

Traitement d'une Eau de Bourbier des Puits de Forage de Hassi-Messaoud

Rachida Rihani ¹, Mouna Ayyach ²

(1) Division Bio-énergie Environnement, C'DER, B.P.62, Bouzaréah, Alger, Algérie

(2) Faculté des Sciences de l'ingénieur, Département de Génie des Procédés, USTHB, BabEzzouar

Résumé – L'étude consiste à réaliser un procédé de traitement biologique d'une eau de bourbier des puits de forage de Hassi-Messaoud contenant des concentrations excessives en plomb et en gas-oil. Le traitement est effectué au moyen d'un bioréacteur à l'intérieur duquel est entassé un garnissage solide inerte connu sous le nom commercial de « Siporex ». Afin d'évaluer l'effet inhibiteur du plomb sur le processus de biodégradation de la matière organique et du gas-oil, nous avons procédé à une variation croissante de la charge en plomb (5, 15 et 80 mg/l). Ainsi, l'expérience menée a permis la détermination de la charge donnant le meilleur rendement. Par ailleurs, une analyse microbiologique a été effectuée afin d'identifier les souches microbiennes présentes dans l'eau d'ensemencement et dans l'eau des deux colonnes.

Abstract – This study consists in carrying out a process of biological treatment of a mud's water of Hassi-Messaoud wells drilling containing an excessive concentrations gas-oil and lead. The treatment is carried out by means of a bioreactor inside whose is piled up an inert solid garnishing known under the commercial name of "Siporex". So to evaluate the inhibiting effect of lead on the biological breakdown process of organic matter and gas-oil, we carried out an increasing variation of the lead load (5, 15 and 80 mg/l). Thus, the undertaken experiment allowed the determination of the load giving the best output. In addition, a microbiological analysis was carried out in order to identify the microbial stocks present in sowing's water and water of the two columns.

Mots clés: Traitement biologique – Bioréacteur – Bourbier – Plomb – Gas-Oil

1. INTRODUCTION

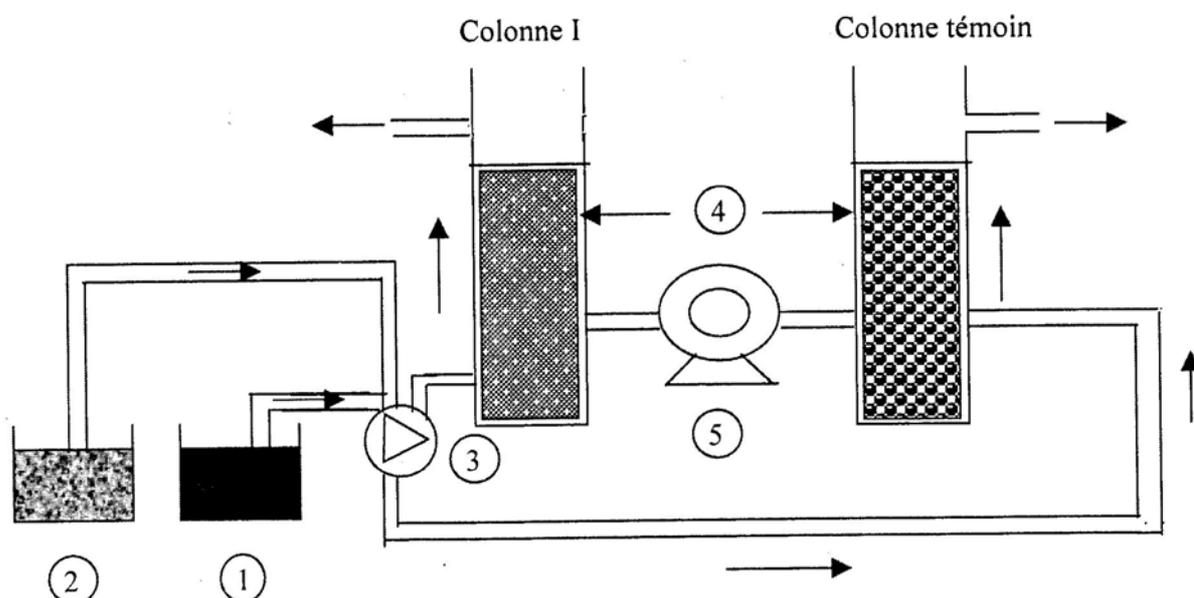
Le pétrole, bien qu'il demeure aujourd'hui la principale source d'énergie devant le charbon et le gaz naturel, figure parmi les principales causes de la pollution de l'air et des eaux de par son usage cette dernière est due à des rejets accidentels occasionnés par des éruptions ou des déversements, mais également des rejets autorisés, des résidus opérationnels comme les boues de forage et les déblais. De ce fait, les eaux extraites sont particulièrement préoccupantes pour la santé publique et pour l'environnement. S'il en était encore besoin de rappeler que 5 litres d'huile usagée brûlée dégagent 20 grammes de plomb, quantité suffisante pour polluer 100000 m³ d'air, et que ces mêmes 5 litres d'huile, jetés dans un lac laissent à la surface de l'eau une fine pellicule de 500 m² qui empêche l'oxygénation et cause la mort par asphyxie de la flore et de la faune aquatiques. Un gramme d'hydrocarbure contamine 1 m³ d'eau [1].

