# TRAITEMENT DES REJETS D'HUILES DE COUPE PAR EXTRACTION A DEUX PHASES AQUEUSES

Z. TALBI, B. HADDOU, Z.Bouberka

Laboratoire physico-chimique des matériaux et environnement, U.S.T.Oran, BP 1505, El mnaouar 31000 Oran, Algérie
talbizahera@yahoo.fr

La pollution des eaux par les hydrocarbures est devenue actuellement un thème très étudié du fait de l'utilisation massive des composés issus de l'industrie des hydrocarbures, des flux d'eaux contaminés mis en circulation, ainsi que les risques de déversements accidentels. Une des conséquences de cette pollution est la diminution de la présence d'oxygène dans l'eau. Une huile peut également former un film mince à la surface de l'eau, qui nuit au transfert de l'oxygène de l'atmosphère vers l'eau, et provoque alors des perturbations au niveau de l'écosystème. Nous avons traité dans ce travail le cas d'effluents d'huiles de coupes, ces fluides très complexes, comportent une dizaine de produits jouant chacun un rôle bien précis comme : les huiles de base, les agents tensioactifs, les agents cotensioactifs, les inhibiteurs de corrosion, les agents anti-mousse, les agents biocides, et des additifs divers. La plupart des composés hydrophobes présents dans une telle émulsion peuvent être solubilisés dans les micelles d'un tensioactif non ionique puis concentrés dans le (petit) volume du coacervat après séparation de phases provoquée en général par un chauffage du système au-delà du point du tensioactif non ionique utilisé. On réalise ainsi une extraction à deux phases aqueuses (dite aussi "par point de trouble" ou "par coacervat"). La demande chimique en oxygène de l'huile de coupe étudié dans ce travail chute de 30 à 2 g $O_2$/L (une réduction de 15 fois) après un seul contacte entre le lutensol AO7 (équivalent aux Oxo-$C_{13}$-$C_{15}$ $E_7$) et l'effluent, ce tensioactif non ionique de type alcool polyéthoxylé ($C_iE_j$) a l'avantage d'être parfaitement biodégradable, sa perte dans la phase diluée après l'étape d'extraction est de l'ordre de la concentration micellaire critique (cmc = $10^{-5}$ mol/L). La variation de la DCO résiduelle est étudiée en fonction de la température de séparation des phases (coacervat et phase diluée) et en fonction de la concentration initiale du tensioactif utilisée pour l'extraction. Nous avons également comparés les résultats de DCO résiduelle avec celles obtenu par traitement de cette émulsion d'effluent au sulfate de sodium (casseur d'émulsion classique).

**Mot clés** : huile de coupe, point de trouble, tensioactif non ionique, extraction, coacervat.

# TRAITEMENT DES REJETS D'HUILES DE COUPE PAR EXTRACTION A DEUX PHASES AQUEUSES

## I. Introduction

La pollution des eaux par les hydrocarbures est devenue actuellement un thème très étudié du fait de l'utilisation massive des composés issus de l'industrie des hydrocarbures, des flux d'eaux contaminés mis en circulation, ainsi que les risques de déversements accidentels. Une des conséquences de cette pollution est la diminution de la présence d'oxygène dans l'eau. Une huile peut également former un film mince à la surface de l'eau, qui nuit au transfert de l'oxygène de l'atmosphère vers l'eau, et provoque alors des perturbations au niveau de l'écosystème. Nous avons traité dans ce travail le cas d'effluents d'huiles de coupes, ces fluides très complexes, comportent une dizaine de produits jouant chacun un rôle bien précis comme : les huiles de base, les agents tensioactifs, les agents cotensioactifs, les inhibiteurs de corrosion, les agents anti-mousse, les agents biocides, et des additifs divers. La plupart des composés hydrophobes présents dans une telle émulsion peuvent être solubilisés dans les micelles d'un tensioactif non ionique puis concentrés dans le (petit) volume du coacervat après séparation de phases provoquée en général par un chauffage du système au-delà du point du tensioactif non ionique utilisé. On réalise ainsi une extraction à deux phases aqueuses (dite aussi "par point de trouble" ou "par coacervat"). La demande chimique en oxygène de l'huile de coupe étudié dans ce travail chute de 30 à 2 g $O_2$/L (une réduction de 15 fois) après un seul contacte entre le lutensol AO7 (équivalent aux Oxo-$C_{13}$-$C_{15}$ $E_7$) et l'effluent, ce tensioactif non ionique de type alcool polyéthoxylé ($C_iE_j$) a l'avantage d'être parfaitement biodégradable, sa perte dans la phase diluée après l'étape d'extraction est de l'ordre de la concentration micellaire critique (cmc = $10^{-5}$ mol/L). La variation de la DCO résiduelle est étudiée en fonction de la température de séparation des phases (coacervat et phase diluée) et en fonction de la concentration initiale du tensioactif utilisée pour l'extraction. Nous avons également comparés les résultats de DCO résiduelle avec celles obtenu par traitement de cette émulsion d'effluent au sulfate de sodium (casseur d'émulsion classique).

