

SUR LES CARACTERISTIQUES CHIMIQUES DE LA MER NERITIQUE AU CENTRE DU VIETNAM

Pham Van Thom
Institut Oceanographique

Abstract

ON THE CHEMICAL CHARACTERISTICS OF THE NERITIC SEA OF CENTRAL VIETNAM

The researches on the chemical characteristics of neritic sea of Vietnam have been developed relatively late (may be since 1960) and are incomplete both in the studied areas and subjects.

It is difficult to make a review on the chemical characteristics of the Gulf of Tonkin and the neritic sea of South Vietnam because of the scarcity of available data. Therefore this papers concentrate on the debate of results achieve from investigations which have been carried out in the neritic sea of Central Vietnam (from Quang Tri to Vung Tau) mainly by the Institute of Oceanography of Nha Trang since 1991. Most of them have not yet been published.

Under influences of river discharges, topography of sea bottom and hydrodynamic regime, the neritic sea of Central Vietnam can be distinguished into three zones: (1) the zone mainly affected by river activities; (2) the marine zone and (3) the intermediate zone in which different levels of permanganate indices, nutrients and organic material concentrations were recorded.

Among nutrient salts, phosphate usually has a small proportion: molar ratios nitrate/phosphate are much higher than Redfield index. Organic matters exist mainly in a dissolved form as the dominance of N containing substances has clearly found.

Heavy metal contamination is not seriously yet. Concentrations of total hydrocarbon in analyzed samples in Nha Trang Bay are relatively low meanwhile higher values were found in the sea around White Tiger Petroleum Mine and offshore Binh Thuan province (several hundred micrograms of total hydrocarbon per liter). These higher concentrations may be due to the petroleum exploitation.

River discharge, "upwelling" phenomenon, and mineralization of organic matter in bottom sediments are main factors which affect the chemical characteristics of the sea water. Their activities can prevail separately or simultaneously. Neritic sea of Binh Thuan Province has interesting characteristics on the chemistry and living resources because of the effects of all three above-mentioned factors (river discharges and "upwelling" phenomenon in rainy season; mineralization of bottom sediments in dry one). Further comprehensive studies are necessary for the adequate knowledge about the region.

Généralité, despite of high nitrate concentrations, the environmental quality of the neritic waters of Central Vietnam is not degraded yet. Eutrophication indice are usually smaller than 1 because of the low COD values and the low concentrations of phosphate. The control using phosphorous containing substances and the comprehensive knowledge about the mineralization of bottom sediments is necessary for successfully preventing the degradation of the environment in considered region.

INTRODUCTION

Le présent papier porte sur la considération des caractéristiques chimiques essentielles de la mer néritique du Vietnam et les facteurs qui peuvent influencer aux celles-ci. En outre, les résultats obtenus des études qui sont développés dans le Golfe du Tonkin sont généralement considérés. Les données utilisées (y compris des données non-publiées) provenant des études menées par l'I.O.N. dans la période de 1990-1993. Ce papier présente des problèmes suivantes:

- Généralité sur les investigations qui sont faites dans la mer néritique du Vietnam;
- Sur les caractéristiques chimiques de la mer néritique au Centre du Vietnam
- Discussion.

L'auteur remercie Dr. Vo Van Lanh, le Directeur de l'Institut Océanographique de Nha Trang qui suggère le sujet et me permet d'utiliser les données non-publiées; mes collègues qui me font des conditions favorables dans les travaux; les chercheurs russes qui m'offraient les données de la campagne du bateau de recherche "l'Académie Bogarov" réalisée au Janvier 1990.

GÉNÉRALITÉ SUR LES INVESTIGATIONS RÉALISÉES DANS LA MER NÉRITIQUE DU VIET NAM

Avant de 1991, néans que l'Institut Océanographique de Nha Trang (l'ION) commençait les travaux scientifiques depuis les années 20 de ce siècle, il est possible de dire que les recherches chimiques marines avait été effectuées pour la première fois dans la programme scientifique coopérative Vietnamiennne-Chinoise dans le Golfe du Tonkin. Après cet programme, les études était continuées lentement et sporadiquement. Elles étaient principalement des observations et des mesures des éléments nutritifs dans les investigations climato-hydrographiques et celles de pêche.

