

Modélisation de la circulation du golfe arabe avec CROCO

Comparaison avec Al Azhar et al. (2016)

Plan de la présentation

1

Introduction

2

Matériel et méthode

3

Résultats

4

Comparaison avec l'article

5

Conclusion

1 — Introduction

Caractéristiques physiques

- **Mer épicontinentale semi-fermée**
 - ~1100 km de long, ~300 km de large
 - Connexion via détroit d'Ormuz (~56 km)
- **Bathymétrie peu profonde**
 - Moyenne : ~35 m | Max : 110–160 m (côte iranienne)
 - Mer d'Oman : jusqu'à 3700 m
- **Climat aride**
 - Évaporation >> Précipitations
 - Vent Shamal (NO) toute l'année
- **Formation d'eaux denses et hypersalines**
 - Analogue à la Méditerranée

Circulation thermohaline



← Entrée
(surface, frais)

→ Sortie
(fond, dense)

Peu de données in situ → modélisation numérique régionale indispensable (Al Azhar et al., 2016)

2 — Matériel et méthode

Le modèle CROCO

- Équations primitives (Boussinesq + hydrostatique)
- Fermeture turbulente KPP (Large et al., 1994)
- Grille d'Arakawa C — coordonnées σ sur la verticale
- Mode splitting

Domaine & grille

- 22,1°–31,9°N / 47,1°–59,9°E
- 129 × 100 points — résolution 1/10° (~11 km)
- 1 frontière ouverte (Est, mer d'Oman)
- Bathymétrie : TOPO (Smith & Sandwell, 1997)

Paramètres temporels et critère CFL

Paramètre	Valeur	Rôle physique
Δt barocline (dt)	1440 s	Ondes internes lentes (~1–2 m/s) — T, S, u(z), v(z)
NDTFAST	60	Nombre de pas barotropes par pas barocline
Δt barotrope	24 s	Ondes de surface rapides (~190 m/s) — η , U, V
CFL max admissible	~58 s	Critère : $\Delta t \leq [1/c \cdot (1/\Delta x^2 + 1/\Delta y^2)]^{(-1/2)}$

3 — Résultats du modèle

3.1 Diagnostic de stabilité

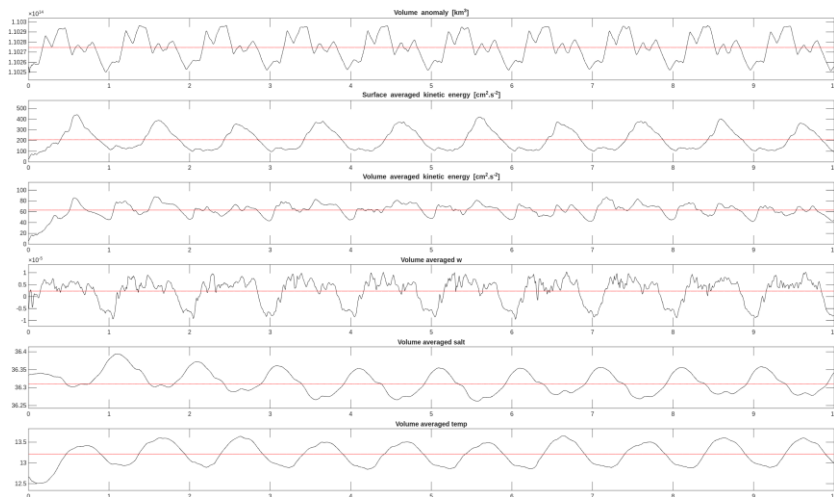


Figure 1 — Diagnostic de stabilité : anomalie de masse volumique, moyenne de l'énergie cinétique de surface et par unité de volume, moyenne par unité de volume de la Vitesse verticale, de la salinité, et de la température sur 10 ans

