

Abatement des métaux lourds des effluents liquides prétraités par les stations d'épurations STEU, par oxygénation et par filtration percolation à travers le sable, les cendres volantes et l'argile

Khaled Mnaouer¹, Hafsa Ezahraoui²

¹ Laboratory of Engineering Sciences for Energy (LabSIPE), National School of Applied Sciences, Chouaib Doukkali University, El Jadida, Morocco.

² Laboratoire de physique de la matière condensée.

Equipe de physique de l'environnement, département de physique, Faculté des Sciences, UCD, El Jadida, Maroc.

Abstract

ABATEMENT OF HEAVY METALS FROM LIQUID EFFLUENTS PRETREATED BY WASTEWATER TREATMENT PLANTS, BY OXYGENATION AND BY PERCOLATION FILTRATION THROUGH SAND, FLY ASH AND CLAY.

The objective of this work is to purify liquid effluents pretreated by STEU wastewater treatment plants in order to discharge them into the sea or other receiving environments. The technique used is to properly oxygenate these pretreated liquid waste before purifying them by percolation filtration. The recovered filtrate is also subjected to deep oxygenation for a suitable period of time. The absorbents that we used in our filter matrix are marine sand with a particle size of 100 μm , fly ash and clay. The common parameter of these

L'objectif du présent travail est de purifier les effluents liquides prétraités par les stations d'épurations (STEU) afin de les évacuer dans la mer ou autres milieux récepteurs. La technique utilisée est de bien oxygéner ces rejets liquides prétraités avant de les purifier par filtration percolation. Le filtrat récupéré est aussi soumis à une oxygénation profonde pendant un temps adéquat. Les absorbants que nous avons utilisés dans notre matrice filtrante sont le sable marin de taille granulométrique 100 μm , les cendres volantes et de l'argile. Le paramètre commun de ces adsorbats, d'après une analyse minéralogique effectuée par fluorescence X, est le taux élevé des silices et calcites qui sont des éléments très importants dans la rétention des métaux lourds. Les principaux paramètres analysés par ICP dans cette étude sont le Co, le Cr, le Cu, le Fe, le Pb, le Zn, le Co et l'As. Les résultats obtenus par ce système de traitement sont évalués à une réduction de 40 % pour le Cd, 70 % pour le Cr, 85 % pour le Cu, 95 % pour le Fe, 60 % pour le Pb et 99 % pour le Zn. Pour valider nos résultats, l'analyse par ICP des filtrats a été comparée avec celle de l'eau potable. Le filtrat obtenu par cette technique est parfaitement dans les normes d'utilisation pour des besoins industriels, comme liquide de refroidissement, ou en agriculture pour l'irrigation et l'arrosage des espaces verts.

INTRODUCTION

Les rejets liquides industriels sont très différents des eaux usées domestiques. Leurs caractéristiques varient d'une industrie à l'autre. En plus de matières organiques, azotées ou phosphorées, ces eaux peuvent également contenir

des produits toxiques, des solvants, des métaux lourds, des micropolluants organiques, des hydrocarbures. Certaines d'entre elles doivent faire l'objet d'un prétraitement de la part des industriels avant d'être rejetées dans les réseaux de collecte. Elles ne sont mêlées aux