I. 2 RESULTATS EXPERIMENTAUX

### I.2.1 Mode opératoire

Selon le type d'huile de coupe à extraire (huile A ou B), nous avons préparé des émulsions à 2 % massique d'huile dans l'eau de robinet stockée, à laquelle nous avons ajouté du tensioactif brut ou « lavé à l'eau » en solution aqueuse à des concentrations différentes (2%, 4%, 6%, 8%, 10%, 12%, 14% massique). Dans des éprouvettes préalablement lavées et séchées, on introduit 10 mL de chaque solution de tensioactif renfermant le soluté (l'huile de coupe); selon la température de trouble du tensioactif, les éprouvettes sont ensuite chauffées dans une étuve de précision ou refroidies dans un réfrigérateur à la température désirée pendant 24 heures, cela pour permettre une décantation complète des deux phases (coacervat et phase diluée) et une stabilisation de leur composition (établissement de l'équilibre) (Figure 4.1). Après cette étape de décantation, les volumes des deux phases sont relevés : cette information est nécessaire pour déterminer la fraction volumique de la phase coacervat. Toujours à température constante, on prélève au moyen d'une pipette pasteur un échantillon de 2 ml de la phase diluée. La demande chimique en oxygène résiduelle après extraction ($DCO_R$) est ainsi déterminée, cette DCO est dû aux substances très solubles dans l'eau (non extractible par le tensioactif) que peu contenir l'émulsion

