfe, qui ne représente qu'environ 5% de la surface totale du bassin Méditerranéen, la dissipation, due au frottement, est estimée à $8,8 \times 10^8$ W.

Tableau 4. Résultats de l'analyse harmonique du niveau de l'eau.

| Comp, T (hr) | Gabès_1 | | Taguermess | | Gabès_2 | | Cercina | | Mahres | | Elkantara | | |
|----------------|---------|-------|------------|-------|---------|-------|---------|-------|--------|-------|-----------|-------|-----|
| | A | P | A | P | A | P | A | P | A | P | A | P | |
| MM | 661,29 | - | - | - | - | - | 0,014 | 95 | 0,037 | 247 | - | - | |
| MSF | 354,37 | - | - | 0,016 | 156 | - | - | 0,044 | 353 | 0,051 | 218 | 0,045 | 65 |
| Q ₁ | 26,87 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 0,003 | 146 |
| O ₁ | 25,82 | - | - | 0,011 | 87 | 0,008 | 99 | 0,008 | 100 | 0,016 | 105 | 0,012 | 138 |
| P ₁ | 24,07 | 0,011 | 36 | - | - | - | - | - | - | - | - | 0,004 | 63 |
| K ₁ | 23,93 | 0,033 | 29 | 0,010 | 347 | 0,015 | 13 | 0,009 | 321 | 0,035 | 32 | 0,011 | 56 |
| N ₂ | 12,66 | 0,082 | 77 | | | 0,092 | 75 | 0,055 | 110 | 0,062 | 71 | 0,015 | 142 |
| M ₂ | 12,42 | 0,525 | 73 | 0,278 | 73 | 0,520 | 76 | 0,329 | 118 | 0,471 | 71 | 0,104 | 135 |
| L ₂ | 12,19 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 0,007 | 124 |
| S ₂ | 12,00 | 0,325 | 95 | 0,169 | 86 | 0,344 | 90 | 0,216 | 133 | 0,289 | 93 | 0,044 | 200 |
| K ₂ | 11,97 | 0,088 | 117 | 0,046 | 108 | 0,094 | 112 | 0,059 | 155 | 0,079 | 116 | 0,012 | 223 |

* A : l'amplitude de la composante harmonique de la marée en question (m)

* P : la phase de la composante harmonique de la marée en question en Temps Universel (TU)

5.2 Types de marée et facteur de forme

Le régime semi-diurne est général sur les côtes tunisiennes (ABDENNADHER & BOUKTHIR, 2006). En effet, le calcul du nombre de Forme F (AMIN, 1986) (voir équation 1) montre que ce dernier ne dépasse pas les 0,1 pour toutes les stations, ce qui indique une nette prédominance des marées semi-diurnes (F compris entre 0 et 0.25).

$$F = \frac{O_1 + K_1}{M_2 + S_2} \quad (1)$$

où :

S₂ = Amplitude de l'onde solaire principale semi-diurne

M₂ = Amplitude de l'onde lunaire principale semi-diurne

K₁ = Amplitude de l'onde luni-solaire diurne

O₁ = Amplitude de l'onde lunaire principale diurne

En effet, il existe dans cette région une circulation locale cyclonique permanente (LACOMBE & TCHERNIA, 1972 ; OVCHINNIKOV, 1966) qui va céder une partie, plus ou moins importante, de ses eaux à la sous-branche du courant atlantique. De plus,

*Hydrodynamique du golfe de Gabès déduite à partir
des observations de courants et de niveaux : 3.9*

BEL HASSEN *et al.* 2009, moyennant des observations des phytoplanctons dans la zone, suspecte la présence des eaux atlantiques.

Tableau 5. Résultats de l'analyse harmonique du courant.

