

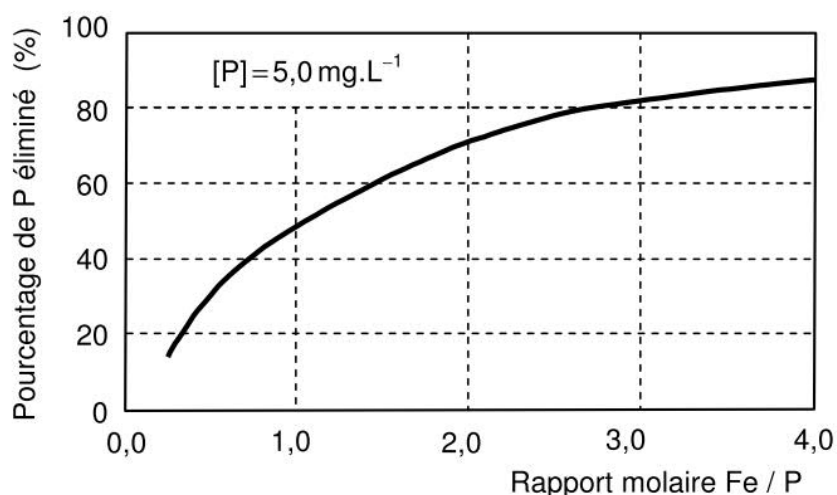
Déphosphatation chimique des effluents urbains

Voie d'élimination du phosphore la plus pratiquée en France (86 % des cas), cette méthode consiste à effectuer la précipitation des phosphates par les sels de fer ou d'aluminium ou encore par la chaux afin d'obtenir des phosphates métalliques insolubles dans l'eau.

L'étude qui suit s'intéresse à la déphosphatation d'un effluent aqueux contenant $C' = 5,0 \text{ mg.L}^{-1}$ (soit $1,6 \cdot 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$) de phosphore (sous forme de H_3PO_4 , H_2PO_4^- , HPO_4^{2-} et PO_4^{3-}) à l'aide de chlorure de fer (III). La variation de volume engendrée par l'ajout de chlorure de fer (III) est supposée négligeable. Le pH de l'effluent est maintenu égal à 8,5. L'opération permet d'abaisser la concentration massique en phosphore à $C'' = 1,0 \text{ mg.L}^{-1}$ (soit $3,2 \cdot 10^{-5} \text{ mol.L}^{-1}$).

- B5.** Tracer le diagramme de prédominance des quatre espèces acido-basiques phosphorées. En déduire l'espèce prédominante à $\text{pH} = 8,5$.
- B6.** Écrire la réaction de formation du phosphate de fer $\text{FePO}_{4(s)}$ à partir de Fe^{3+} et de l'espèce phosphorée prédominante à $\text{pH} = 8,5$. Calculer sa constante d'équilibre et conclure.
- B7.** En ne tenant compte que de la réaction de formation du phosphate de fer, déterminer la masse minimale de chlorure de fer (III) à ajouter à $1,0 \text{ m}^3$ d'effluent pour obtenir une concentration massique finale en phosphate égale à $C'' = 1,0 \text{ mg.L}^{-1}$.
- B8.** Calculer la concentration en PO_4^{3-} dans l'eau après la formation du phosphate de fer puis montrer que, dans ces conditions, $\text{Fe}(\text{OH})_3$ précipite.

Pour déterminer la quantité de chlorure de fer (III) à ajouter à l'effluent, il est nécessaire de tenir compte de la formation de $\text{Fe}(\text{OH})_3$ en plus de celle de FePO_4 . Le ratio molaire (fer apporté / phosphore à extraire) est fixé en fonction du rendement recherché, comme le décrit le tracé ci-dessous :



- B9.** À l'aide de la courbe précédente, déterminer le rapport molaire Fe/P appliqué pour diminuer la concentration massique en phosphore de $C' = 5,0 \text{ mg.L}^{-1}$ à $C'' = 1,0 \text{ mg.L}^{-1}$. En déduire la masse réelle de FeCl_3 à utiliser pour traiter $1,0 \text{ m}^3$ d'effluent.

Constantes d'acidité : $\text{H}_3\text{PO}_4 / \text{H}_2\text{PO}_4^-$: $\text{pK}_{a1} = 2,1$; $\text{H}_2\text{PO}_4^- / \text{HPO}_4^{2-}$: $\text{pK}_{a2} = 7,2$
 $\text{HPO}_4^{2-} / \text{PO}_4^{3-}$: $\text{pK}_{a3} = 12,4$

Produit de solubilité : FePO_4 : $\text{pK}_{s1} = 21,9$; $\text{Fe}(\text{OH})_3$: $\text{pK}_{s2} = 38,6$

FeCl_3 : $M = 162,3 \text{ mol.L}^{-1}$