

I- Effet de la température

Le coefficient de distribution (K_d) du Bi(III) et du Cu(II) entre la phase aqueuse et la phase de la résine est calculé à partir de l'équation 26 :

$$(26)$$

La figure 22 montre la variation du coefficient de distribution (K_d) de la sorption du bismuth(III) et du cuivre(II) en fonction de différentes températures.

Figure 22. Variation de $\log K_d$ en fonction de $(1/T)$ pour la sorption du Bi(III) et du Cu(II)

D'après les résultats, l'augmentation de la température de 22 à 60 °C entraîne une baisse de l'adsorption de chaque métal. L'équation de Van't Hoff (équation 27) peut être utilisée pour calculer la variation d'enthalpie du bismuth(III) et celle du cuivre(II), associée au processus adsorption

$$(27)$$

La corrélation des données de la figure 22, obtenues dans le cas de l'adsorption de chaque métal, permettent le calcul la variation d'enthalpie standard ΔH° selon l'équation suivante :

$$(28)$$

La variation d'énergie libre standard ΔG° est calculée sur la base de la valeur logarithmique du rapport de distribution ($\log K_d$) à 22 °C.

$$(29)$$

Donc, la variation d'entropie standard, ΔS° est obtenue à partir de ΔH° et ΔG° comme suit :

$$(30)$$

Les paramètres thermodynamiques de l'adsorption de bismuth (III) et Cuivre (II) sont donnés dans le tableau 9.

Table 9. Les paramètres thermodynamiques de l'adsorption du Bi(III) et du Cu(II)

Valeurs (KJ/mol)	ΔH^0 (kJ/mol)	ΔG^0 (kJ/mol)	ΔS^0 (J/mol.K)
Bismuth(III)	-91,01	-2,91	- 298,64
Cuivre(II)	-48,72	2,18	-172,54

D'après les résultats, le signe négatif de ΔH^0 montre le caractère exothermique de l'extraction liquide-solide et le processus de sorption de chaque ion métallique. Ce résultat est en accord avec les travaux antérieurs **[104]**. Bien que le signe négatif de la valeur de ΔG^0 , obtenue dans le cas de la sorption du Bi(III) par D2EHPA/XAD-1180, indique le phénomène spontané de la sorption du métal. Alors que le signe positif de la valeur de ΔG^0 , obtenue dans le cas de la sorption du Cu(II) par D2EHPA/XAD-1180, montre que le phénomène de la sorption est réversible.

Alors que le signe de la valeur de ΔS^0 , suggère le processus de sorption présente un désordre.

II. Isothermes de sorption

L'isotherme de Langmuir peut être écrit sous les forme I et II, donnés respectivement par les équations 31 et 32 **[103]**.

$$\text{(Forme I)} \quad (31)$$

$$\text{(Forme II)} \quad (32)$$

La quantité du métal adsorbé par la résine imprégnée, à l'équilibre (q_e) est calculée suivant la relation 33.

$$(33)$$

Les isothermes de sorption de Langmuir, formes I et II pour les ions métalliques du Bi(III) et du Cu(II) sont représentés respectivement par les figures 23 et 24.

La corrélation des données expérimentales du Bi(III), suivant l'équation de l'isotherme de Langmuir sous la forme I (figure 23) ne montre pas une bonne linéarité vu le coefficient de corrélation R^2 qui est égal à 0,64. Alors que pour le Cu(II), les données expérimentales de la sorption peuvent se mettre sous une forme polynomiale.

Figure 23. Isotherme de Langmuir (forme I) pour la sorption du Bi(III) et du Cu(II) par D2EHPA/XAD-1180

La modélisation de la sorption des ions métalliques de Bi(III) et du Cu(II), en utilisant l'équation de Langmuir sous sa forme (II), a montré une bonne corrélation des données expérimentales ($R^2=0,99$), et ce pour les deux métaux (figure 24). On conclut que la sorption des deux métaux, chacun pris séparément, par le D2EHPA/XAD-1180 s'effectue sous forme de monocouche et que tous les sites actifs sont identiques et ont la même énergie [116]. Les paramètres du modèle de Langmuir, forme (II) pour d'adsorption des deux métaux, sont donnés dans le tableau 10.

Fig. 24. Isotherme de Langmuir (forme II) pour la sorption de Bi(III) sur la résine imprégnée D2EHPA/XAD-1180

Tableau 10. Les paramètres d'isotherme de Langmuir

Ion métallique	Paramètres de Langmuir, forme II	
	Q_0 (mg/g)	b (L/g)
Bi(III)	333,33	0,09
Cu(II)	135,13	0,01

A partir des résultats donnés par le tableau 10, la capacité de sorption de monocouche (Q_0) du Bi(III) est inférieure par rapport à celle trouvée à l'équilibre ($q_e=483,7$ mg/g XAD-1180). Ceci est dû probablement aux molécules de D2EHPA fixés sur la surface de la résine. Tandis que pour la capacité de sorption de monocouche (Q_0) du Cu(II) est supérieure par rapport à celle trouvée à l'équilibre ($q_e=82,85$ mg/g XAD-1180). Ceci est dû probablement au phénomène réversible de la sorption du métal ($\Delta G^0 > 0$).