| <i>Comp, T(hr)</i> | <i>Elkantara</i> | | | | | <i>Taguermess</i> | | | | | <i>Chebba</i> | | | | | <i>Mahres</i> | | | | |
|--------------------|------------------|-------------|-----------|-----------|-----|-------------------|-------------|-----------|-----------|------|---------------|-------------|-----------|-----------|-------|---------------|-------------|-----------|-----------|---|
| | <i>G. A</i> | <i>P. A</i> | <i>I.</i> | <i>P.</i> | | <i>G. A</i> | <i>P. A</i> | <i>I.</i> | <i>P.</i> | | <i>G. A</i> | <i>P. A</i> | <i>I.</i> | <i>P.</i> | | <i>G. A</i> | <i>P. A</i> | <i>I.</i> | <i>P.</i> | |
| <i>MM</i> | 661,29 | 6,86 | -0,05 | 32 | 256 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| <i>MSF</i> | 354,37 | 8,50 | 0,17 | 34 | 8 | 10,57 | 1,48 | 168 | 176 | - | - | - | - | - | 1,53 | 0,14 | 94 | 55 | | |
| <i>Q1</i> | 26,87 | - | - | - | - | 1,42 | 0,12 | 131 | 343 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| <i>O1</i> | 25,82 | 3,48 | -0,02 | 29 | 298 | 1,38 | -0,95 | 154 | 24 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| <i>P1</i> | 24,07 | 2,72 | 0,07 | 31 | 245 | 2,18 | -0,24 | 147 | 210 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| <i>K1</i> | 23,93 | 8,23 | 0,20 | 31 | 237 | 6,59 | -0,71 | 147 | 203 | 2,49 | -0,07 | 157 | 17 | 1,02 | -0,77 | 154 | 97 | | | |
| <i>J1</i> | 23,10 | 2,36 | -0,07 | 33 | 158 | 1,29 | 0,13 | 88 | 339 | - | - | - | - | 1,59 | -0,27 | 48 | 174 | | | |
| <i>OO1</i> | 22,31 | - | - | - | - | 0,70 | -0,28 | 95 | 183 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| <i>EPS2</i> | 13,13 | 1,42 | 0,14 | 26 | 74 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| <i>MU2</i> | 12,87 | 3,01 | -0,09 | 23 | 49 | - | - | - | - | 0,48 | -0,43 | 171 | 78 | - | - | - | - | - | - | - |
| <i>N2</i> | 12,66 | 11,17 | 0,16 | 29 | 283 | 4,45 | -0,68 | 142 | 293 | 0,78 | -0,22 | 145 | 74 | 2,34 | 0,37 | 59 | 176 | | | |
| <i>M2</i> | 12,42 | 54,73 | 0,47 | 29 | 294 | 18,34 | -1,15 | 151 | 287 | 6,81 | -2,76 | 142 | 79 | 14,53 | 1,22 | 48 | 156 | | | |
| <i>L2</i> | 12,19 | 3,59 | 0,09 | 29 | 326 | - | - | - | - | 0,37 | 0,02 | 146 | 165 | - | - | - | - | - | - | - |
| <i>S2</i> | 12,00 | 27,83 | 0,16 | 29 | 338 | 13,93 | -1,10 | 149 | 305 | 4,87 | -2,48 | 148 | 95 | 11,29 | 1,63 | 41 | 193 | | | |
| <i>K2</i> | 11,97 | 7,57 | 0,04 | 29 | 1 | 3,79 | -0,30 | 149 | 328 | 1,33 | -0,67 | 148 | 117 | 3,07 | 0,44 | 41 | 216 | | | |
| <i>ETA2</i> | 11,75 | 1,71 | 0,11 | 26 | 351 | - | - | - | - | 0,27 | -0,17 | 48 | 355 | 1,45 | -0,12 | 64 | 194 | | | |
| <i>MO3</i> | 8,39 | 1,76 | 0,11 | 27 | 179 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| <i>M3</i> | 8,28 | - | - | - | - | 1,68 | -0,13 | 157 | 146 | 0,37 | -0,03 | 135 | 197 | - | - | - | - | - | - | - |
| <i>MK3</i> | 8,18 | 0,94 | -0,01 | 31 | 82 | 1,87 | -0,26 | 165 | 87 | 0,37 | -0,07 | 165 | 143 | - | - | - | - | - | - | - |
| <i>SK3</i> | 7,99 | 0,69 | 0,07 | 32 | 135 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| <i>MN4</i> | 6,27 | 3,98 | 0,33 | 31 | 115 | 0,83 | -0,22 | 93 | 267 | - | - | - | - | 0,60 | -0,17 | 82 | 161 | | | |
| <i>M4</i> | 6,21 | 6,06 | 0,98 | 31 | 124 | 2,19 | 0,39 | 143 | 32 | - | - | - | - | 1,24 | -0,41 | 19 | 236 | | | |
| <i>SN4</i> | 6,16 | 1,01 | 0,19 | 34 | 287 | 1,12 | 0,27 | 177 | 78 | 0,43 | 0,06 | 18 | 305 | - | - | - | - | - | - | - |
| <i>MS4</i> | 6,10 | 5,22 | 0,59 | 28 | 141 | 4,97 | 1,08 | 161 | 77 | - | - | - | - | 0,83 | -0,37 | 48 | 253 | | | |
| <i>S4</i> | 6,00 | 1,06 | 0,04 | 22 | 183 | - | - | - | - | - | - | - | - | 0,76 | -0,18 | 29 | 222 | | | |
| <i>2MK5</i> | 4,93 | 1,41 | 0,07 | 26 | 286 | 0,62 | -0,25 | 174 | 325 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| <i>2MN6</i> | 4,17 | 3,02 | 0,11 | 31 | 330 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| <i>M6</i> | 4,14 | 3,73 | -0,03 | 28 | 346 | - | - | - | - | 0,32 | -0,20 | 162 | 176 | 0,47 | 0,24 | 39 | 358 | | | |
| <i>2MS6</i> | 4,09 | 4,08 | -0,03 | 31 | 9 | - | - | - | - | 0,39 | -0,04 | 66 | 29 | 0,47 | -0,14 | 6 | 26 | | | |
| <i>2SM6</i> | 4,05 | 1,16 | -0,09 | 31 | 90 | 0,78 | -0,48 | 112 | 95 | 0,36 | -0,05 | 23 | 72 | 0,57 | 0,24 | 12 | 90 | | | |
| <i>3MK7</i> | 3,53 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 0,42 | -0,29 | 32 | 171 | | | |
| <i>M8</i> | 3,11 | 0,48 | 0,25 | 25 | 169 | 0,58 | 0,06 | 149 | 130 | 0,29 | 0,02 | 165 | 255 | - | - | - | - | - | - | - |
| <i>M10</i> | 2,48 | 0,42 | -0,03 | 37 | 69 | - | - | - | - | - | - | - | - | 0,74 | 0,23 | 52 | 296 | | | |