- Convergence vers un cycle annuel stable
- Spin-up estimé : ~2–3 ans

3.2 Circulation de surface

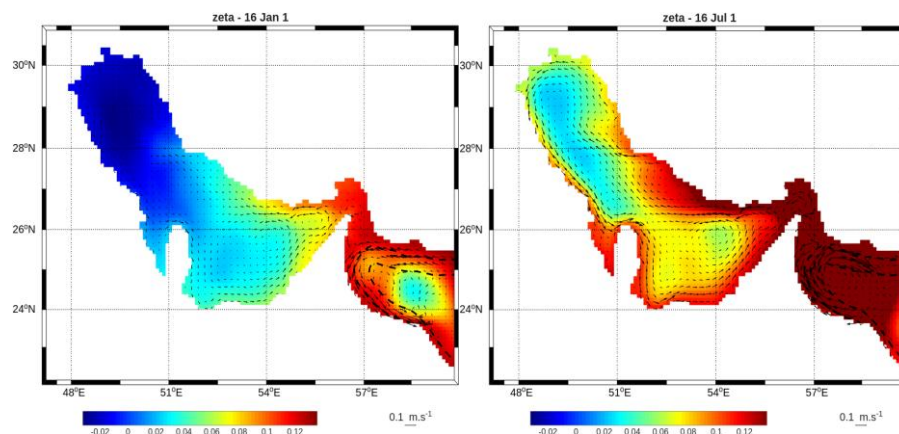


Figure 2 — Élévation surface libre et vecteurs de vitesse Hiver (jan.) vs Été (juil.)

- Été : circulation cyclonique globale
 - Gyre cyclonique secondaire à la sortie d'Ormuz
 - Petite gyre anticyclonique côte iranienne (~28°N)
- Hiver : structure similaire, vitesses réduites
 - Gyre distincte à l'embouchure du détroit (55–56°E)

4.1 — Comparaison des sections de vitesse (u, v)

Composante u — Notre modèle

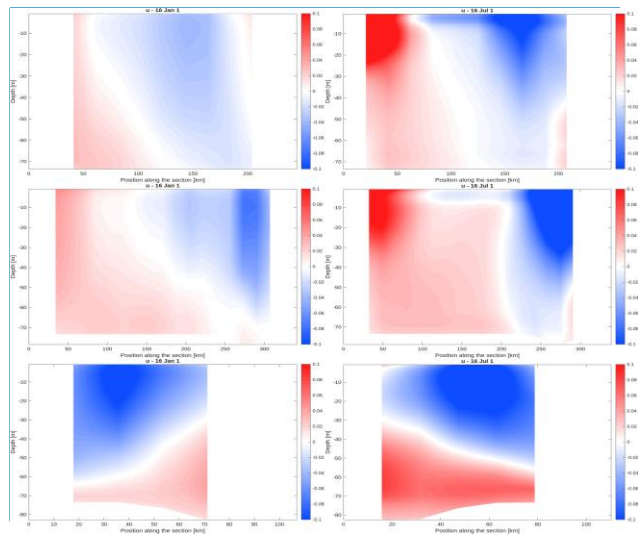


Figure 3 — Sections u
T1 (haut) / T2
(milieu) / T3 (bas)
Hiver (gauche) vs Été
(droite)

Composante u — Al Azhar et al. (Fig. 7)

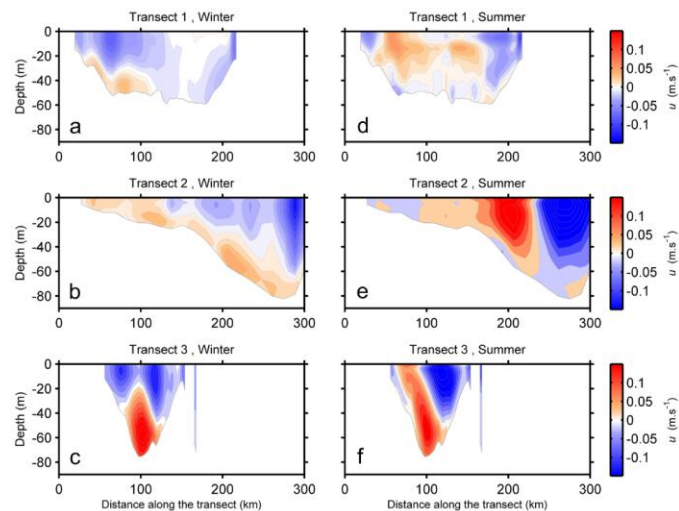


Figure 4 — Al Azhar
et al. 2016
composante u

- ✓ **T1 et T2** : courant dirigé vers l'Ouest +0,08 m/s en été côte iranienne — accord qualitatif très bon
- ✓ **T3** : structure 2 couches reproduite — courant sortant profond 0,15–0,20 m/s
- ⚠ **T3** : interface plus profonde (~40 m) et plus abrupte que dans l'article (~20–25 m)

