

**Nom et Prénom : ES-SAHBANY HICHAM**

**Date de soutenance : 28/10/2020**

**Directeur de Thèse : M.S. ELYOUBI**

**Sujet de Thèse :**

**Etude comparative de l'adsorption des métaux lourds (Cu, Ni, Co et Pb) par trois argiles naturelles Marocaines : Essais en vue de la valorisation pour le traitement des effluents industriels pollués**

**Résumé :**

La présence des métaux lourds dans les eaux usées industrielles constitue un problème majeur pour l'environnement en raison de l'impact néfaste de ces éléments comme contaminants toxiques pour les êtres vivants (faune et flore) des écosystèmes aquatiques et terrestres et aussi pour la santé humaine.

Ce travail concerne l'étude comparative de l'adsorption des métaux lourds par trois argiles naturelles (AOS, AHK et AAD) du Maroc. Les argiles ont été utilisées comme adsorbants pour l'élimination des métaux lourds Cu, Co, Ni et Pb (Adsorbats) contenus dans des eaux usées synthétiques. Il s'agit d'une étude expérimentale réalisée en vue d'une valorisation des argiles marocaines pour le traitement des effluents d'eaux usées industriels riches en métaux.

Dans cet objectif, d'une part, la caractérisation minéralogique et spectroscopique des argiles utilisées ont été réalisées par diffraction des rayons X, par fluorescence des rayons X et par microscopie électronique. D'autre part, des essais d'adsorption de quatre métaux lourds en solution ( $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Co}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$  et  $\text{Pb}^{2+}$ ) sous forme de nitrate de cuivre, de cobalt, de nickel et de plomb hydraté de différentes concentrations sur les trois argiles utilisées ont été effectués.

La masse de l'adsorbant (argile), la teneur initiale des ions, le pH de la solution, la vitesse d'agitation, la température et le temps d'agitation ont été mesurés. En effet, ces variables influencent considérablement la cinétique de l'adsorption des métaux lourds sur les argiles étudiées. L'étude comparative de l'adsorption de chaque métal par les trois argiles a été effectuée de même que le rendement d'élimination des métaux lourds. Ceci a permis de classer les argiles selon leurs performances à éliminer les métaux contenus dans les solutions d'eau usée synthétique.

Les résultats de notre étude ont montrés que l'adsorption des métaux lourds par les argiles utilisées obéit à la cinétique des interactions chimie-physique. Les données d'équilibre sont bien adaptées aux modèles de Freundlich/Langmuir, ce qui indique l'hétérogénéité de la surface spécifique de l'adsorbant/adsorbat. La comparaison de la performance de l'adsorption des métaux lourds (Cu, Co, Pb et Ni) contenus dans les solutions modèles par les trois types d'argile (AOS, AHK et AAD) utilisées comme adsorbants a montré que le rendement d'élimination de Cu par l'argile AOS est le plus élevé de l'ordre de 84.92%, de l'ordre de 77.9% pour l'argile AHK et de l'ordre de 74.9 % pour l'argile AAD. Le rendement d'élimination du Co est de l'ordre de 84.91% pour l'argile AOS, de 78.1% pour l'argile AHK et de 73.81% pour l'argile AAD. Pour le nickel (Ni) le rendement d'élimination est de l'ordre de 84.89% par l'argile AOS, de 76.8% pour l'argile AHK et de 71.95% pour l'argile AAD. Pour le plomb (Pb) le rendement d'élimination à l'ordre de 84.83 % par l'argile AOS, 75.8% par l'argile AHK et de 72.29% par l'argile AAD. L'argile AOS paraît donc comme l'argile marocaine la plus performante pour être utilisée pour le traitement des effluents d'eau usée.

**MOTS-CLES:**

Etude comparative, adsorption, métaux lourds, argiles naturelles, cinétique, élimination, traitement eaux usées industrielles.

**Abstract :**

The presence of heavy metals in industrial wastewater constitutes a major problem for the environment due to the harmful impact of these elements as toxic contaminants for living beings (fauna and flora) of aquatic and terrestrial ecosystems and also for health human.

This work concerns the comparative study of the adsorption of heavy metals by three natural clays (COS, CHK and CAD) from Morocco. Clays have been used as adsorbents for the removal of heavy metals Cu, Co, Ni and Pb (Adsorbate) from synthetic wastewater.

For this purpose, on the one hand, the mineralogical and spectroscopic characterization of the clays used was carried out by X-ray diffraction, X-ray fluorescence and by electron microscopy. On the other hand, we have carried out adsorption tests of four heavy metals in solution ( $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Co}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$  and  $\text{Pb}^{2+}$ ) in the form of nitrate the hydrated copper, cobalt, nickel and lead of different concentrations on the three clays used. The mass of the adsorbent (clay), the initial content of the ions, the pH of the solution, the stirring speed and the stirring time were measured. Indeed, these variables considerably influence the kinetics of the adsorption of heavy metals on the clays studied. The compressive study of the adsorption of each metal by the three clays was carried out as well as the yield of animation of heavy metals. This made it possible to classify clays according to their performance in eliminating metals with the aim of recovery for the treatment of effluents from wastewater.

The results of our study showed that the adsorption of heavy metals by the clays used obeys the kinetics of chemical-physical interactions. The equilibrium data are well adapted to the Freundlich and Langmuir model, which indicates the heterogeneity of the specific surface of the adsorbent / adsorbate. Comparison of the adsorption performance of heavy metals (Cu, Co, Pb and Ni) contained in the model solutions by the three types of clay (COS, CHK and CAD) used as adsorbents has shown that the yield of Cu removal by COS clay is highest in the order of 84.92%, in the order of 77.9% for CHK clay and in the order of 74.9% for CAD clay. The Co removal efficiency is around 84.91% for COS clay, 78.1% for CHK clay and 73.81% for CAD clay. For nickel (Ni) the elimination yield is around 84.89% with COS clay, 76.8% with CHK clay and 71.95% with CAD clay. For lead (Pb) the elimination yield is around 84.83% by COS clay, 75.8% by CHK clay and 72.94% by CAD clay. Clay COS therefore appears to be the most efficient Moroccan clay to be used for the treatment of wastewater effluents.

**KEY WORDS:**

Comparative study, adsorption, heavy metals, natural clays, kinetics, elimination, wastewater treatment.