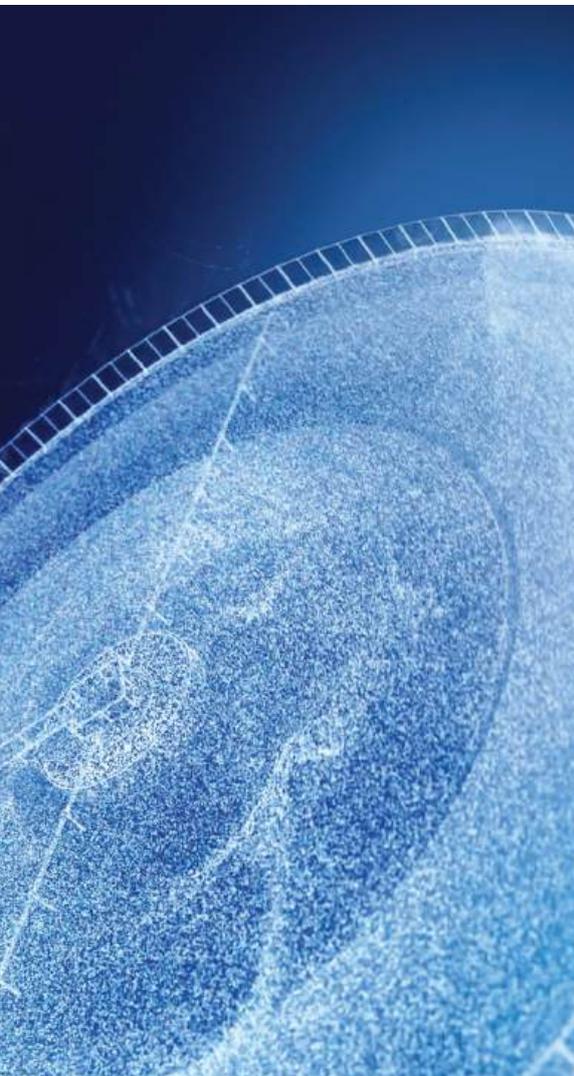
Turbocompresseur HST™ 10

Encombrement réduit, durée de vie plus longue

Le HST 10 est notre compresseur le plus compact et le plus efficace à ce jour. Sans huile et refroidi par air, les lubrifiants nocifs ainsi que les liquides de refroidissement dangereux sont écartés. Les paliers magnétiques actifs n'engendrent aucune usure mécanique et prolongent de ce fait la durée de vie tandis que les silencieux intégrés créent un environnement de travail plus silencieux.

Rendre le traitement des eaux usées et les processus industriels plus durables que jamais.

Pensez plus petit : go.sulzer.com/makingwaterwork/hst10



**EXPERTISE ET SAVOIR-FAIRE FRANÇAIS**

FM TANK conçoit, fabrique, livre et installe des réservoirs métalliques boulonnés en acier galvanisé, thermolaqué ou inox. Avec ou sans toiture, ces réservoirs s'adaptent à **tous les besoins** : eau potable, effluents industriels ou digestats.

Chaque étape de fabrication est **maîtrisée en interne** par des équipes qualifiées, garantissant une **qualité optimale** et des délais respectés. Nous opérons en **France**, en **Europe** et à l'**international**.

**◆ STOCKAGE DES EFFLUENTS ET MÉTHANISATION**

Nos réservoirs robustes, en acier galvanisé S350 GD +Z350 MACEO, conviennent aux effluents urbains, industriels ou digestats, répondant aux besoins des stations d'épuration et silos à boues.

**◆ ENGAGEMENT ÉCO-RESPONSABLE**

FM TANK agit pour réduire son empreinte carbone et mise sur l'acier, un matériau 100 % recyclable. Nous optimisons nos procédés de production pour limiter les déchets et gérons efficacement la récupération et le retraitement des chutes de métal.

**◆ UNE GARANTIE UNIQUE SUR LE MARCHÉ**

Collaborer avec FM TANK, c'est bénéficier de l'expertise et de la solidité du groupe FRANCEMETAL. Nous sommes les seuls à proposer une garantie décennale pour nos installations en France, assurant pérennité et fiabilité.

**◆ UN SERVICE RÉACTIF À VOTRE ÉCOUTE**

Notre équipe commerciale, en lien avec notre bureau d'études, s'engage à répondre rapidement à vos demandes pour des solutions personnalisées et adaptées à vos projets.

**CONTACTEZ-NOUS**

05 59 45 82 93



commercial@fmtank.com



www.fmtank.com

adsorbates, according to a mineralogical analysis carried out by X-ray fluorescence, is the high levels of silicas and calcites which are very important elements in the retention of heavy metals. The main parameters analyzed by ICP in this study are Cd, Cr, Cu, Fe, Pb, Zn, Co and As. The results obtained by this treatment system are estimated at a reduction of 40% for Cd, 70% for Cr, 85% for Cu, 95% for Fe and 60% for Pb, 99% for Zn. To validate our results, the ICP analysis of the filtrates were compared with that of drinking water. The filtrate obtained by this technique is perfectly within the standards of use for industrial needs, as cooling liquids, or at the agricultural level in irrigation and watering of green spaces.

eaux domestiques que lorsqu'elles ne présentent plus de danger pour les réseaux de collecte et ne perturbent pas le fonctionnement des usines de dépollution. Avant d'être rejetées dans la nature, les eaux usées, c'est-à-dire les eaux déjà utilisées et dégradées par les usagers, doivent être traitées afin de ne pas altérer l'environnement. Ce processus est réalisé dans une station d'épuration des eaux usées (STEU). Lorsque l'eau usée arrive dans une station de traitement, elle va passer par une succession d'étapes visant à la purifier. On peut ainsi distinguer deux grandes phases.

Le prétraitement consiste à éliminer les corps les plus volumineux présents dans l'eau via le dégrillage. Dans cette même étape, on débarrasse également l'eau du sable qu'elle peut contenir (le dessablage), de ses corps gras (le déshuilage) et de la boue (la décantation primaire).