Il est difficile de collecter des documents concernant les caractéristiques chimiques de la mer nérétique du Vietnam entier parce que la plupart de ceux-ci ne sont pas encore publiés. Avec les contributions publiées dont la quantité est peu abondante, la considération est incomplète.

Dans le Golfe du Tonkin, après la programme scientifique coopérative Vietnamienne-Chinoise dont les résultats ne sont pas encore publiés, la Branche de l'Institut Océanographique à Hai Phong développait les investigations depuis 1971, essentiellement dans la mer nérétique de la ville de Hai Phong. Par les paramètres observés on peut reconnaître les variations des valeurs de salinité et de pH dans la saison sèche (Décembre-Mars, 20-30 pour la salinité, 7.8-8.2 pour le pH) et celle des pluies (Mai-Octobre, 10-15 pour la salinité et 8.0-8.3 pour le pH); l'average annuelle de la concentration du phosphate-P varie de 3 à 5 g/L, un peu basse par rapport avec celle du Golfe du Tonkin entier (Luu Van Dieu, 1991; Vu Thi Hien et Luu Van Dieu, 1994)

Dans la mer nérétique au Centre du Vietnam les recherches chimiques marines étaient commencées depuis 1990, essentiellement par l'Institut Océanographique de Nha Trang. Les paramètres observés sont assez suffisants et les superficies étudiées couvrent la plupart de cette région marine. Mais ces études sont sporadiques et ne sont pas représentatives pour toutes les saisons de l'année.

Pour la mer nérétique au Sud du Vietnam (y compris la part orientale du Golfe de Thaïlande) les données disponibles sont peu abondantes. Il ne permet pas de discuter sur les caractéristiques chimiques.

Par la raison de restriction des documents actuels, la part suivante de ce papier concerne principalement aux caractéristiques chimiques de la mer nérétique au Centre du Vietnam.

SUR LES CARACTÉRISTIQUES CHIMIQUES

1. Concentration des éléments essentielles:

Résultats des études indiquent que les caractéristiques des systèmes des rivières, le topographie du fond de mer et des impacts des facteurs marins ("upwelling", le régime hydrodynamique par exemples) contribuent à la création des zones qui possèdent des caractéristiques chimiques différentes. Les données accueillies des investigations qui étaient réalisées dans la saison sèche (Pham Van Thom, 1993b, 1994a, 1994b) indiquent des zones qui sont influencées par l'activité des rivières localisant de Da Nang à Hoi An et Phu Yen. Dans ces zones la salinité est assez basse (La Van Bai et Nguyen Ba Xuan, 1994), l'indice de permanganate et la concentration de phosphate-P sont assez hautes. L'extension de ces zones dépasse l'isobath de 50 m. Dans la rest part de cette région, les caractéristiques chimiques ne réfléchissent pas l'influence des rivières; l'eau de mer avec haute salinité existe permanent au fond de mer qui a la profondeur plus grande de 50 m (de Cua Viet à Cua Tu Hien et de Quang Ngai à Binh Dinh). Cette zone est caractérisée par la diminution de pH et l'augmentation de la concentration de silicate de surface au fond. En outre, aux quelques endroits il y a des distributions verticales anormales des éléments qui suggèrent la présence de "upwelling".

Concentrations moyennes de quelques éléments sont présentées dans la table 1.

En outre, il y a des zones intermédiaires où les caractéristiques sont présentés dans le table 2.

Tables 1: Valeurs moyennes de concentration des éléments dans les zones différentes.

Éléments Zones	L'Indice de Permanganate (mgO_2/l)	Phosphate (μM)	P. organique (μM)	Nitrate (μM)	N. organique (μM)	Silicate (μM)
Fortement affectée par les rivières	0.67	0.23	1.03	14.87	40.37	12.40
Fortement affectée par la mer	0.57	0.16	0.90	18.12	49.33	6.77

Table 2: Concentrations moyennes de quelques éléments dans les zones intermédiaires.