L'objectif de notre travail est de réaliser un procédé de traitement biologique d'une eau de bourbier des puits de forage de Hassi-Messaoud afin d'éviter la formation de bourbiers qui sont considérés comme source de pollution de l'environnement et de contamination de nappes phréatiques au moyen d'un réacteur à lit fixe. Ce type de réacteur présente l'avantage de permettre une plus grande concentration de micro-organismes par unité de volume de fluide libre [2]. Ce procédé a été choisi pour sa facilité de mise en œuvre et pour usage courant qui ont fait l'objet de nombreux travaux [3 - 7]

2. DISPOSITIF EXPERIMENTAL

Le schéma de principe du dispositif utilisé est représenté sur la figure 1.
L'étude expérimentale a été réalisée pour une température de $(25 \pm 2)^\circ \text{C}$ et en continu sur un pilote constitué de :

- deux colonnes en verre de forme cylindrique. Notons que ces deux colonnes sont remplies de siporex immergé grâce aux flux ascendant de l'alimentation.
- deux bacs d'alimentation contenant respectivement l'eau à traiter et l'eau à traiter exempte de plombs placés en amont de la colonne.
- un compresseur de marque «neuberger» servant à l'aération des deux colonnes.
- une pompe péristaltique de marque « Watson-Marlow 252S » permettant d'alimenter en continu les deux colonnes à partir des deux bacs d'alimentation avec une vitesse de 0,3m/h.



- ① Bac d'alimentation contenant l'eau à traiter
- ② Bac d'alimentation contenant l'eau à traiter exempte de plomb
- ③ Pompe péristaltique
- ④ Siporex
- ⑤ Aérateur

Fig. 1: Dispositif expérimental

Les caractéristiques de la colonne sont portées dans le tableau ci-dessous :

Tableau 1: Caractéristiques du bioréacteur

Hauteur de la colonne	Diamètre intérieur	Volume utile	Débit	Vitesse de passage	Hauteur du support	Support utilisé
150,00 cm	3,00 cm	1005,31cm ³	212, cm ³ /h	0,30 m/h	127,00 cm	Siporex

L'eau à dépolluer est envoyée dans une colonne, à partir du bac d'alimentation avec une vitesse de 0,3 m/h, où elle va suivre un chemin ascendant le long duquel elle sera mise en contact avec un matériau inerte. Ce dernier, constitué de grains de siporex et qui va servir de support à la biomasse fixée. Au long de ce périple, les polluants organiques présents dans l'eau vont être biodégradés par les micro-organismes fixés. Notons que la faune microbienne utilisée provient d'une boue d'ensemencement prélevée à la station d'épuration des eaux usées de la zone industrielle de Oued-Smar (Alger).

Pour élucider l'efficacité du traitement biologique, des prélèvements quotidiens ont été effectués à l'entrée et à la sortie de la colonne (notés respectivement E et S sur les graphes) et ce tout au long de l'expérience.

