

Cercetări marine	I.R.C.M.	Nr.8	215 - 225	1975
------------------	----------	------	-----------	------

## MODIFICATIONS DES PARAMÈTRES PHYSICO-CHIMIQUES DE L'EAU MARINE, PRODUITES À LA SUITE DU MÉLANGE AVEC DE FLUIDES DE FORAGE.

**Șerbănescu O. et Piescu V.**

**Institut Roumain de Recherches Marines - Constanța**

### ABSTRACT

The authors have studied the modifications of some physical and chemical parameters of sea water (pH, colour, density, suspended materials, BOD, organic substance, nitrates, Fe<sup>+++</sup>, oil products) under the influence of 4 drilling fluids. Changes was observed especially on pH, organic substance content, phosphates, nitrates and BOD.

A présent, les forages effectués sur les plates-formes continentales marines représentent une activité toujours en extension et ces actions de grande complexité technique peuvent déterminer la pollution du milieu marin, dont les effets sont souvent inconnus (1; 4; 5).

Par son spécifique, le processus de forage ne peut pas être conçu sans l'utilisation de quelques fluides spécifiques formés surtout de suspensions d'argiles actives, enrichies d'éléments capables de créer au fluide les meilleures caractéristiques rhéologiques et colloïdales dans l'exploitation, comme par exemple: densité, viscosité, filtrabilité, pH, etc.

Il est indiscutable que, quelque parfaites soient les méthodes de travail pendant l'exploitation, il y a toujours des pertes des fluides de forage qui modifient les paramètres de l'eau marine avoisinée (2; 3). Dans cette étape de recherche, notre attention s'est dirigée juste sur les modifications qui peuvent se produire dans l'eau marine comme résultat de ces pertes. Pour déterminer la zone maxima d'influence des fluides on a utilisé la méthode du marquage radioactif, le traçoir étant  $\text{Na}^{82}\text{Br}$ .

Les fluides de forage sont des suspensions dans l'eau (douce ou marine), d'argiles à baryte en mélange avec des substances organiques comme: ferro-chrome lignosulfonates, carboxyméthyle cellulose, gas-oil, acides gras, savons, substances tensioactives.

Ces substances, en proportions bien établies, caractérisent chaque fluide de forage en partie.

On a étudié les effets des suivants types de fluides:

- a.- fluide semisaturé
- b.- fluide de type émulsion inverse
- c.- fluide de forage de la sonde "Frasin"
- d.- fluide de forage non dispersé, synthétisé en laboratoire.

## 1. TECHNIQUE ET MÉTHODE DE TRAVAIL

Pour étudier les modifications des indices physico-chimiques naturels de l'eau de mer, on a utilisé les quatre types de fluides de forage employés à présent pour le forage à terre et qui s'emploieront de la même composition ou avec une série de modifications dans le forage marine; on a préparé des mélanges d'une large série de rapports eau de mer-fluide de forage, mais toujours on a eu en vue les pertes normales ou les accidents possibles pour chaque type de fluide.

On a étudié les effets de ces fluides sur les suivantes caractéristiques de l'eau de mer: pH, couleur, densité, suspensions, teneur en substances organiques, consommation biochimique d'oxygène, produits pétroliers, nitrates, fer ionique; les résultats représentent les moyennes de trois séries de déterminations.

Les suspensions ont été déterminées par gravimétrie, et la turbidité, les phosphates, les nitrites, le fer ionique, ont été établies par des méthodes photocolorimétriques; les autres paramètres ont été poursuivis par des méthodes classiques, connues, c'est-à-dire l'oxydation de la substance organiques à  $KMnO_4$ , le  $CBO_5$  par la méthode iodométrique. Les substances provenues des produits pétroliers ont été extraites en éther de pétrole ou chloroforme et dosées par gravimétrie ou photocolorimétrie.

## 2. RÉSULTATS OBTENUS ET LEUR DISCUSSION

### 2.1. L'INFLUENCE DU FLUIDE DE FORAGE SEMISATURÉ

Ce fluide a la composition suivante:

- gas-oil 20 %
- carboxyméthyle cellulose 0,2 %
- ferro-chrome lignosulfonates 2 - 3 %
- NaCl 0,025 %
- extrait de base 2 - 3 %

Les proportions des mélanges avec ce fluide et les modifications produites dans l'eau marine sont présentées dans le Tableau 1.