Éléments Zones	L'Indice de Permanganate (mgO_2/l)	Phosphate (μM)	P. organique (μM)	Nitrate (μM)	N. organique (μM)	Silicate (μM)
Cua Viet-Hai Van ¹	0.48	0.09	0.71	6.79	41.94	9.98
Quang Ngai ²	0.46	0.26	1.27	29.90	39.57	5.04
Nha Trang ³	0.47	0.14	0.37	6.69	14.61	1.56
Phan Thiet ⁴	—	0.47	—	1.42	—	—
Vung Tau ⁵	—	0.41	1.23	12.02	42.12	13.08

1. 8-9/1992, [10]

2. 8-9/1993, [6]

3. 5/1992, [3]

4. 1/1990, [données de l'investigation du bateau de recherche l'Academie Bogarov]

5. 4/1992, [3]

Table 2 ci-dessus indique que la concentration moyenne des sels nutritifs varie dans une rangée large d'après des régions différentes. Le fait le plus notable est la basse concentration de nitrate dans la région au large de la côte de la Province de Binh Thuan au Janvier, 1990 (données de l'investigation du bateau de recherche "l'Academie Bogarov").

Les concentrations des éléments dans la saison des pluies sont peu connues parce que le manque des données. Quelques observations proche de l'estuaire de Da Rang (Phu Yen) et Cai (Nha Trang) proposent que l'influence des rivières n'atteint que 10 km des estuaires. Mais dans cette région il y a un changement très évident de salinité, d'indice

de permanganate, de concentrations des matières en suspension, de phosphate et de quelques métaux lourds.

Caractéristiques des éléments nutritifs :

Rapport moléculaire nitrate/phosphate:

Les concentrations de phosphate sont souvent plus basses de 0.1 μM pendant que celles de nitrate sont plus hautes. Concentrations de nitrate varient dans une large rangée (de 1 μM à centaine μM , quelque fois les concentrations plus hautes de 1000 m sont rencontrées, près des récifs coralliens à Nha Trang et Binh Thuan par exemples, essentiellement pendant la saison sèche). Ces caractéristiques évidemment indiquent le rôle "nutriment limitant" de phosphate dans la région considérée. Rapports moléculaires sont souvent grands (50 dans la plupart des échantillons analysés). Les rapports qui sont plus petits que l'index de Redfield sont très rares et essentiellement rencontrés à la part méridionale (d'après les données de l'investigation du bateau de recherche "Academie Bogarov", Janvier 1990). La variation de concentration de ces deux sels nutritifs est souvent inversement, c'est pourquoi la rangée des valeurs de rapport moléculaire nitrate/phosphate est large (table 3).

Table 3: *Rapport moléculaire nitrate/phosphate aux différentes localités.*

Localités	Rapport NO_3/PO_4	Localités	Rapport NO_3/PO_4
Cua Viet-Hai Van	159.22	Binh Dinh	207.17
Da Nang-Hoi An	64.40	Quang Ngai	118.04
Nha Trang 1992	44.4	Binh Thuan (1)	36.10
1993	44.6	(2)	210.60

1: April 1993

2: Aout 1992

Néanmoins que les données concernant à la composition de l'eau des rivières sont relativement sporadiques, on peut dire que les rapports moléculaires nitrate/phosphate dans l'eau douce sont souvent plus petits que ceux de l'eau de mer.

Rapport N/P des matières organiques:

Les matières organiques existent principalement sous forme dissous. Leurs concentrations varient dans une rangée moins large que celle des sels nutritifs. Rapport N/P des matières organiques dissous et en suspension oscillent dans une range relativement large (par exemples rapport N/P moyen des matières organiques dissous au large des côtes de Binh Thuan sont 54.47 au 4/1993 et 14.76 au 8/1993, en même temps ils sont respectivement 24.80 et 66.57 pour les matières organiques en suspension).