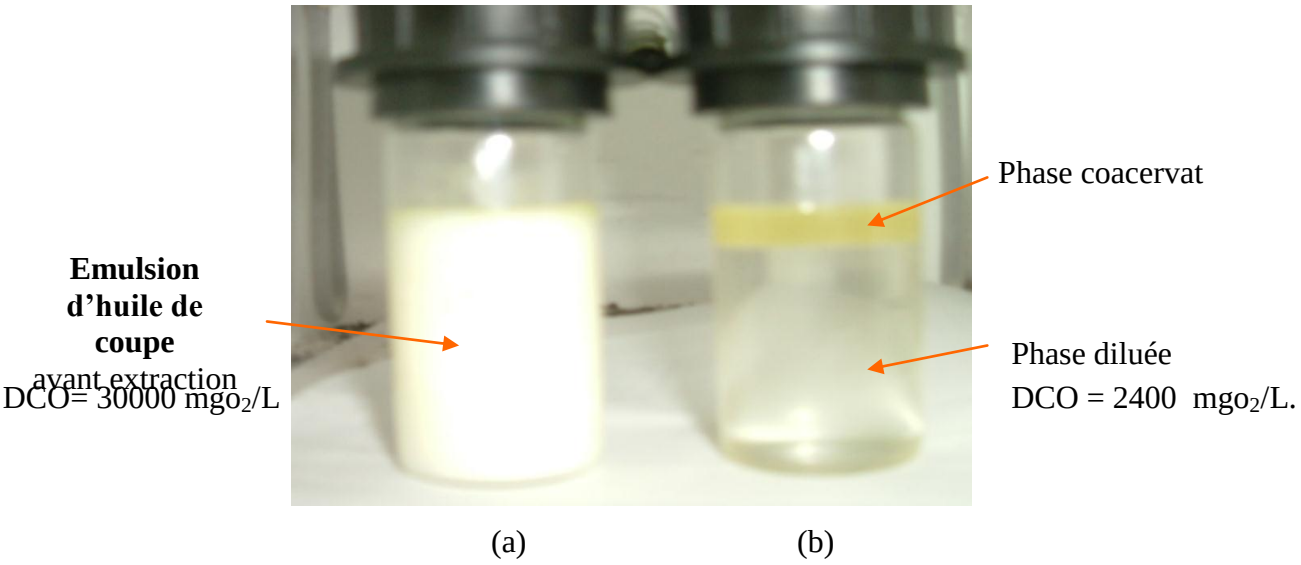


**Figure 1** : Extraction d'une émulsion d'huile de coupe : (a) avant extraction ; (b) après extraction.

### I.2.2 Demande chimique en oxygène

La teneur en polluants organiques a été déterminée par mesure de la demande chimique en oxygène (DCO). Cette mesure a été effectuée sur la solution de départ (l'effluent) et sur la phase diluée après extraction par point de trouble : la demande chimique en oxygène résiduelle dans cette phase ($DCO_R$) comprend celle dû au tensioactif restant dans cette phase ($DCO_{TA}$), dont la concentration est proche de la CMC, et celle dû à la pollution fortement soluble dans l'eau et non extractible par le tensioactif ($DCO_S$).Ainsi on peut écrire :

$$DCO_R = DCO_{TA} + DCO_S$$

### I.3 Résultats d'extraction

Les résultats expérimentaux d'extraction des émulsions d'huiles de coupes (huile A et huile B) par les deux tensioactifs : le Oxo-$C_{15}E_7$ et le Oxo-$C_{10}E_3$ sont regroupés dans les Figures 4 2 à 4.4. Les points expérimentaux représentent la demande chimique en oxygène $DCO_R$ en mg $O_2$/L de la phase diluée après extraction dans le domaine diphasique de chaque tensioactif (températures et concentrations en tensioactif) situés au-dessus de la courbe du point de trouble.

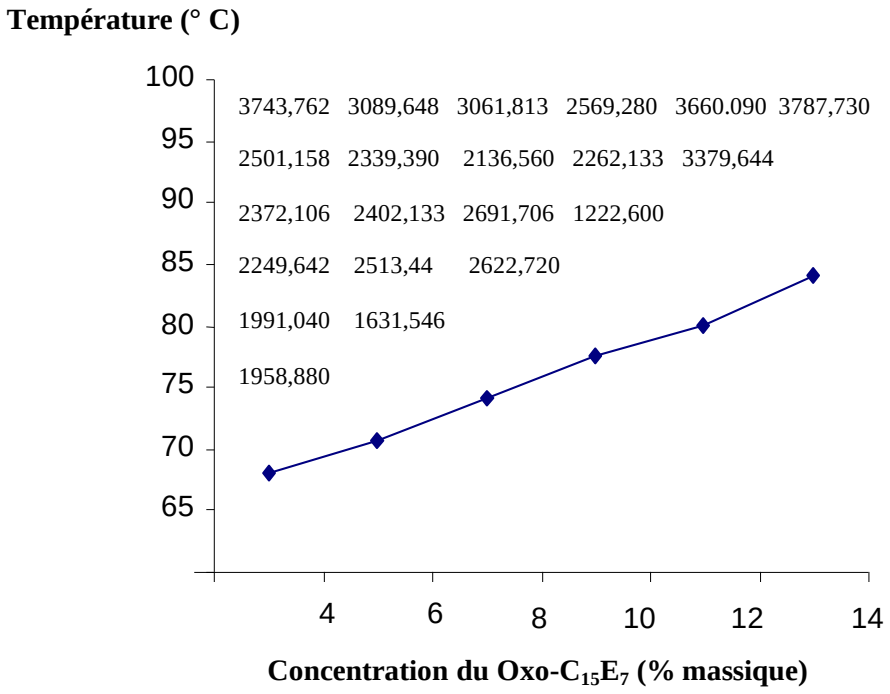


**Figure 2 :** Résultats expérimentaux de la demande chimique en oxygène résiduelle ($DCO_R$) pour le système $H_2O$/Oxo-$C_{15}E_7$ /Huile A