3. RESULTATS EXPERIMENTAUX

3.1. Influence de la concentration en plomb sur la DCO

Afin, d'évaluer la charge correspondante au meilleur rendement d'élimination de la matière organique et du gas-oil, nous avons procédé à une variation croissante de la concentration en plomb dans l'intervalle [5, 80 mg/l].

1^{er} essai

Nous avons lancé notre expérience par une concentration initiale en plomb (Pb^{+2})= 5mg/l. La figure 2 illustre la variation temporelle de la demande chimique en oxygène (DCO) avant et après traitement de l'eau de bourbier.

Le déclin qui a été observé dès les six premiers jours des analyses, montre parfaitement qu'une partie de la matière organique a servi à la synthèse de la biomasse microbienne et le reste pour subvenir aux besoins énergétiques de croissance et de maintenance cellulaire des micro-organismes. Un ralentissement a été observé au bout du dixième jour, jusqu'à stabilité à une valeur égale à 80mg d'O₂/l (sachant que la concentration de départ était de l'ordre de 360 mg d'O₂ /l). Cependant la présence du plomb à cette concentration a retardé le processus de biodégradation pendant une période allant de du 6^{ème} au 10^{ème} jour, ce qui a constitué une phase d'adaptation de la faune locale. Par ailleurs, le rendement d'élimination de la matière organique était de 82% après 23 jours de traitement.

2^{ème} essai

Ce deuxième essai a été effectué dans les mêmes conditions que celles du 1^{er} essai avec une concentration en plomb de 15 mg/l. D'après la figure 3, nous constatons une forte diminution de la DCO à partir du 4^{ème} jour, avec un ralentissement avant d'atteindre un palier correspondant au 12^{ème} jour, à une valeur égale à mg d'O₂ /l. Cette évolution nous montre clairement qu'il y a une bonne consommation de la matière organique présente dans l'eau par les micro-organismes qui se sont développés dans le bioréacteur en utilisant le gas-oil comme seule source de carbone. Après 21 jours de traitement nous avons constaté un rendement d'élimination de 91%.

3^{ème} essai

Nous avons terminé cet essai par une concentration en plomb de 80 mg/l. La figure 4 représente la variation de la DCO en fonction du temps avant et après traitement pour une

charge en plomb de 80mg/l.

Nous remarquons un décroissement de la DCO jusqu'à atteindre une valeur stable de l'ordre de 40mg d'O₂/l au bout de 10 jours de traitement avec un rendement de 91%. Cette évolution montre clairement la dégradation de la plupart des composés organiques.

Afin de valider nos résultats, nous avons introduit une colonne témoin (exempte de plomb) où la figure 5 montre les résultats obtenus à partir de cette colonne.

Par comparaison des différents graphes, nous avons constatés :

- pour la faible teneur en plomb, la stabilité a été observée au bout du 10^{ème} jour, résultat confirmé par la colonne témoin.
- Stabilité rapide pour la charge en plomb de 80 mg/l , en revanche pour la charge intermédiaire la stabilité n'a été atteinte qu'après 15 jours de traitement.
- Les valeurs de la DCO obtenues en fin de traitement pour la colonne I ainsi que la colonne témoin restent inférieures à la norme de rejets fixées à une valeur de 120 mg d'oxygène par litre [6].