Contaminations de métaux lourds et hydrocarbures:

Concentrations des métaux lourds Zn, Cu, Pb et As aux eaux littorales sont présentées dans le table 4. Ces données sont sporadiques pour comprendre la variation en temps et en espace de celles-ci mais ils peuvent indiquer que la contamination des métaux lourds est moyenne. Quelques valeurs anormales hautes de Zn sont enregistrées

près de Poulo Cécir de Mer (mg/l) qui sont interprétées comme la conséquence de l'activité hydrothermal sous-marin (Pham Van Thom, 1993a).

Les données sur les concentrations d'hydrocarbure dans l'eau de mer sont très sporadiques. Dans la baie de Nha Trang, les résultats d'analyse des 32 échantillons collectés indiquent que 52% de celles-ci sont contaminées d'hydrocarbure (38-117 µg/l). Les plus hautes concentrations (souvent > 1000 µg/l) sont trouvées dans la mer de la Province de Binh Thuan. Ces hautes concentrations peuvent être la conséquence de l'exploitation de pétrole dans la plateforme continentale du Sud Viet Nam (Table 4).

Table 4: Concentrations moyennes de Zn, Cu, Pb et As (µg/l) aux quelques localités.

Localités	Saisons	Zn	Cu	Pb	As
Baie de Da Nang	des pluies 1992 [5]	21.3	5.3	3.0	5.4
Quy Nhon	sèche 1992 [10]	18.9	1.9	1.0	—
Phu Yen	des pluies 1991 [3]	13.5	6.3	1.4	—
Nha Trang	des pluies 1991 [3]	13.8	3.4	4.1	—
	1993 [11]	36.6	19.8	5.1	—
	sèche 1993 [11]	28.1	5.2	1.9	—
Binh Thuan	des pluies 1991 [3]	5.2	2.5	3.2	—
Phan Ri	1992[3]	12.0	5.9	1.9	—
Phan Thiet	1992[3]	17.1	7.4	2.2	—

2. Généralité sur les facteurs qui affectent aux caractéristiques chimiques de l'eau:

a. L'activité des rivières:

Comme on a dit ci-dessus, les rivières au centre du Vietnam sont courtes et abruptes. Leur activités ne sont fort que pendant la saison des pluies (souvent élongées 3 mois) parce que les discharges annuelles de ces rivières concentrent à cette saison. La composition de l'eau des rivières correspondant à la chute de la pluie et les activités humaines. Les mesures réalisées pendant une journée aux rivières Han (Province de Da Nang) et Cai (Province de Nha Trang) peuvent être les données uniques dans la région considérée (voir table 5)

b. "L'upwelling":

"L'upwelling" peut mettre en place sur la mer au large de la côte au Centre du Vietnam entier avec les différences intensités aux périodes différentes. D'après les données obtenues on peut dire que cette phénomène a le plus fort intensité dans la mer néritique de Provinces de Ninh Thuan et Binh Thuan à la période de Juillet-Septembre (Vo Van Lanh et al., 1986). A ces mois, dans la région qui est plus profonde de 50m il y a une couche profonde d'eau riche en phosphate. Existait longtemps à la petite profondeur dans une zone qui a une régime hydrodynamique forte, quelques conditions unfavorables comme hautes concentrations de l'ammonium, du nitrite, le manque de l'oxygène dissous sont disparues pendant que les autres (haute COD, basses tempéra-

tures et pH) sont encore présentes (Pham Van Thom, 1993a). Cette couche profonde fournit phosphate à la couche euphotique, augmente la potentiel de la production primaire.

Table 5 : *Quantité des éléments (kg) discharged par quelques rivières pendant une journée.*

Rivières Éléments	Han (Da Nang) 11/1992 [5]	Han (Da Nang) 11/1993 [8]	Cal (Nha Trang) 1993 [11]
Matières en suspension	2073852	323046	—
COD KMnO ₄	54889	15945	132360
P totale	2606	671	3596
N totale	56103	15213	100770
Silicate – Si	254071	14606	139650
Fe	33596	2592	84125
Mn	1482	500	1399
Zn	897	67	548
Cu	159	148	87
Pb	98	33	478
As	90	13	—

Une autre problème concernant des caractéristiques chimiques de l'eau de mer et des ressources biologiques de la mer de la Province de Binh Thuan est les activités simultanées de "l'upwelling" et du système des rivières. Tous les deux activités qui sont les sources de phosphate créent un budget de ce sel nutritif sur le fond de mer.

c. La minéralisation dans les sédiments de fond:

Les observations réalisées aux mois différents de l'année indiquent que néans que la discharge des rivières est négligible la concentration des sels nutritifs (et parfois des métaux lourds) est haute dans la saison sèche. Il est possible de raconter, par exemple, la haute concentration de nitrate dans la baie de Nha Trang, de phosphate dans la mer au large de Binh Thuan (souvent accompagnée par la floraison du phytoplancton), des métaux lourds au large de Da Nang.