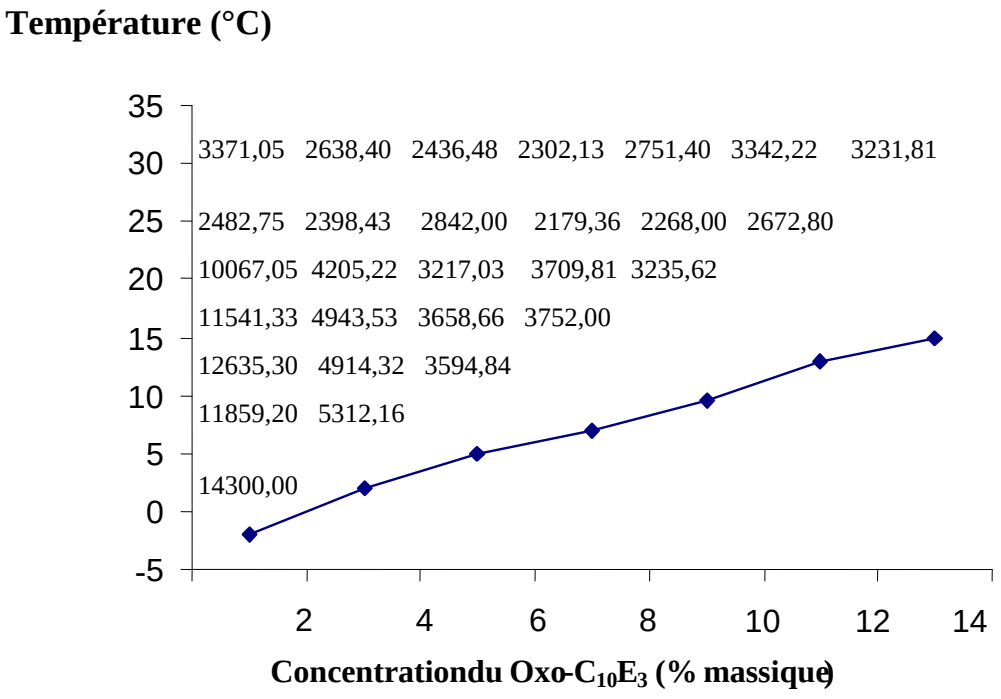


**Figure 3** : Résultats expérimentaux de la demande chimique en oxygène résiduelle ($DCO_R$) pour le système $H_2O$/Oxo-$C_{10}E_3$ /Huile A

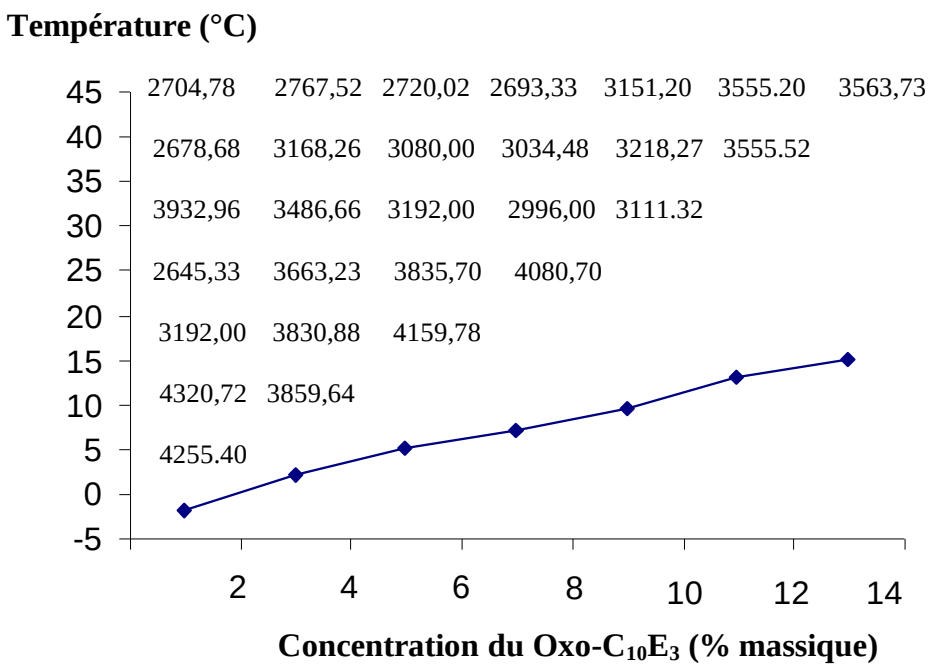


**Figure 4** : Résultats expérimentaux de la demande chimique en oxygène résiduelle ($DCO_R$) pour le système $H_2O$/Oxo-$C_{10}E_3$ /Huile B

## I.4 Lissage des résultats par plan d'expérience

$DCO_{R\ (Oxo\text{-}C15E7/Huile\ A)} = 216{,}247 - 72{,}698\ X_T + 18{,}334\ T + 0{,}687\ X_t\ T + 7{,}85\ X_t^2 + 0{,}073\ T^2$

