

Mise au point de filtres garnis de résidus de bauxite destinés au traitement du phosphore au sein des petites stations d'épuration des eaux

Cristian BARCA¹, Nicola PODDA¹, Dario SCANU¹, Laurent POIZAT², Pierre HENNEBERT³

¹Aix-Marseille Université, CNRS, Centrale Marseille, M2P2 UMR 7340, 13451 Marseille, France

²ALTEO Gardanne, Route de Biver, BP 43, F-13541 Gardanne Cedex, France

³INERIS, BP 2, F-60550 Verneuil-en-Halatte, France

cristian.barca@univ-amu.fr

RESUME

Plusieurs études internationales ont démontré que l'utilisation de filtres garnis de matériaux réactifs ayant une forte affinité pour fixer le phosphore (P) est une technique efficace pour améliorer le traitement du P au sein des petites stations d'épuration des eaux usées [1, 2]. Parmi les matériaux testés, les résidus de bauxite (déchet de l'industrie de l'aluminium) ont montré une forte capacité de rétention du P [3, 4]. Cependant, la plupart des études ont été réalisées en batch avec des solutions synthétiques qui ne contenaient pas tous les composants présents dans les effluents réels (matière organique, ions en compétition, matière en suspension, etc.).

Cette étude vise à élucider les mécanismes et à évaluer les performances de rétention du P des résidus de bauxite modifiés (RBM, résidus de bauxite prétraités au gypse pour réduire les rejets alcalins) en vue de l'application à l'échelle pilote sur le terrain. Une approche systémique a été suivie, avec des expériences conduites à différentes échelles d'investigation : (1) tests en batch, pour évaluer l'effet de la composition des eaux (effluents réels à différentes concentrations de P et NO₃⁻) sur les constantes cinétiques et les capacités de sorption du P ; (2) tests continus en colonnes de laboratoire (0,5 L vol. total), pour évaluer l'effet de différentes concentrations de DCO (colonne A, effluent réel brut : 4.8 ± 0.9 mg P/L, 57.6 ± 9.3 mg N_{tot}/L, < 10 mg DCO/L ; colonne B, effluent réel enrichi avec du glucose : 4.8 ± 0.9 mg P/L, 57.6 ± 9.3 mg N_{tot}/L, 500 mg DCO/L) sur les performances de rétention du P ; (3) tests continus en filtre pilote de laboratoire (40 L vol. total), pour évaluer les performances de rétention du P à partir d'un effluent synthétique (10 mg P/L et 40 mg N-NO₃/L) dans un filtre à la moyenne échelle. Des échantillons de RBM ont été prélevés des colonnes (après 100 jours d'opération) et du filtre pilote (après 500 jours d'opération) et des extractions séquentielles (ISO 12782-1/3, [5]) ont été conduites pour quantifier le P présent dans différentes phases minérales (P échangeable, lié au Fe, Al et Ca). Les tests continus en colonnes et en filtre pilote ont été effectués à température ambiante (environ 20 °C) et avec un temps de séjour hydraulique théorique de 1 jour.

Les tests en batch ont montré des capacités de sorption du P pouvant dépasser 4,0 mg P/g RBM. Les résultats ont également indiqué que les constantes cinétiques diminuent, tandis que les capacités de sorption à l'équilibre augmentent avec l'augmentation de la concentration initiale en P. En revanche, la cinétique de sorption du P n'apparaît pas être affectée de manière significative par la concentration en NO₃⁻. Les résultats des tests en colonnes ont montré des performances de rétention du P > 96% (Fig. 1). Les deux colonnes n'ont pas montré des différences significatives de traitement du P, mais la colonne B a montré des efficacités de traitement de l'azote plus élevées (89%) de la colonne A (69%). Très probablement l'ajout du glucose dans l'alimentation et les conditions anoxiques de la colonne B ont favorisé la dénitrification hétérotrophe, ce qui a amélioré ses performances de traitement de l'azote. Après 500 jours d'opération, le filtre pilote a atteint une capacité de rétention du P d'environ 1,1 mg P/g RBM, avec des efficacités de rétention du P se stabilisant autour de 80%. Les résultats de cette étude ont montré que la rétention du P sur les RBM est obtenue grâce à la succession de deux phases réactionnelles : i) tout d'abord le P est adsorbé sur les oxydes et hydroxydes de Fe et Al, ii) puis, lorsque les sites d'adsorption sont saturés, le P est retenu *via* la précipitation de complexes Ca-P.

Cette étude a reçu le soutien et a été financé par la fédération ECCOREV Observatoire Homme et Milieux - Bassin Minier de Provence (OHM-BMP), projet Bauxfilter.

MOTS-CLES DU THEME

Traitement de l'eau, dépollution, valorisation des déchets et coproduits.