Ces faits démontrent la minéralisation des substances organiques au fond de mer dans laquelle les éléments Fe, Mn, phosphate, matières organiques actent des rôles très importants dans les réactions qui mettent en place aux différents conditions: l'interaction de l'eau de mer et des rivières pendant la saison des pluies (la précipitation, l'adsorption, la sédimentation; les réactions oxydo-réductibles, l'activité des micro

organismes (la minéralisation). La connaissance suffisante sur ces facteurs est très utile. Elle demande des études complètes

En outre, on ne peut pas oublier le rôle de l'activité hydrothermal, un phénomène peut faire augmenter la concentration de Zn dans les environs de Poulo Cécir de Mer (comme on a dit ci-dessus) où le current thermal, d'après Ilshov et al., 1984 (Pham Van Thom, 1993a) est le plus grand dans la Mer de Chine Méridionale.

DISCUSSION

Les faits présentés ci-dessus indiquent que les concentrations des sels nutritifs dans la mer nérétique au Centre du Vietnam sont assez hautes. La plupart des valeurs enregistrées indique que la concentration de nitrate est plus haute que la valeur critique du critère des eaux de pêche Chinoise ($> 100 \mu\text{g/l}$) pendant que la concentration de phosphate est souvent basse ($< 15 \mu\text{g/l}$), même dans les périodes où les activités des rivières et de "l'upwelling" sont fortes. Le rôle "nutriment limitant" de phosphate est très évident. Tendances de variation temporelle de ces deux sels nutritifs sont souvent inversement, c'est pourquoi l'indice d'eutrophisation (Akaichi, in: Gao Shenquan et al., 1991) est souvent plus petit que 1. Ces sont les faits qui suggèrent que le contrôle d'usage des substances contenant phosphore est très nécessaire.

De la part des métaux lourds et d'hydrocarbure, les concentrations mesurées reflètent une contamination moyenne. Les caractéristiques compositionnelles des métaux lourds (l'abondance de Zn, Cu, et As) suggèrent une origine agricole de ces métaux. Il est possible que nitrate et phosphate sont dérivés principalement de même source.

Pour conclure, on peut dire que les connaissances sur les caractéristiques chimiques des eaux nériques au Centre du Vietnam sont préliminaires. Entre eux, celles de la Province de Binh Thuan sont très intéressantes parce qu'elles sont influencées par les phénomènes qui fournissent des sels nutritifs (les discharges des rivières et "l'upwelling" dans la saison des pluies, de minéralisation dans les sédiments de fond pendant la saison sèche) et des métaux lourds (l'activité hydrothermal). En outre, la mer nérétique de la Province de Binh Thuan est tout près des mines de pétrole exploitées. Par ces raisons, il est nécessaire de réaliser des études complètes sur les caractéristiques chimiques et les ressources biologiques dans cette région marine.

REFERENCES

- [1] Lưu Văn Diệu, 1991. *Đặc điểm chế độ thủy hóa vùng biển ven bờ Hải Phòng*. Tài nguyên và môi trường biển. Hà Nội, 1991, trang 83-87. (Caractéristiques de régime hydrochimique de la mer nérétique de Hai Phong. En Vietnamien).
- [2] Nguyễn Bá Xuân và Lê Văn Bài, 1993. *Đặc điểm biến động và phân vùng thủy văn qua hai chuyển khảo sát mặt rộng vùng biển ven bờ miền Trung*. Báo cáo sơ kết 2 năm đề tài KT-03-01. Chủ nhiệm: Đặng Ngọc Thanh. (Caractéristiques de variation et zonation hydrologique de la mer nérétique du Vietnam Central. En Vietnamien).
- [3] Phạm Văn Thơm, 1992. *Hiện trạng nhiễm bẩn vùng biển ven bờ Phú Yên-Bình Thuận*, Phần A. Chủ nhiệm: Nguyễn Tác An. (L'état de pollution de la mer nérétique de Phu Yen à Binh Thuan, Part A. En Vietnamien).