G.A : le demi grand axe (cm), P.A : le demi petit axe (cm), I : l'inclinaison (°) et P : la phase de la composante harmonique en question en Temps Universel (TU)

Nous avons analysé les données de courants (voir tableau 5), qui ont montré que dans la station 9 (voir tableau 1) 47% de la variance est expliquée par la marée, et en allant vers l'intérieur du golfe (la station 10), 76% est expliquée de la même manière. Alors qu'à Taguermess (station 8) la variance expliquée par la marée ne dépasse pas les 33%. Le résiduel du courant à ces stations reste unidirectionnel et coïncide avec la ligne de côte moyenne. Nous en concluons que le courant général de la Méditerranée comporte une ou plusieurs branches s'engouffrant dans le golfe de Gabès.

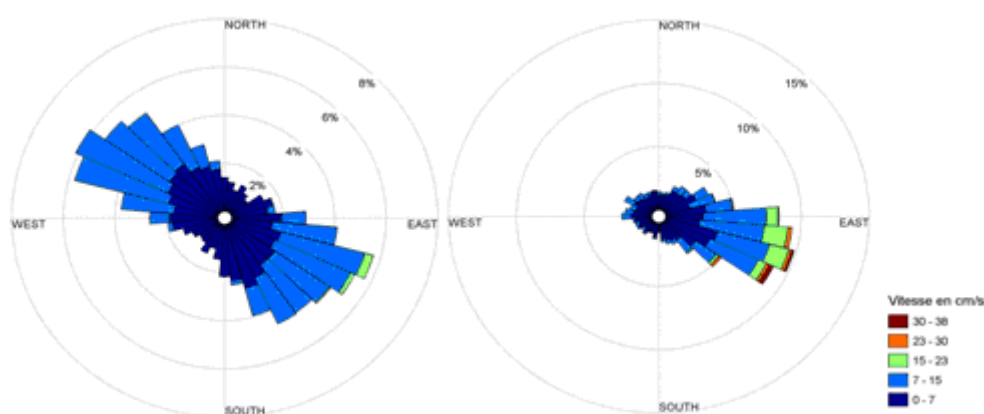


Figure 4. Rose de courant prédit à gauche et le courant résiduel mesuré à droite (station 10).