Le traitement secondaire est un traitement biologique, parfois couplé à des procédés physico-chimiques qui permettent une meilleure coagulation des boues et une meilleure fixation des phosphates en lien avec l'agriculture. Au cours de cette phase, de l'oxygène est injecté dans l'eau. Il y a, ensuite, la décantation secondaire, qui, elle, permet d'extraire, à nouveau, des matières boueuses contenues dans l'eau. C'est la clarification. L'apport principal de notre travail est de purifier les eaux prétraitées par les stations d'épurations par filtration percolation à travers notre matrice constituée de sable marin de taille granulométrique 100 µm, de cendres volantes issues de la combustion du charbon des centrales thermiques et d'argile. Le filtrat ainsi récupéré est finalement soumis à une

oxygénation profonde afin de le rendre conforme aux normes pour l'irrigation. Nous avons choisi ce genre de filtre naturel pour la simplicité de sa mise en œuvre, et surtout pour son efficacité et son rendement et terme de purification. Notre recherche a été axée principalement sur la réduction des métaux lourds dans ces rejets. Toutes nos analyses ont été effectuées par ICP (Inductively-Coupled-Plasma). Les métaux lourds que nous avons visés sont le cobalt, le zinc, le plomb, le fer, le cuivre, et le chrome, le cobalt et l'arsenic [1-10].

MATÉRIELS ET MÉTHODES

Le sable que nous avons utilisé dans nos expériences de filtration percolation a été prélevé le long du littoral de la ville d'El Jadida (figure 1). Ce dernier a été dans un premier temps soigneusement lavé et séché à 40°C dans une étuve, ensuite tamisé. Il a été finalement analysé par fluorescence X pour avoir une idée très précise sur le taux de calcite et de silice. L'analyse chimique avait pour but d'indiquer précisément les caractéristiques chimiques du sable naturel utilisé dans nos expériences. Le résultat,



Figure 1: Sable utilisé.

Tableau 1: Composition chimique du sable utilisé.

Eléments chimiques	Pourcentages
SiO ₂	50,39
Al ₂ O ₃	12,70
Fe ₂ O ₃	8,17
CaO	33,38
MgO	2,54
K ₂ O	0,32
MnO	0,02
TiO ₂	0,03

Insider.

Au cœur de l'action, jamais submergées. Nos pompes Cantilever fonctionnent directement dans le liquide à pomper, sans étanchéité ni palier. Comme elles sont conçues pour un fonctionnement à sec illimité, elles sont particulièrement adaptées à l'aspiration dans les bassins à niveau variable, jusqu'au barbotage. Faciles à entretenir, elles se distinguent par une rentabilité élevée inhérente à sa durée de vie.

Pour plus d'informations: www.eggerpumps.com



EGGER



Figure 2: Cendres volantes.



Figure 4: Argile blanc utilisé.

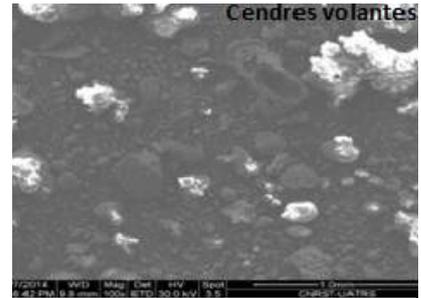


Photo: Analyse des cendres volantes par microscopie électronique à balayage (MEB).

résumé dans le tableau 1, montre que le sable de taille granulométrique 100 µm contient une grande quantité d'alumine et est très concentré en silice ce qui favorise l'interaction avec les oxydes contenus dans les cendres pour une bonne absorption [11-13].

Les cendres volantes sont les plus courants parmi les déchets de charbon utilisés comme adsorbants, et dans cette étude, les cendres ont été extraites de la centrale thermique de Jorf Lasfar «JLEC», située à 17 km de la ville d'El Jadida. Les cendres volantes (Figure 2) sont produites par les précipitâts dans les cheminées de la centrale électrique au charbon. Elles apparaissent comme des particules sphériques, d'une couleur grise typique. Les cendres volantes sont bien connues pour leurs propriétés pouzzolaniques et leur surface chargée négativement. Pour améliorer la compréhension du processus de filtration, les échantillons de cendres ont été soumis à la fluorescence X pour indiquer leur composition chimique, puis au tamisage granulométrique pour évaluer la distribution des tailles de grains. La structure cristalline et la surface de chaque type de cendres ont été étudiées par Taoufiq et al, qui a examiné les cendres extraites de la même centrale électrique «JLEC». Leurs résultats seront pris en considération lors de la discussion d'adsorption puisque nous utilisons la même source de cendres [14].

La composition chimique des cendres volantes analysée par fluorescence X est donnée dans le tableau 2 ci-dessous. La distribution granulométrique des cendres volantes est schématisée dans la figure 3.

La photo ci-dessous illustre la structure morphologique des cendres obtenue par microscope à balayage électronique MEB avant filtration: elles se

présentent sous la forme de particules poreuses de tailles irrégulières. Cela va dans le sens signalé par Wei-ling Sun et al, qui ont étudié une cendre de provenance similaire. Ils ont montré que la plupart des grains de cendre se présentent sous forme de sphères creuses ou de sphères comblées par des sphères plus petites [15-16].