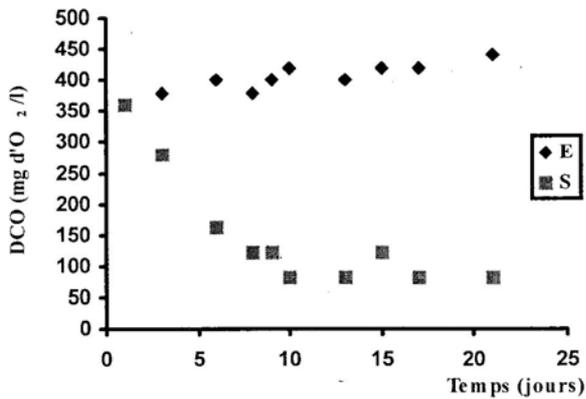


Fig. 2: Variation de la DCO en fonction du temps. $[Pb]_0 = 5 \text{ mg/l}$

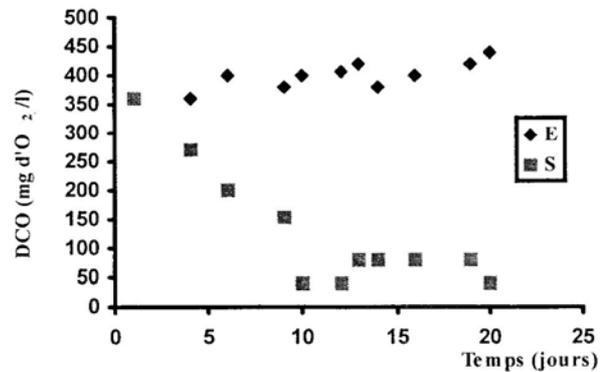


Fig. 3: Variation de la DCO en fonction du temps. $[Pb]_0 = 15 \text{ mg/l}$

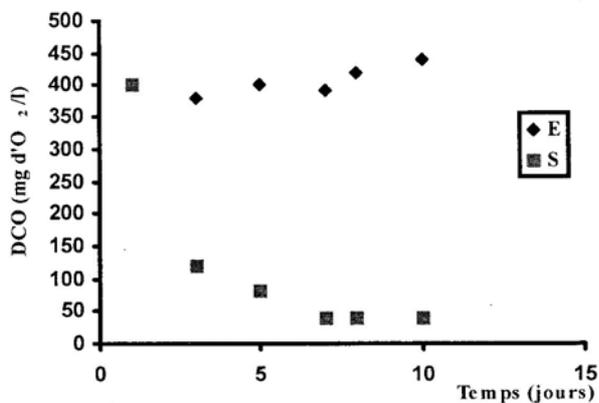


Fig. 4: Variation de la DCO en fonction du temps $[Pb]_0 = 80 \text{ mg/l}$

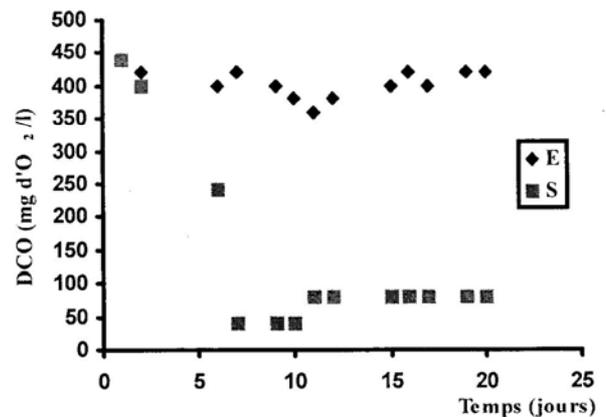


Fig. 5: Variation de la DCO en fonction du temps. Colonne témoin

3.2. Suivi de la concentration du gas-oil en fonction du temps

La figure 6 donne le profil d'élimination du gas-oil dans le bioréacteur pour $(Pb^{+2})_0 = 15 \text{ mg/l}$.

Nous constatons une diminution de la teneur en gas-oil de l'ordre de 45% après 14 jours de traitement ; au départ la concentration était de l'ordre de 50 mg/l. Par comparaison à la colonne témoin (cf.figure 7), pour laquelle le rendement d'élimination du gas-oil avait atteint 84%, nous avons conclu que la présence du plomb a ralenti la biodégradation du gas-oil.