Pour la station 9 le flot est de direction Ouest-Nord-ouest pouvant atteindre la vitesse maximale de 15 cm s^{-1} et le jusant est dans la direction opposée avec un maximum légèrement supérieur (23 cm s^{-1}). Ces courants se composent avec un courant général Est-Sud-est de vitesse maximale égale à 38 cm s^{-1} (plus forte que celle des courants de marée). A la station 10 (devant les îles Kneis), les courants de marée (flot : S-O, 24 cm s^{-1} et jusant : N-E, 30 cm s^{-1}) doivent se composer avec un courant général N-E pouvant atteindre un maximum de vitesse de 30 cm s^{-1} avec une valeur moyenne de 15 cm s^{-1} (voir figure 3). A la station 8 les courants de marée (flot : O-NO, 39 cm s^{-1} et jusant : E-SE, 65 cm s^{-1}) doivent se composer avec un courant général O-NO pouvant atteindre un maximum de vitesse de 65 cm s^{-1} avec une valeur moyenne de 30 cm s^{-1} .

Nous concluons, qu'il existe un contre courant au courant général de la méditerranée et qui lui est rattaché. Et d'ailleurs, il est de même allure que celui du golfe de Hammamet détecté par LCHF (1978).

Ce courant pourrait, sous toute probabilité, pénétrer dans le golfe le long des côtes nord de l'île de Jerba et en ressortir au large de la pointe sud des îles Kerkennah ou Cercina (figure 5).

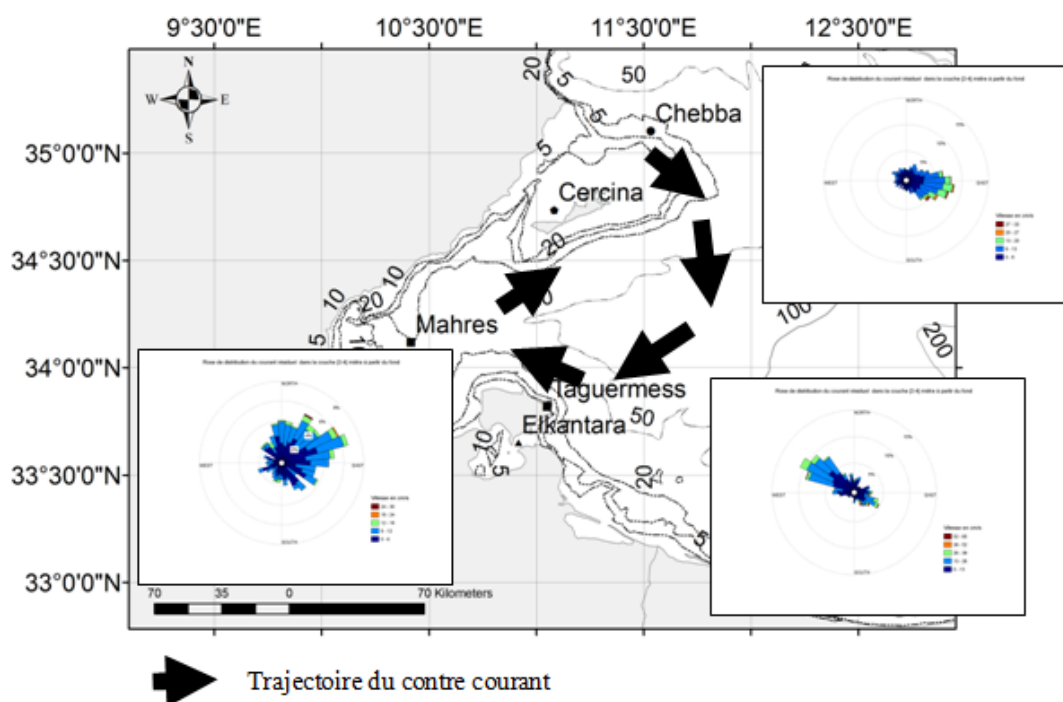


Figure 5. Trajectoire de la branche du courant général de la méditerranée.