Les échantillons d'argiles (figure 4) ont été recueillis dans les environs d'El Jadida précisément dans la région de Sebt Oulad Bouaziz. C'est de l'argile blanche (Kaolinite) connu par sa couleur qui provient essentiellement du pourcentage élevé d'alumine (environ 23%). Elles sont caractérisées par leur charge négative. Le kaolin, friable et réfractaire est composé principalement

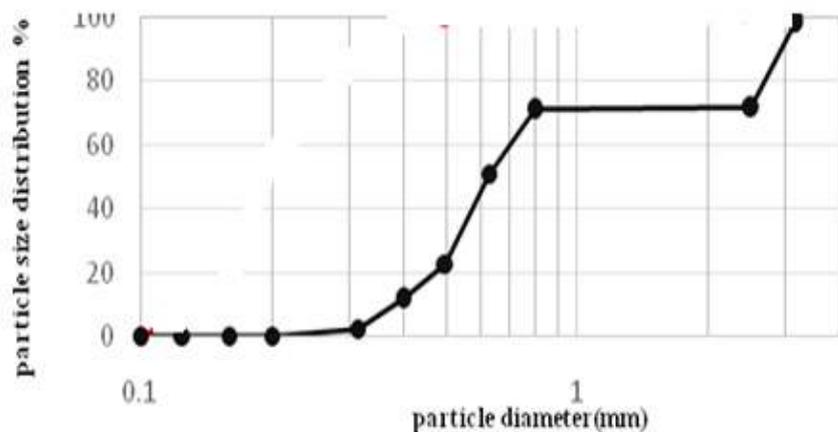


Figure 3: Distribution granulométrique des cendres volantes.

Tableau 2: Composition chimique des cendres volantes.

Eléments chimiques	Pourcentages
SiO ₂	57,00
Al ₂ O ₃	34,00
Fe ₂ O ₃	3,40
CaO	10,00
MgO	0,02
K ₂ O	1,20
MnO	0,07
TiO ₂	1,24
P ₂ O ₅	1,27

Choisissez A'quia environnement

UNE GAMME D'ÉQUIPEMENTS DES EAUX
PLUVIALES ET DOMESTIQUES



Traitement des eaux usées et pluviales

- Stations d'épuration collectives
- Bassin de rétention galva
- Microstations d'épuration
- Vannes murales inox
- Décanteurs particuliers Polyester
- Postes de relevage
- Séparateurs à hydrocarbures Polyéthylène
- Séparateurs à hydrocarbures Acier
- Régulateurs de débit inox

www.aquia-environnement.fr

Aquia - 5 route de la Brière - Coigny - 50250 MONTSENELLE
Tél. 02 33 42 42 09 - 06 77 59 30 57

CONTACTEZ-NOUS : contactouest@aquia-environnement.fr



TRAITEMENT DES EAUX USÉES

*Des solutions durables pour
préserver l'environnement*

www.graf.fr



Carrefour des
GESTIONS
LOCALES
de l'eau

HALL 4 - Stand 81

FILTRE COMPACT easyCompact

- Filière compacte de 4 à 6 EH
- Résidences principales ou secondaires
- Traitement sans électricité
- Pose dans la nappe phréatique*
- Poste de relevage intégré en option

NOUVEAU



MICRO-STATION easyOne

- Micro-station autonome de 4 à 200 EH
- Absence de ventilation secondaire
- Pose dans la nappe phréatique*
- Passage véhicule sans dalle autoportée*
- Compacte et légère



FOSSE TOUTES EAUX

- Disponible de 3000 à 5000 litres
- Avec rehausses télescopiques ajustables
- Pose dans la nappe phréatique*
- Installation simple et rapide



* sous conditions



ADAPTÉ AUX
CONTRAINTES



PRODUCTION
DURABLE



SOLUTION
SUR MESURE

de kaolinite, soit des silicates d'aluminium avec un peu de quartz libre et certains minéraux d'argile et de feldspath, ayant une surface spécifique importante et une grande capacité d'adsorption et de rétention de différents polluants organiques et minéraux. Des travaux récents ont étudié la faisabilité de l'utilisation de différentes argiles minérales et synthétiques telles que la kaolinite et la montmorillonite et ont démontré leur efficacité pour l'élimination des métaux lourds et différents polluants toxiques des eaux usées.

La distribution granulométrique de l'argile que nous avons utilisée est donnée la figure 5 ci-dessous [17-18]:

Sa composition chimique après analyse par la technique de la fluorescence X est donnée dans le tableau 3 et le spectre obtenu par diffraction des rayons X est schématisé dans la figure 6.

Le résultat montre que l'argile utilisé dans nos expériences contient comme éléments majeurs de la silice, de l'alumine et du fer, qui augmente l'interaction avec les oxydes contenus dans les cendres de charbon.