Tableau 1

Influence du fluide de forage semisaturé sur l'eau de mer

No. de l'échantillon	Conc. du fluide g/l	T°C	pH	Densité g/cm <sup>3</sup>	Suspensions mg/l	Phosphates mg/m <sup>3</sup>	Nitrites mg/l	Fer ionique mg/l	Turbidité (l'extinction)
1	0,770	15	8,5	1,0007	192	438,4	0,012	0	170
2	2,550	15	8,5	1,0015	201	750,0	0,014	0,05	265
3	3,350	15	8,5	1,007	417	868,0	0,012	0,05	510
4	7,23	15	8,5	1,015	500	1512,8	0,012	0,066	1300
5 Echantillon témoin		15	8,5	1,005	10	350	0,008	0	0

Par l'analyse des données (Tableau 1) on a fait ressortir les suivantes conclusions:

a. Suspensions. La quantité de suspensions déterminée dans le mélange d'eau marine et fluide de forage, augmente

proportionnellement avec la concentration du fluide; en moyenne, pour chaque millilitre de fluide ajouté à un litre d'eau marine, se forment 250 mg suspensions, ce qui représente une augmentation d'environ 25 fois vis-à-vis du témoin.

b. Turbidité. Grâce au contenu élevé en matières argileuses en suspension, le fluide de forage provoque au mélange une grande turbidité; l'eau marine reçoit une couleur rouge-argileuse, et le phénomène persiste dans le temps plus que 10 jours, parce que la sédimentation des particules en suspension est très lente.

c. Phosphates. Le fluide semisaturé a déterminé une croissance moyenne de la teneur en phosphates dans l'eau en valeur de  $150 \text{ mg/m}^3$  pour chaque millilitre de fluide de forage ajouté à 1 litre d'eau marine.

d. Fer ionique. En analysant l'eau de mer à la suite du mélange avec le fluide de forage, on a constaté que le fluide cède au milieu marin une petite quantité de fer colloïdal, qui ne produit pas de modifications aux processus biologiques qui ont lieu dans le mélange.

e. Substance organique. Le fluide de forage semisaturé confère au mélange une augmentation considérable du contenu de substance organique, de 5 milligrammes  $\text{KMnO}_4$ /litre pour une concentration d'un millilitre fluide à un litre d'eau marine.

f. Consommation Biochimique d'Oxygène ( $\text{CBO}_5$ ). Les déterminations de  $\text{CBO}_5$  ont envisagé une augmentation d'environ 65 % de  $\text{CBO}_5$  vis-à-vis de l'échantillon-témoin, ce qui signifie une activité bactérienne puissante en présence du substratum organique.

## 2.2. INFLUENCE DU FLUIDE DE FORAGE TYPE ÉMULSION INVERSE SUR LE MILIEU MARIN

Ce type de fluide de forage se caractérise par ce que la phase principale est constituée par le gas-oil, auquel on ajoute des savons, des acides gras, argile organophile. La composition pourcentuelle exacte du fluide n'est pas connue, étant un produit d'importation utilisé en pratique aux forages de profondeur.

L'échantillon que nous avons employé provient d'une sonde de forage en fonctionnement, le fluide ayant une densité de  $1,60 \text{ kg/dm}^3$  et une visqueusité de 85 secondes.

En mélange avec l'eau de mer, le fluide ne casse pas son émulsion grâce aux substances tensioactives qu'il contient. A la surface de l'eau dans le vase d'expérience se forme une pellicule huileuse, et l'eau emprunte un puissant odeur de produits pétroliers grâce au gas-oil contenu en grande quantité dans la composition de ce fluide.

Les modifications des paramètres physico-chimiques de l'eau marine grâce au fluide de forage fondé sur émulsion inverse, sont illustrées dans le Tableau 2.