$DCO_{R\ (Oxo\text{-}C10E3/Huile\ A)} = 1{,}96310^4 - 2{,}71810^3\ X_t - 157{,}329\ T + 76{,}898\ X_t\ T + 25{,}563\ X_t^2 - 12{,}025\ T^2$

$DCO_{R\ (Oxo\text{-}C10E3/HuileB)} = 5{,}18310^3 + 519{,}169\ X_t - 207{,}84\ T - 14{,}674\ X_t\ T + 8{,}692\ X^2 + 3{,}71\ T^2$

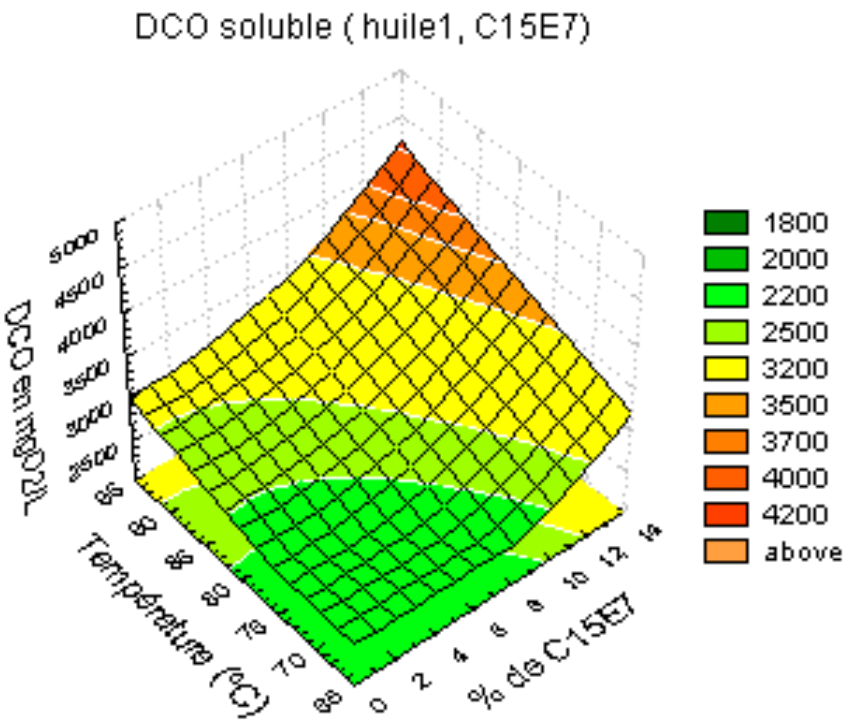


**Figure 5** : Courbes d'iso-réponses tridimensionnelles $DCO_R$=f ($X_t$, T) pour le système : Oxo-$C_{15}E_7$/Huile A

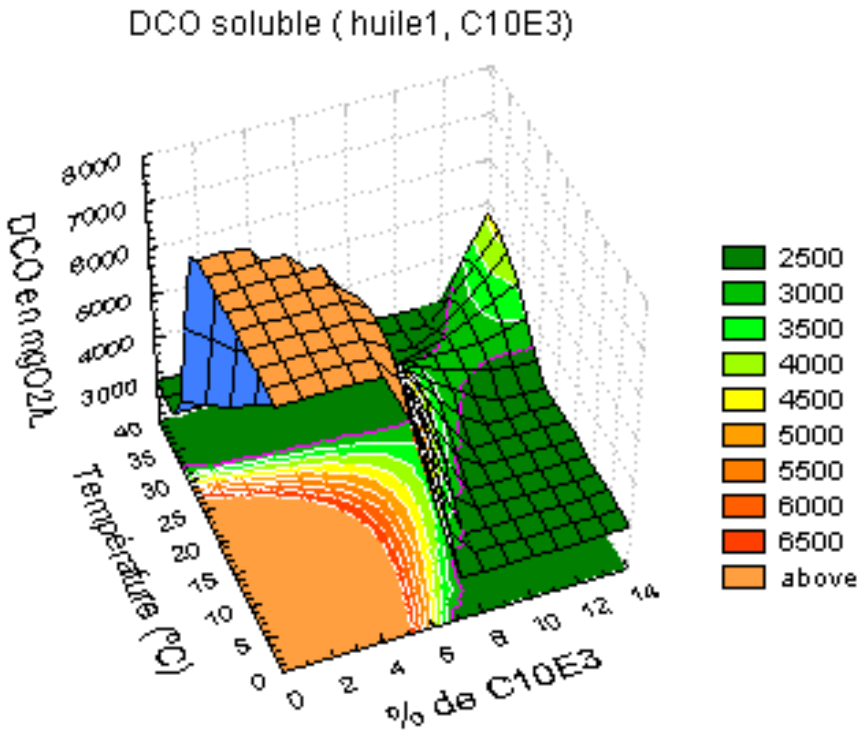


**Figure 6** : Courbes d'iso-réponses tridimensionnelles $DCO_R$=f ($X_t$, T) pour le système : Oxo-$C_{15}E_7$/Huile B

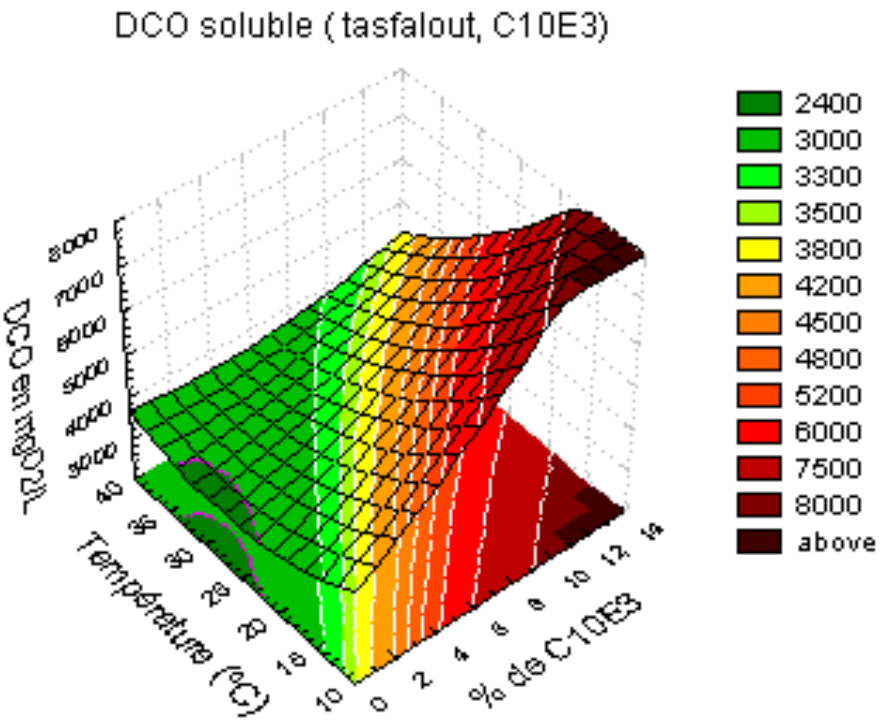


**Figure 7** : Courbes d'iso-réponses tridimensionnelles $DCO_R$=f ($X_t$, T) pour le système : Oxo-$C_{10}E_3$/Huile B

## I.4 CONCLUSIONSN

Nous avons montré que l'extraction à deux phases aqueuses est une technique capable d'enlever des polluants dispersés (des huiles) aussi bien que des polluants solubles à partir d'effluents industriels. Après extraction, la phase diluée est transparente, bien qu'elle contienne du tensioactif du co-tensioactif et certains additifs très solubles dans l'eau comme le biocide dans le cas de l'émulsion d'huile B. Pour une DCO initiale de 34000 mg $O_2$/L pour l'huile A et de 22000 mg $O_2$/L pour l'huile B nous avons obtenu après extraction une DCO aux environs de 2000 $mg_{o2}$/L, soit une réduction de dix fois et ceci après un seul contacte entre le tensioactif et l'effluent. La DCO résiduelle ($DCO_R$) due à ces composés est parfois supérieure (>2 g/L) à la DCO tolérée par la norme de rejet des eaux industrielles, mais c'est une DCO qui peut être facilement diminuée par un traitement biologique puisque le tensioactif est classé biodégradabilité.

Références

Goupy J.,« Modélisation par les plans d'expériences », Technique de l'ingénieur, Traité mesures et contrôles.

Jing-Liang L., Bing-Hung C., 2003,
Equilibrium partition of polycyclic aromatic hydrocarbons in a cloud-point extraction process, Journal of Colloid and Interface Science 263 (2003) 625–632.

Purkait M.K., Banerjee S., Mewara S., DasGupta S., 2005,
Cloud point extraction of toxic eosin dye using Triton X-100 as nonionic surfactant, Water Research 39 (2005) 3885–3890.