- [4] Phạm Văn Thơm, 1993a. *Báo cáo chuyên khảo sát 1992 đề tài KT-03-05*, chương V. Chủ nhiệm: Võ Văn Lành. (Rapport d'investigations 1992 du sujet KT 03 05, chapitre V. En Vietnamien).
- [5] Phạm Văn Thơm, 1993b. *Báo cáo 1992 đề tài KT-03-07, Phần Sông Hàn*, chương III và IV. Chủ nhiệm: Phạm Văn Ninh. (Rapport d'investigation 1992 du sujet KT 03 07, chapitres III et IV. En Vietnamien).
- [6] Phạm Văn Thơm, 1994a. *Các đặc điểm thủy địa hóa vùng biển ven bờ miền Trung*. Báo cáo sơ kết 2 năm 1992-1993 đề tài KT-03-01. (Les caracteristiques chimiques de la mer néritique de Cua Viet à Phu Yen. En Vietnamien).
- [7] Phạm Văn Thơm, 1994b. *Về mức dinh dưỡng vùng biển Bình Thuận*. Báo cáo năm 1993 đề tài KT-03-05. Chủ nhiệm: Võ Văn Lành. (Sur la levée nutritive de la mer de Binh Thuan. En Vietnamien).
- [8] Phạm Văn Thơm, 1994c. *Báo cáo sơ kết 1992-1993 đề tài KT-03-07- Phần sông Hàn*, chương II. Nha Trang, 1994. Chủ nhiệm: Phạm Văn Ninh. Nha Trang, 1994. (Rapport préliminaire 1992-1993 du sujet KT 03 07, chapitre II. En Vietnamien).
- [9] Phạm Văn Thơm và Lê Thị Vinh, 1991. *Hiện trạng nhiễm bẩn vùng biển ven bờ Nha Trang*. Báo cáo đề tài cấp cơ sở. (L'état de pollution de la mer néritique de Nha Trang. En Vietnamien).
- [10] Phạm Văn Thơm và Lê Thị Vinh, 1993. *Báo cáo chuyên khảo sát 1992, đề tài KT-03-01*, chương V. Chủ nhiệm: Đặng Ngọc Thanh. (Rapport d'investigation 1992 du sujet KT 03 01, chapitre V. En Vietnamien).
- [11] Phạm Văn Thơm, Lê Thị Vinh, Đào Việt Hà, Dương Trọng Kiểm và Nguyễn Hồng Thu, 1994. *Chất lượng môi trường vùng cửa sông Cái, vịnh Nha Trang*. Trong: Đánh giá chất lượng môi trường các thủy vực ven bờ Khánh Hòa. Chủ nhiệm: Nguyễn Tác An. (Qualité de l'environnement de l'estuaire de Rivière Cai et de la baie de Nha Trang. En Vietnamien).
- [12] Võ Văn Lành, 1986. *Báo cáo tổng kết đề tài 48-01*. (Rapport du sujet 48-01. En Vietnamien).
- [13] Vũ Thị Hiền và Lưu Văn Diệu, 1994. *Sơ bộ về sự biến động một số yếu tố thủy hóa vùng cửa sông ven biển Hải Phòng*. Tài nguyên và môi trường biển, tập II. Hà Nội, 1994. trang 8-13. (Distribution des éléments hydrochimiques de l'estuaire et mer néritique de Hai Phong. En Vietnamien).
- [14] Guao Shenquan, Yu Gouhui, and Wang Yuhen, 1991. *The distribution features and fluxes of dissolved Nitrogen, Phosphorous and Silicon on Hangzhou Bay*. I.O.C. Workshop Report No. 7, pp. 143-171.