MOTS-CLES LIBRES

Traitement du phosphore, filtre réactif, résidus de bauxite

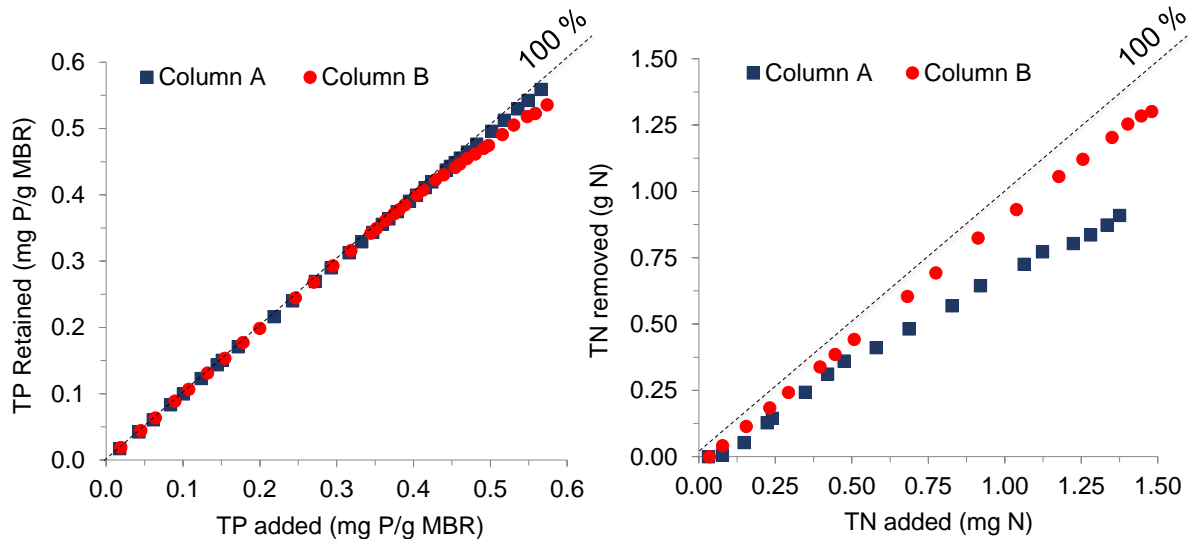


Fig. 1. Evolution des capacités de rétention du P total (TP) et traitement de l'azote total (TN) au cours de 100 jours d'opération des colonnes A et B.

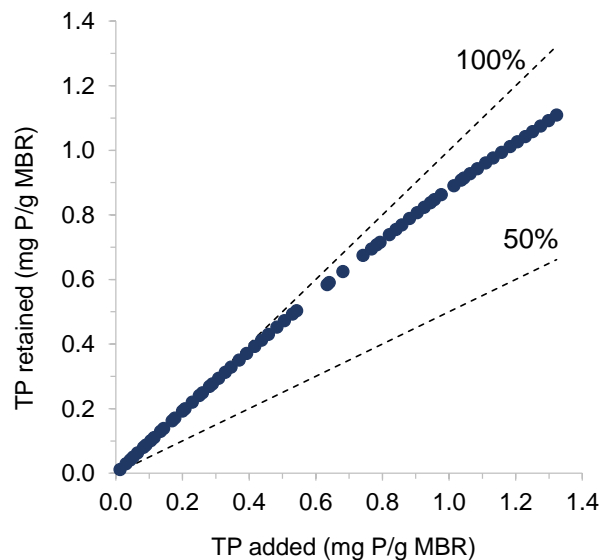


Fig. 2. Evolution des capacités de rétention du P total (TP) au cours de 500 jours d'opération du filtre pilote.

REFERENCES

- [1] Vohla, C., Kõiv, M., Bavor, H.J., Chazarenc, F., Mander, Ü., 2011. Filter materials for phosphorus removal from wastewater in treatment wetlands—A review. *Ecol. Eng.* 37, 70–89.
- [2] Barca, C., Troesch, S., Meyer, D., Drissen, P., Andrès, Y., Chazarenc, F., 2013. Steel Slag Filters to Upgrade Phosphorus Removal in Constructed Wetlands: Two Years of Field Experiments. *Environ. Sci. Technol.* 47, 549–556.
- [3] Wang, Y., Yu, Y., Li, H., Shen, C., 2016. Comparison study of phosphorus adsorption on different waste solids: Fly ash, red mud and ferric–alum water treatment residues. *J. Environ. Sci., Sustainable Water Environment and Water Use* 50, 79–86.
- [4] Cusack, P.B., Healy, M.G., Ryan, P.C., Burke, I.T., O' Donoghue, L.M.T., Ujaczki, É., Courtney, R., 2018. Enhancement of bauxite residue as a low-cost adsorbent for phosphorus in aqueous solution, using seawater and gypsum treatments. *J. Clean. Prod.* 179, 217–224.
- [5] Tiessen, H., Moir, J.O., 1993. Characterization of available P by sequential extraction. *Soil sampling and methods of analysis* 7, 5–229.