Tableau 2  
Modifications physico-chimiques de l'eau marine sous  
l'influence du fluide de type émulsion inverse

No. de l'échantillon	Conc. du fluide g/l	T°C	pH	Densité g/m <sup>3</sup>	Suspensions mg/l	Phosphates mg/m <sup>3</sup>	Nitrites mg/l	Fer ionique mg/l	Turbidité (l'extinction)
1	0,82	15	8,5	1,0089	45	421,68	0,009	0,05	155
2	0,88	15	8,5	1,0080	41	454,80	0,009	0,07	157
3	2,36	15	8,5	1,0100	45	475,00	0,011	0,22	170
4	5,50	15	8,5	1,0100	48	553,20	0,012	0,40	180
5 Echantillon témoin		15	7,9	1,005	10	350	0,008	0,00	0

A la suite des analyses effectuées, on est arrivé aux suivantes conclusions:

a. Suspensions. Dans l'eau marine, le fluide de type émulsion inverse produit une quantité diminuée de suspensions grâce aux produits tensioactifs puissants contenus dans le fluide, ce qui ne permet pas la dispersion des matières argileuses de son contenu dans l'eau.

b. Turbidité. A cause de sa teneur réduite en suspensions, la turbidité du mélange est très peu modifiée par rapport à l'échantillon témoin.

c. Phosphates. Le teneur en phosphates est peu modifiée vis-à-vis de l'échantillon-témoin.

d. Fer ionique. Le dosage du fer cédé par le fluide de

forage type émulsion inverse dans l'eau marine a démontré une augmentation de celui-ci proportionnellement à la quantité du fluide dans le mélange, évaluant pour un gramme fluide à 1 litre d'eau marine, une croissance de la concentration du fer ionique de 0,08 mg. Etant connu que la limite maxima admise du contenu en fer ionique pour assurer les phénomènes d'auto-épuration est d'environ 1 mg/l, on apprécie qu'une concentration plus élevée de 12,5 g fluide à 1 litre d'eau, devient dangereuse pour l'activité biologique.

e. Substance organique. Le fluide de forage produit une augmentation du contenu de substance organique d'environ 3,82 mg  $\text{KMnO}_4$ /l pour chaque millilitre de fluide ajouté dans un litre d'eau marine.

f. Consommation Biochimique d'Oxygène. Chaque millilitre de fluide ajouté à un litre d'eau marine détermine une augmentation de  $\text{CBO}_5$  en moyenne de 100 %.

g. Produits extractifs de type pétrolier. Le fluide de forage type emulsion inverse manifeste son effet négatif sur le milieu marin par la grande quantité de produits extractibles de type pétrolier qu'il cède pendant le mélange. On a déterminé dans le mélange une augmentation d'environ 3 mg/l produits pétroliers, pour chaque millilitre de fluide de forage ajouté à 1 litre d'eau marine.

Selon les observations de ci-dessus il résulte qu'une perte massive de ce type de fluide de forage pourrait provoquer d'importants troubles dans l'équilibre biologique de la mer.

### 2.3. L'ÉTUDE DE L'INFLUENCE DU FLUIDE DE LA SONDE "FRASIN" SUR LES PARAMÈTRES PHISICO-CHIMIQUES DE L'EAU MARINE

Ce fluide est composé d'un mélange d'argiles dans l'eau auxquelles on ajoute: carboxyméthyle cellulose, extrait basique, lignosulfonates de fer et chrome, soude caustique, gas-oil, lignite, carbonate de sodium, baryte.

Au moment du prélèvement, le fluide avait une densité de 1,440  $\text{Kg/cm}^3$  et une visqueusité de 300 seconds. Bien qu'il soit caractérisé par une bonne visqueusité, étant composé de particules très fines, en mélange avec l'eau marine, il détermine une masse

considérable de suspensions, ce qui modifie visiblement l'aspect de l'eau marine qui reçoit une couleur jaune-rougeâtre.

Les modifications des paramètres physico-chimiques de l'eau marine, provoquées par la variation de la concentration du fluide dans l'eau, sont illustrées dans le Tableau 3.