3.3. Analyse Bactériologique

L'analyse bactériologique a été effectuée pour les trois échantillons suivants :

- L'eau d'ensemencement prélevée à la station d'épuration de Oued-Smar (Alger)
- L'eau prélevée de colonne I
- L'eau prélevée de la colonne témoin

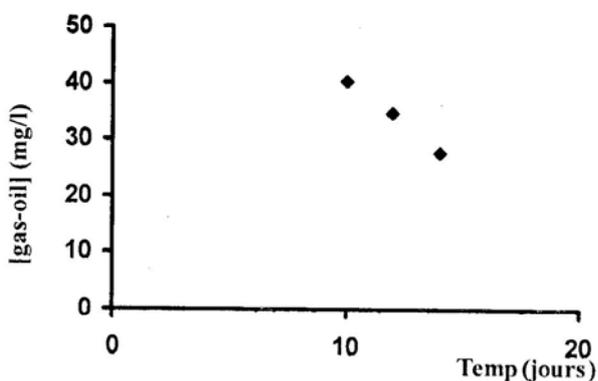


Fig. 6: Evolution temporelle de la concentration du gas-oil à la sortie de la colonne I.

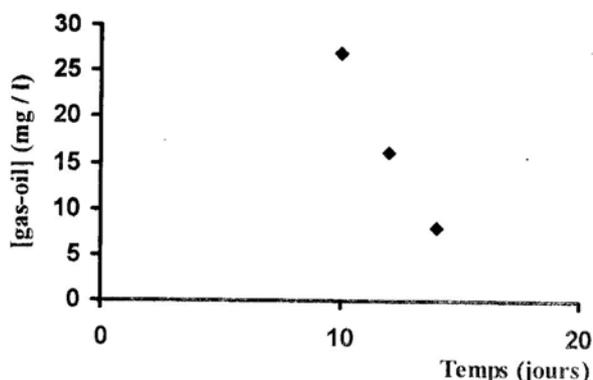


Fig. 7: Evolution temporelle de la concentration du gas-oil à la sortie de la colonne témoin.

Les résultats obtenus sont portés dans le tableau 2 :

Tableau 2: Résultats de l'analyse microbiologique

Source de l'eau	Germs totaux (germe / ml)		Coliformes Eschérichia-coli	Streptocoques fécaux	<i>Clostridium sulfito-réducteurs</i> (CSR / 100ml)
	22 °C	37 °C			
Boue	1,4 .10 ⁴		11.10 ³	absence	70
Colonne I	2 .10 ⁴		10 ³	absence	absence
Colonne témoin	10 ⁵		230	absence	230

4. CONCLUSION

L'étude entreprise dans cet article a été réalisée dans le but d'atténuer l'impact de la pollution engendrée par les rejets de forages pétroliers sur l'environnement. Pour cela, nous avons orienté notre travail de recherche vers un traitement aérobie d'une eau de bourbier.

Les résultats expérimentaux obtenus ont montré que le meilleur rendement d'élimination de la matière organique qui a atteint 91%, a été obtenu pour la charge en plomb de 80 mg/l. Notons que malgré cette teneur en plomb, l'effet inhibiteur dans nos conditions opératoires n'a pas été atteint.

Cette même étude a montré que l'analyse microbiologique qui avait pour objectif l'identification des souches microbiennes présentées dans les différentes eaux à savoir l'eau d'ensemencement, l'eau prélevée de la colonne I et celle prélevée de la colonne témoin. Cette analyse a révélée l'existence de différents germes parmi lesquels nous avons décelé la prédominance des *Eschérichia-Coli*.

REFERENCES

- [1] P. Leconte, "Les sites pollués : traitement des sols et des eaux souterraines", éd. Lavoisier, Paris, 1995.
- [2] C. Carrara et A. C. Rubiolo; "*Determination of kinetic parameters for free and immobilized β -glactosidase*", Process Biochem, 1997.
- [3] S. Ramzy; "*Contribution à l'amélioration de la qualité des eaux destinées à l'alimentation humaine, par l'utilisation d'argiles au cours des traitements de floculation, décantation*", Thèse de 3^{ème} cycle, Paris IV, 1980.
- [4] M. Benkara, "Protection de l'environnement dans le domaine du forage" Rapport SONATRACH/Division forage, 1996.
- [5] Mémento, "Technique de l'eau". T2, éd. Dégrément, 1989.
- [6] M. Loprthois, G. Richard et B. Sutter, "Guide d'analyse des eaux de rejets de traitements de surface", éd. CETIM, 1990.
- [7] F. Berne, J. Cordonnier, "Traitement des eaux", éd. Technip, Paris, 1991.