

Résumé

L'objectif principal de ce travail a été de quantifier les impacts environnementaux des boues de forage du site pétrolier de Hassi Messaoud (Algérie), tout au long de leur cycle de vie depuis leur injection dans le puits jusqu'à leur dépôt final, en passant par le stockage en bournier et les traitements. Pour cela on a utilisé la méthodologie de l'analyse du cycle de vie (ACV) qui est un outil d'évaluation normalisé. Le système des boues de forage est modélisé en prenant en compte toutes les phases du puits de forage (26'', 16'', 12'', 8'', 6'') ainsi que les cinq scénarios de traitements correspondant aux modes de gestion des boues appliqués sur le site de Hassi Messaoud: traitement par désorption thermique (THERM), stabilisation/solidification off line (STABOFF), stabilisation/solidification on line (STABON), centrifugation secondaire des cuttings (CENVERT) et bournier sans traitement (BOURB). L'analyse des impacts du cycle de vie des boues est réalisée à l'aide du logiciel SIMAPRO7.1 et selon la méthode IMPACT 2002+ (Jolliet et al.2003), choisie pour sa base de données plus adaptée à l'analyse des impacts toxiques des boues de forage pétrolier qui sont caractérisées par une forte toxicité due à leur composition chimique. L'aspect innovant de ce travail est d'une part l'application de l'analyse du cycle de vie sur les boues de forage pétrolier alors qu'elle a surtout été appliquée aux boues d'épuration urbaines et aux eaux de production industrielles, et d'autre part la prise en compte des caractéristiques arides du Sahara dans la caractérisation de la toxicité humaine et l'écotoxicité terrestre. Ces deux catégories d'impact ont été évaluées avec des facteurs de devenir et d'effet adaptés au site révélant une sensibilité spécifique de l'environnement saharien à la pollution par les substances toxiques des boues de forage pétrolier.

La comparaison des étapes du cycle de vie des boues a montré la prépondérance de la toxicité humaine et de l'écotoxicité terrestre dues premièrement aux émissions aux sols des hydrocarbures (surtout les fractions C₉-C₁₆ aromatiques et C₈-C₁₆ aliphatiques) et de certains métaux tels que Zn, Cu et Ba pendant le stockage dans le bournier, et secondairement aux émissions à l'eau des mêmes fractions d'hydrocarbures pendant le forage de la phase 26'' et 16'' du puits.

La comparaison des scénarios de traitement des boues a permis de les classer du plus défavorable au plus favorable : BOURB > STABOF > CENVERT > STABON > THERM. A partir de ces analyses et comparaisons, des points forts ont été relevés et des axes d'amélioration environnementale ont été proposés.

Abstract

The main objective of this work is to assess the environmental impacts of drilling mud system during their entire life cycle from injection till storage in Algerian arid area (Hassid Messaoud petroleum field). We used the life cycle assessment methodology (LCA) which is a standard tool of impact assessment. Several steps are modelled: the injection in the well during the drilling phases (26'', 16'', 12'', 8'', and 6''), the storage in mud pit, and the treatments scenarios: Thermal desorption (THERM), Stabilization/solidification on line (STABON) and off line (STABOF), secondary centrifugation (CENVERT), and untreated reserve pit (BOURB). The impacts analysis of the drilling mud life cycle is carried out using software SIMAPRO7.1 and according to IMPACT 2002+ method (Jolliet and al.2003). This method is chosen for its database more adapted to the drilling muds which are characterized by a strong toxicity due to their chemical composition. The innovating aspect of this work is the application of LCA on drilling mud system since it was especially applied to the urban sludge and the industrial wastewater. Moreover, the arid characteristics of Sahara are taken into account to assess the human toxicity and the terrestrial ecotoxicity. These two impact categories are evaluated with fate and effect factors adapted to the site showing a specific sensitivity to pollution by toxic substances in mud.

The comparison of drilling mud life cycle steps showed the preponderance of human toxicity and terrestrial ecotoxicity categories. This is due firstly to the emissions to soils of hydrocarbons (especially aromatic C₉-C₁₆ and aliphatic C₈-C₁₆ fractions) and metals such as Zn, Cu and Ba during storage in the reserve pit, and secondarily to the emissions to water of the same fractions of hydrocarbons during mud losses in the 16 '' phase.

The comparison of the treatment scenarios allows classifying the scenarios from the worst to the more advantageous: BOURB > STABOF > CENVERT > STABON > THERM. The summary results highlight the positive points and enable to propose axes of environmental improvement.