Tableau 3  
Influence du fluide de forage de la sonde "Frasin" sur  
l'eau de mer

No. de l'échantillon	Conc. du fluide g/l	T°C	pH	Densité g/m <sup>3</sup>	Suspensions mg/l	Phosphates mg/m <sup>3</sup>	Nitrites mg/l	Fer ionique mg/l	Turbidité (l'extinction)
1	0,42	15	8,2	1,011	200	464,5	0,006	0,05	175
2	1,80	15	8,2	1,0128	225	800	0,009	0,23	300
3	4,62	15	8,2	1,013	234	1558,5	0,0105	0,35	385
4	4,82	15	8,2	1,013	236	1562	0,0107	0,40	400
5	Echantillon témoin	15	7,9	1,005	10	350	0,008	0	0

Les conclusions qui apparaissent du tableau de ci-dessus sont les suivantes:

- Dans tous les cas, la densité du mélange a été supérieure à l'échantillon témoin, à cause des grandes quantités de particules colloïdale qui ne sont pas sédimentées.

- Le fluide détermine l'apparition d'une importante quantité de suspensions vis-à-vis du témoin: pourtant, grâce à une bonne viscosité, la masse des suspensions n'est pas proportionnelle à la concentration du fluide.

- On a remarqué une augmentation de la teneur en phosphates dans l'eau marine, d'environ 253 mg/m<sup>3</sup> pour un gramme de fluide de forage à un litre d'eau marine.

- Le fluide cède au mélange de petites quantités de fer ionique, proportionnellement à la concentration du fluide.

Pour chaque gramme de fluide à un litre d'eau marine on a calculé une augmentation du fer ionique de 0,076 mg/l.

- Mélange avec l'eau de mer, le fluide enrichit le

contenu en substances organiques d'environ 3,9 mg  $KMnO_4$ /l pour chaque millilitre de fluide ajouté à 1 litre d'eau.

- En comparant les résultats concernant la consommation biochimique d'oxygène de l'eau marine dans la phase antérieure du mélange avec le fluide, avec ceux obtenus après le mélange, on a calculé une croissance de 96% du  $CBO_5$  pour chaque millilitre de fluide ajouté à un litre d'eau. Ce résultat confirme que le fluide est capable d'impurifier du point de vue organique le milieu voisin à son déversement.

#### 2.4. L'INFLUENCE DU FLUIDE DE FORAGE TYPE NON DISPERSÉ SUR L'EAU MARINE

Ce fluide a été synthétisé par l'Institut de Recherches et Extraction de Cimpina, étant une émulsion dans l'eau des suivants composants principaux: transgel, carboxyméthyle cellulose, gas-oil, asphalte, solution de chlorure de calcium, agent actif de surface, baryte.

Le fluide se caractérise par une densité de 1,150 Kgf/dm<sup>3</sup> et une viscosité de 43 secondes.

À cause de la faible viscosité, il est miscible avec l'eau marine qui, après le mélange reçoit un aspect boueux, dû à la quantité assez grande de particules fines qui restent en suspensions assez longtemps; à la surface du liquide apparaît une pellicule pétrolière, le fluide cédant du gaz-oil qu'il contient.

Les résultats des analyses effectuées sur des mélanges progressifs de fluide type non dispersé avec l'eau marine sont présentés dans le Tableau 4.

À la suite des données présentées ci-dessus, on voit une série de conclusions concernant l'action du fluide, comme suit:

a. Suspensions. Vis-à-vis de l'échantillon témoin, 1 gramme de fluide de forage détermine, dans un litre d'eau marine l'augmentation des matières en suspension d'environ 28 fois.

b. Turbidité. À cause de la teneur élevée des matières en suspension, le mélange eau-fluide reçoit un aspect boueux. Dans le cas de ce fluide on a signalé les plus hautes extinctions en comparaison avec les expériences antérieures.