Les effluents liquides prétraités ont été collectés auprès de la station d'épuration d'El Jadida. Nous avons dans un premier temps, bien oxygéné nos effluents liquides prétraités pendant 30 min, puis effectué nos expériences de filtration percolation à travers notre matrice purifiante, formée de sable marin de taille granulométrique 100 µm, de cendres volantes et d'argile blanche. Le montage expérimental que nous avons utilisé est schématisé sur la figure 7, il s'agit d'une colonne verticale, de 20 cm diamètre, et de 80 cm de hauteur. L'alimentation du système se fait exclusivement par des eaux prétraitées et oxygénées et l'écoulement se fait en percolation à travers le substrat. Le filtrat récupéré a été aussi bien oxygéné afin de se conformer aux normes internationales avant toute évacuation dans la mer, les lacs ou autres milieux récepteurs. Ce rejet est transparent et inodore.

L'histogramme ci-dessous (figure 8), montre que les trois adsorbants formant notre matrice sont riches en silice et en calcite, ce qui est très intéressant car ces dernières sont très importantes dans la rétention des métaux lourds éventuellement présents dans nos effluents avant et après filtration.

RÉSULTATS ET DISCUSSIONS

Les eaux usées prétraitées par la station d'épuration, ont été analysées

soigneusement par ICP (Inductance couplage plasma), et ont montré la présence de plusieurs éléments toxiques.

Tableau 3 : Composition chimique du sol argileux.

Eléments chimiques	Pourcentages
SiO ₂	15,46
CaO	9,25
Al ₂ O ₃	5,30
Fe ₂ O ₃	2,92
K ₂ O	1,26

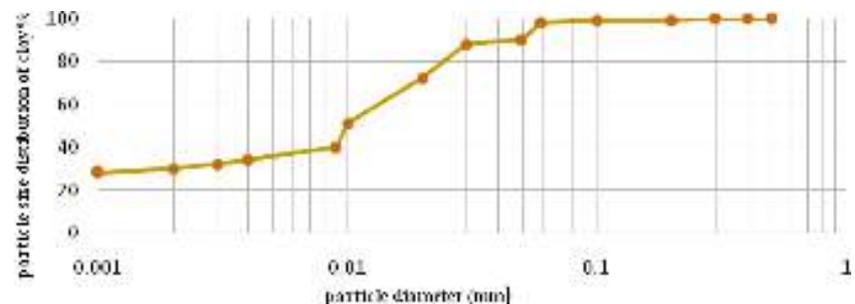


Figure 5 : Distribution granulométrique de l'argile.

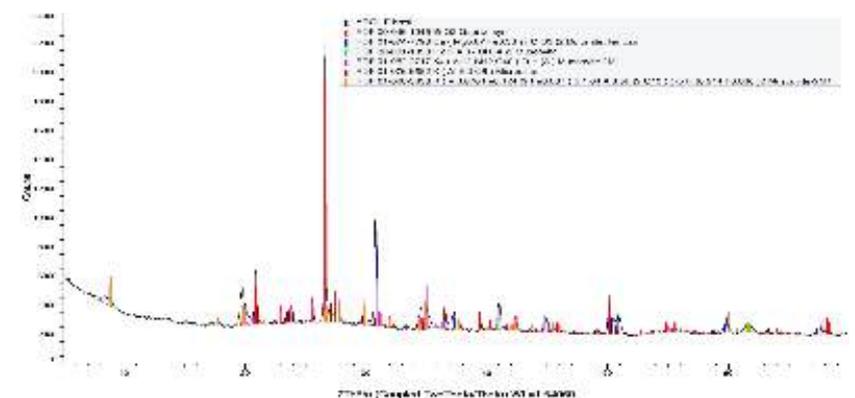


Figure 6 : Diffraction des rayons X de l'argile.

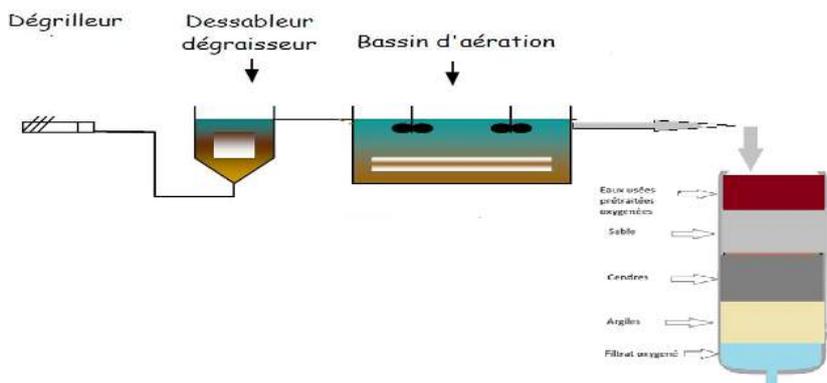


Figure 7 : Montage expérimental de filtration percolation utilisé pour le traitement des eaux usées prétraitées par la station d'épuration.

EASY'O

L'eau facile

L'art de simplifier votre vie !



Solution ergonomique
de prise en charge optimisée

EASY'O est un concept novateur créé par SGB dont la finalité est de faciliter et moderniser les procédures et techniques traditionnelles en AEP.