6. Conclusions

Les mesures effectuées nous ont permis de calculer les composantes de la marée du golfe de Gabès, et ainsi vérifier qu'elles sont en cohérence avec les valeurs établies par les études antérieures. Elles ont, également, permis de préciser le chemin de propagation de cette onde de marée, notamment, aux alentours des îles de Kerkennah (ou Cercina) et Jerba. Accessoirement, nous avons constaté des écarts sensibles avec les valeurs calculées par ABDENNADHER & BOUKTHIR (2006) et nous avons repéré une branche du courant général de la Méditerranée qui se manifeste par un contre courant pénétrant dans le golfe de Gabès puis rejoignant le courant général qui longe les côtes sud du bassin Méditerranéen.

7. Références bibliographiques

- ABDENNADHER J., BOUKTHIR M. (2006). *Numerical simulation of the barotropic tides in the Tunisian Shelf and the Strait of Sicily*. Journal of Marine Systems, 63, pp 162–182. doi:10.1016/j.jmarsys.2006.07.001
- AMIN M. (1986). *On the classification of tides*. International Hydrographic Review, n° 63(1), pp 161-174.
- BEL HASSEN M., DRIRA Z., HAMZA A., AYADI H., AKROUT F., MESSAOUDI S., ISSAOUI H., ALEYA L., BOUAIN A. (2009). *Phytoplankton dynamics related to water mass properties in the Gulf of Gabes: Ecological*

- implications*. Journal of Marine Systems, vol. 75, issue 1-2, pp 216-226.
doi:10.1016/j.jmarsys.2008.09.004
- FOREMAN M.G.G. (1977). *Manual for Tidal Heights Analysis and Prediction*. Institute of Ocean Sciences, Patricia Bay, Victoria, B.C Pacific Marine Science Report n° 77-10, 97 p.
- GASPARINI G.P., SMEED D.A., ALDERSON S., SPARNOCCHIA S., VETRANO A., MAZZOLA S. (2004). *Tidal and subtidal currents in the Strait of Sicily*. Journal of Geophysical Research (Oceans). n° 109, C02011. doi:10.1029/2003JC002011
- GODIN G.G. (1976). *The reduction of current observations with the help of the admittance function*. Marine Environmental Data Service Environment Canada. Ottawa, Technical Note n° 14, 13 p.
- GODIN G.G. (1972). *The Analysis of Tides*. University of Toronto Press, 264 p.
- IHO -International Hydrographique Organisation- (1979). *IHO tidal component bank*. Ottawa.
- LACOMBE H., TCHERNIA P. (1972). *Caractères hydrologiques et circulation des eaux en Méditerranée*. The Mediterranean Sea, A Natural Sedimentation Laboratory, pp 25–36.
- LCHF (1978). *Etude des ports de pêche côtière, études hydrauliques*. Rapport n03A.
- MANEN L., HERAUD G. (1890). *Reconnaissance hydrographique des Côtes de Tunisie 1882 - 1886*. Paris, Imprimerie Nationale.
- MANZELLA G., GASPARINI G., ASTRALDI M. (1988). *Water exchange between the eastern and western Mediterranean through the strait of Sicily*. Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research n° 35, pp 1021–1035.
- MOLINES J.M. (1991). *Modeling the barotropic tides in the strait of Sicily and Tunisian coasts*. Oceanologica Acta, n° 14 (3), pp 241–251.
- OVCHINNIKOV I. (1966). *Circulation in the surface and intermediate layers of the Mediterranean*. Okeanologiya 6 n° 1, pp 48–59.
- PAWLOWICZ R., BEARDSLEY B. LENTZ S. (2002). *Classical tidal harmonic analysis including error estimates in MATLAB using T_TIDE*. Computer Geoscience, Pergamon Press, Inc. n° 28, pp 929–937.
- PINARDI N., ZAVATARELLI M. (2005). *The physical, sedimentary and ecological structure and variability of shelf areas in the Mediterranean Sea* The Sea, Vol. 14, pp 1245-1331.
- SAMMARI C., KOUTITONSKY V.G., MOUSSA M. (2006). *Sea level variability and tidal resonance in the Gulf of Gabes, Tunisia*. Continental Shelf Research n° 26 pp 338-350. doi:10.1016/j.csr.2005.11.006
- TSIMPLIS M., PROCTOR R., FLATHER R. (1995). *A two dimensional tidal model for the Mediterranean Sea*. Journal of Geophysical Research n° 100, pp 16223–16239.
doi:10.1029/95JC01671