Tableau 4

Modifications physico-chimique de l'eau de mer sous  
l'influence du fluide de forage non dispersé

No. de l'échantillon	Conc. du fluide	T <sup>o</sup> C	pH	Densité g/m <sup>3</sup>	Suspensions mg/l	Phosphates mg/m <sup>3</sup>	Nitrites mg/l	Ferrique mg/l	Turbidité (l'extinction)
1	0,580	15	8,5	1,013	160	480	0,008	0	200
2	2,130	15	8,5	1,025	600	950	0,008	0	1600
3	2,99	15	8,5	1,027	620	970	0,008	0	1800
4	6,49	15	8,5	1,060	1530	1260	0,008	0	1800
5	Echantillon témoin	15	8,5	1,005	10	350	0,008	0	0

c. Phosphates. Les déterminations effectuées sur le contenu de phosphates ont prouvé une accumulation en moyenne de 220 mg/m<sup>3</sup> pour un gramme fluide de forage à un litre d'eau marine.

d. Produits pétroliers. Pendant le mélange avec le fluide de forage, l'eau marine reçoit une senteur accentuée de produits pétroliers; les analyses démontrent que pour un mélange d'un gramme de fluide à un litre d'eau marine ont résulté en moyenne 16,55 mg produits extractibles de type pétrolier. Ce puissant enrichissement en hydrocarbures de l'eau, doit rester en attention pour le cas où ce type de fluide s'utilisera dans le forage marin.

e. Substance organique. La détermination du contenu de substance organique s'est imposé en connaissant la composition du fluide et ses caractéristiques; ainsi, pour un gramme de fluide à un litre d'eau marine, la substance organique a augmenté en moyenne, avec 4,27 mg KMnO<sub>4</sub>/l par rapport à l'échantillon-témoin.

f. La Consommation Biochimique d'Oxygène. Sur le riche substratum organique créé par la présence du fluide de forage s'est établi une augmentation de CBO<sub>5</sub> d'environ 95% vis-à-vis de l'échantillon témoin.

### 3. CONCLUSIONS

Les mélanges de 4 types de fluides de forage avec l'eau marine, ont déterminé les suivantes modifications des paramètres physico-chimiques de l'eau marine:

- Les fluides de forage modifient l'aspect de l'eau, en lui produisant une turbulence élevée; cette modification est toujours en fonction de la viscosité et de la puissance de l'émulsion du fluide.

- Les fluides de forage, étant des suspensions argileuses plus lourdes que l'eau marine, les particules grossières se déposent sur le fond de l'eau, et celles de dimensions colloïdales restent flottantes dans la masse de l'eau assez longtemps. Comme suite de ce phénomène, toutes les modifications produites dans le mélange ont l'origine dans la quantité, la grandeur, la composition et le temps de sédimentation (flottation) des particules. Grâce au pH alcalin, les fluides de forage modifient toujours la réaction du milieu marin en sens alcalin.

- Le haut contenu de substance organique de la masse des fluides de forage, provoque - à cause de la solubilité - une augmentation de la quantité de ces substances dans le milieu marin, ce qui explique aussi l'augmentation de  $CO_2$ .

- Les fluides de forage cèdent au milieu marin une quantité considérable de produits pétroliers qui entrent dans leur composition.

- La présence des fluides de forage dans l'eau marine favorise l'augmentation des phosphate et des nitrites.

### BIBLIOGRAPHIE:

1. BERTRAND, A.R.V., BRIANT, J., CASTELA, A., DEGOBERT, P., GATELLIER C., MASSON, M., OUDIN, J.L. et POTTIER, J. - 1971 - Prévention et lutte contre la pollution au cours des opérations de forage et de production en mer. Rev. Institut Français du Pétrol et annales des combustibles liquides, 26, 9: 757 - 848.
2. FOSTER, D.H., HANES, N.B., LORD jr. S., - 1971 - Examen critique des normes des qualité des eaux de baignade. Journal WPCF, 43, 11: 2229-2241.

3. LEVY, E.M. - 1972 - The identification of petroleum products in the marine environment by absorption spectrophotometry. Water Research, 6, 1: 57-69.
4. XXX - 1965 - Standard methods for the Examination of Water and Wastewater - American Public Health Ass. Inc., New York: 1 - 769.
5. XXX - 1972 - Determination des polluants d'importance internationale et lutte contre ces polluants. Conférence des Nations Unies sur l'environnement. A/CONF.48/8: 1-117.