Collier de prise en charge optimisé



Regard de comptage optimisé

En privilégiant des solutions innovantes et brevetées, SGB se positionne pour améliorer les conditions de travail de vos collaborateurs et pour assurer la pérennité de vos réseaux.



Regard de comptage optimisé



SAINT-GERMAIN & STRAUB
Concevoir pour la distribution de l'eau



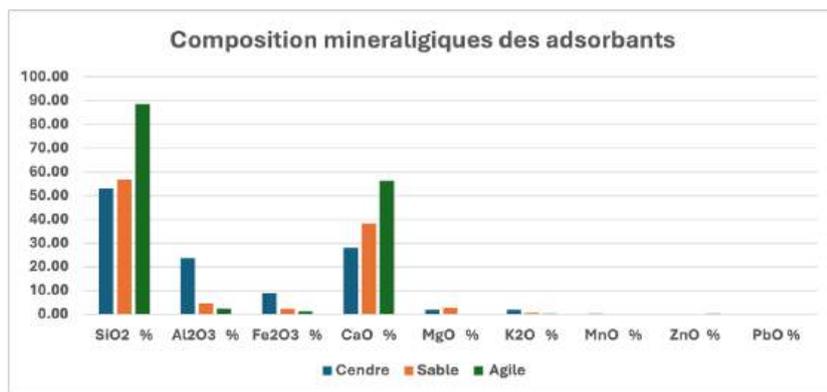


Figure 8 : Composition minéralogiques des trois adsorbants utilisés.

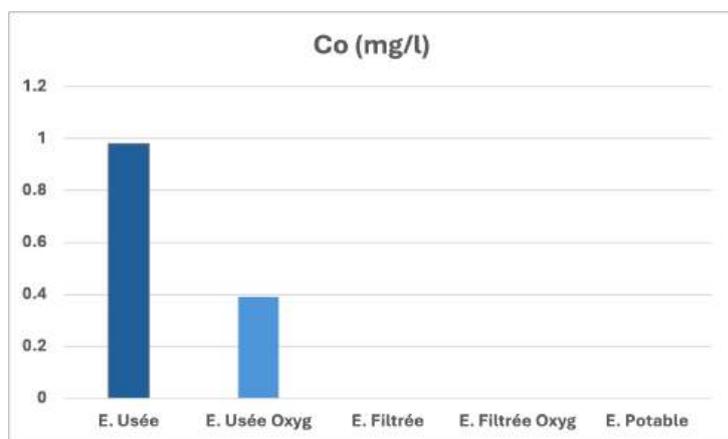


Figure 9 : Evolution du cobalt.

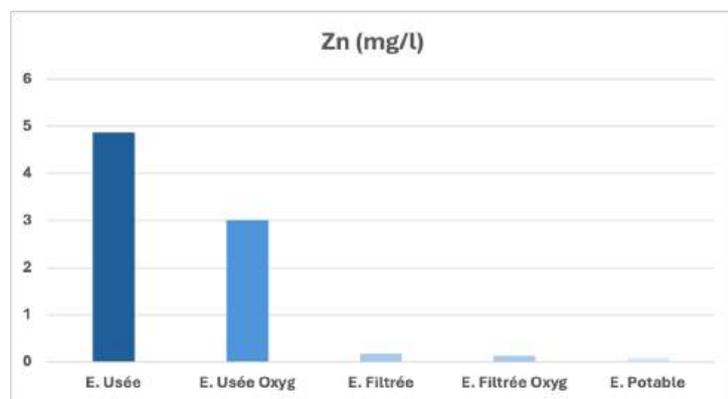


Figure 10 : Evolution du zinc matrices.

Tableau 4 : Analyse par ICP.

Désignations	As (mg/l)	Co (mg/l)	Cr (mg/l)	Cu (mg/l)	Fe (mg/l)	Ni (mg/l)	Pb (mg/l)	Zn (mg/l)
Eaux prétraitées	0,18	0,98	0,08	0,98	9,89	0,8	0,11	4,87
Eaux prétraitées et Oxygénées	0,11	0,39	0,01	0,87	8,78	0,45	0,09	3,01
Eaux Filtrées	<0.010	<0.010	<0.003	<0.003	0,1	<0.02	<0.011	0,18
Eaux Filtrées et Oxygénées	<0.010	<0.010	<0.003	<0.003	0,09	0,09	<0.011	0,13
E. Potable	<0.010	<0.010	<0.003	<0.003	0,01	<0.02	<0.011	0,09

Le tableau 4, présente en ppm le taux de quelques éléments, détectés dans les effluents étudiés dans leurs état pré-traité, puis oxygénés avant filtration percolation, et enfin oxygénées avant et après filtration percolation.

Pour mieux comprendre et constater les abattements obtenus après filtration, nous avons présenté nos résultats sous formes d'histogrammes.