4.2 — Masse volumique

Comparaison des masse volumique — Notre modèle

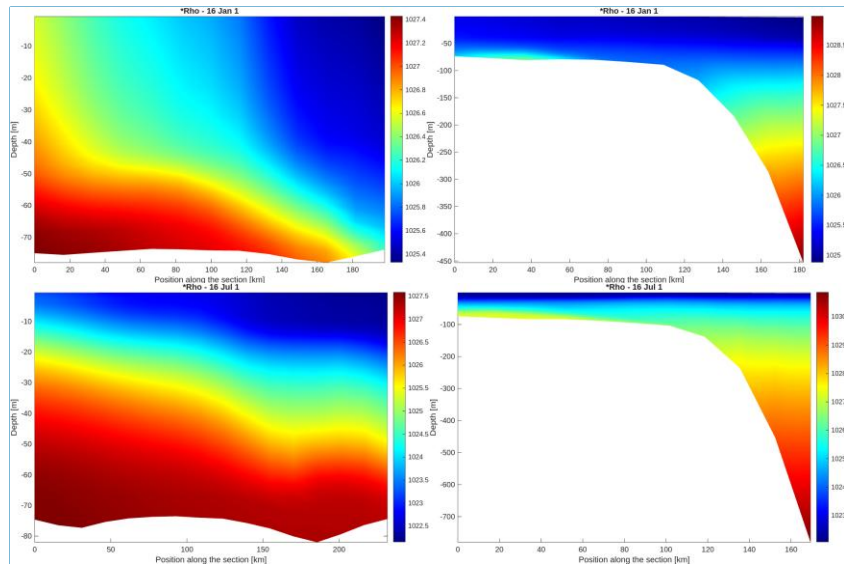


Figure 5 — Sections densité T4— Hiver en haut, été en bas — Gauche dans le détroit, droite dans la mer d'Oman

Comparaison des masses volumiques — Article

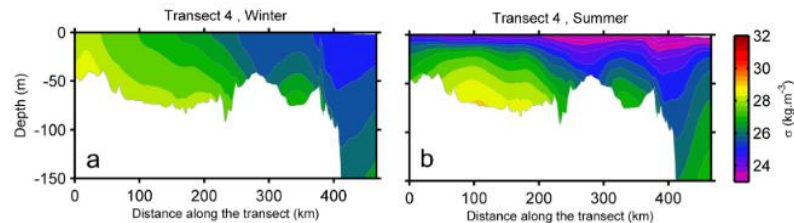


Figure 6 — Sections densité T4— Hiver à gauche, été à droite

- Structure beaucoup plus stratifiée dans le modèle CROCO : très peu de mélange vertical, particulièrement dans la mer d'Oman l'hiver et sur tout le transect l'été

4.2 — Masse volumique

① Absence de marées

Al Azhar et al. incluent 8 constituantes tidales. Le mélange tidal homogénéise les 20–30 premiers mètres au détroit et maintient l'interface proche de la surface. Sans marées, l'interface descend à ~40 m.

② Paramètre Jerlov

Al Azhar et al. utilisent le type Jerlov 5 (eau turbide, riche en poussières). Ce paramètre concentre le réchauffement dans les premiers mètres → stratification de surface renforcée.

③ Absence des apports fluviaux (Shatt al-Arab)

Al Azhar et al. imposent $\sim 1400 \text{ m}^3/\text{s}$ d'eau douce. Ces apports fluviaux créent diminuent la salinité et la température ce qui influence la circulation du Nord du bassin.

5 — Conclusion & Perspectives

✓ Ce que le modèle reproduit

- Circulation cyclonique générale du golfe
- Intensification saisonnière à Ormuz
- Structure 2 couches au détroit
- Gradient horizontal de masse volumique été > hiver

⚠ Limites & perspectives

- Inclure les marées (8 constituantes)
- Type Jerlov 5 (eau turbide du golfe)
- Apports fluviaux Shatt al-Arab ($\sim 1400 \text{ m}^3/\text{s}$)
- Conditions aux bords : SODA/ECCO (vs WOA2009)