EVOLUTION DU COBALT

Le cobalt dans les eaux usées provient principalement de la coloration des verres, de la céramique et de l'émail au moyen de dérivés du cobalt. Dans l'industrie chimique, le cobalt intervient dans les catalyseurs homogènes et hétérogènes pour la synthèse des carburants, des alcools et des aldéhydes. La filtration à travers nos adsorbants a éliminé considérablement la concentration du cobalt. Cet abattement très important est expliqué par l'immobilisation au niveau du substrat via des mécanismes tels que l'adsorption au niveau des sites d'échanges, la fixation à la matière organique, l'incorporation dans la structure de l'argile et la précipitation sous forme de composés insolubles (figure 9) [20-22].

EVOLUTION DU ZINC

La concentration du zinc dans les eaux usées prétraitées a pour origine l'exploitation minière, la combustion du charbon, des déchets, et l'industrie de l'acier. Le zinc, relativement mobile est facilement adsorbé par les constituants du sol organiques et minéraux. Le zinc peut donc être mobile et migrer facilement en profondeur. Le résultat obtenu après oxygénation et filtration par notre matrice est très intéressant car les abattements de ce métal ont atteint presque 95%. (Figure 10) [23-25].



UNITÉ MOBILE DE DÉSHYDRATATION DES BOUES

ISSUES DU TRAITEMENT DES EAUX USÉES URBAINES ET INDUSTRIELLES



Faible consommation d'énergie



Rapidité de mise en œuvre.



Haute performance de déshydratation



Formation du personnel.

CONTACT

MPO ENVIRONNEMENT

21, rue du Général de Gaulle 88120 VAGNEY

Tél.: 03 89 50 60 49

Christophe Pierrel : 06 40 78 78 27

contact@mpo-environnement.com

Web: www.mpo-environnement.com

L'ÉQUIPEMENT

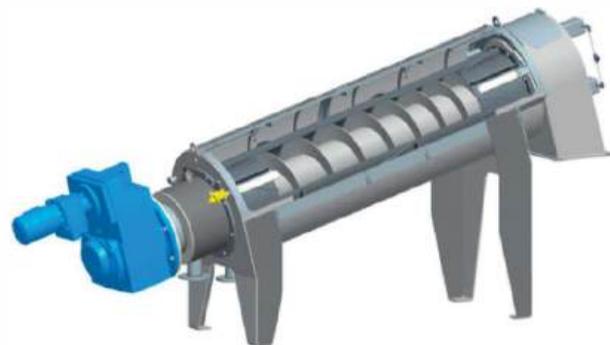
- mise en œuvre dans des containers mobiles
- prêts à l'emploi, ils sont équipés d'une presse à vis, d'une centrale de préparation de polymère et d'une vis de convoyage

LA TECHNOLOGIE

- la presse à vis est une alternative de qualité aux solutions existantes
- fonctionnement basé sur le principe de la vis sans fin
- fonctionnement continu, parfaitement adapté aux petites et moyennes installations
- nos containers sont entièrement automatisés, jusqu'à la mesure de niveau des boues déshydratées

PRINCIPAUX AVANTAGES

- faible consommation d'énergie
- fonctionnement fiable et simple bénéficiant de notre expérience de terrain
- intervention du personnel très limitée
- faibles retours en tête
- adapté aux petites installations
- mise en service rapide
- télésurveillance / report des défauts sur téléphone



* image non contractuelle

capacité massique	54 à 137 kg MS/h
siccité des boues déshydratées	16 à 28 %
fonctionnement continu	24/24 heures
débit d'alimentation	3 à 10 m3/h
consommation électrique	<8 kwh/TMS
temps de présence du personnel	<20 min/jour

EVOLUTION DU PLOMB

La purification des rejets liquides par les différents adsorbants a permis une réduction de 99% de ce dernier (figure 11). L'élimination presque totale du Plomb s'explique par les différents minéraux argileux présents dans l'argile utilisée, particulièrement la palygorskite [26-27].

EVOLUTION DU FER

Le fer est l'un des métaux les plus abondants de la croûte terrestre. Il est présent dans l'eau sous trois formes, le fer ferreux Fe^{2+} , le fer ferrique Fe^{3+} et le fer complexé à des matières organiques (acides humiques, fulviques, tanniques,...). Son origine au niveau industriel peut s'expliquer par l'exploitation minière, la sidérurgie, la corrosion des métaux. Le fer donne aussi un goût métallique à l'eau rendant désagréable sa consommation. La filtration des eaux prétraitées par la STEP, par oxygénation à la fois des eaux prétraitées et du filtrat à travers nos adsorbants a permis une réduction totale de cet élément de 98% (figure 12). Cette élimination est due à des micro-organismes présents dans l'argile, les cendres volantes et le sable [28].

EVOLUTION DU CUIVRE

La présence de cuivre dans l'eau est surtout attribuable au relargage des composants des réseaux de distribution et des systèmes de plomberie qui renferment du cuivre. Le cuivre a été, et continue d'être, largement utilisé dans des applications liées à l'eau potable, notamment dans les tuyaux de plomberie résidentielle et les raccords. La présence de cuivre dans l'eau peut altérer le goût de celle-ci et tacher le linge et les accessoires de plomberie, même lorsque les concentrations sont inférieures à la norme internationale proposée. Bien que ces concentrations ne soient associées à aucun effet nocif, elles peuvent avoir une influence sur l'acceptabilité de l'eau par les consommateurs et nuire à d'autres priorités relatives à la qualité de l'eau, comme la limitation du plomb. L'oxygénation des eaux prétraitées par la station d'épuration, avant filtration à travers notre matrice, ainsi que la soumission du filtrat obtenu à une oxygénation supplémentaire ont permis une réduction de ce métal de 99% (figure 13) [29].

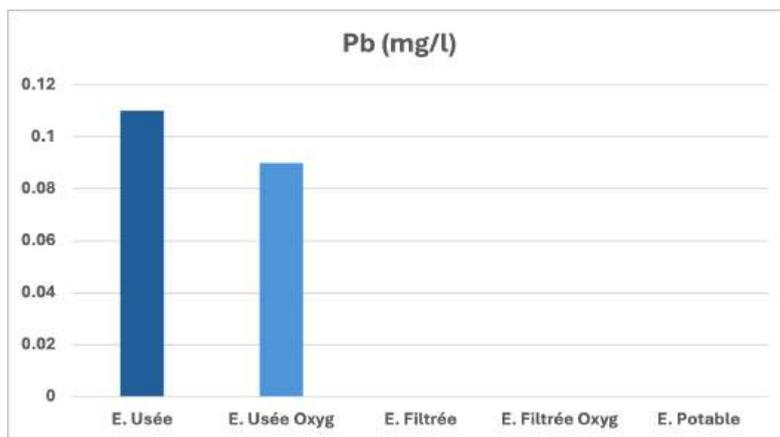


Figure 11: Evolution du Plomb.

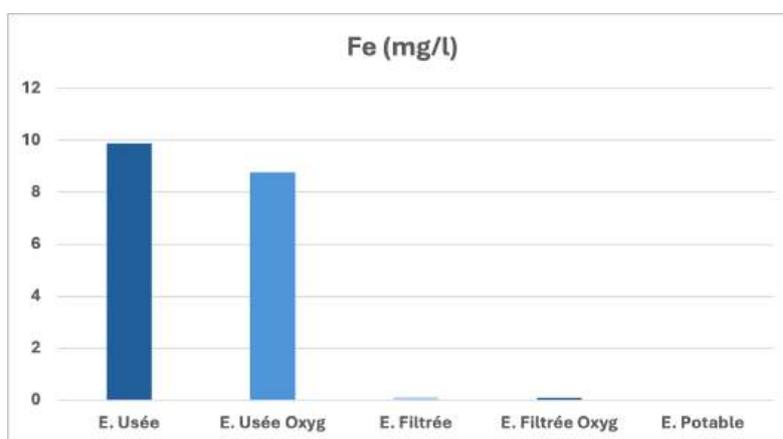


Figure 12: Evolution du fer.

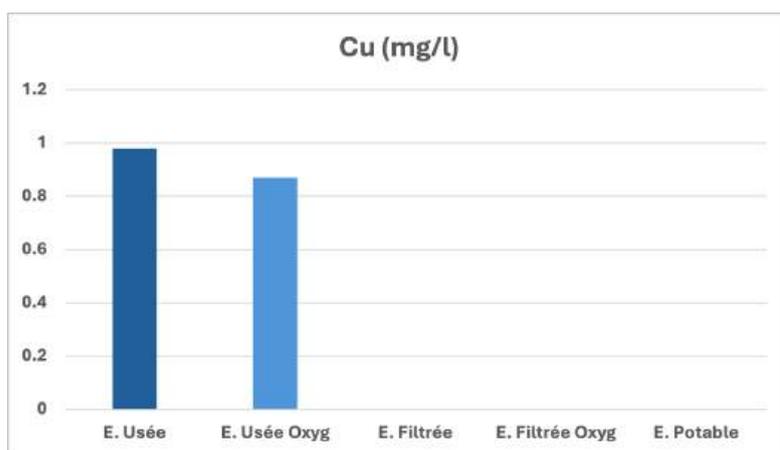


Figure 13: Evolution du cuivre.

EVOLUTION DU CHROME

Le chrome est un élément métallique sans goût et sans odeur naturellement présent dans les pierres, la terre et les plantes. Il existe deux formes plus communes de chrome naturel. Le chrome trivalent, essentiel à notre alimentation, est présent dans les fruits,

les légumes, les viandes, la levure et les graines

Le chrome hexavalent, naturellement présent dans l'environnement, est une conséquence de l'érosion. Il peut aussi provenir de processus industriels et se retrouver dans l'environnement du fait d'un mauvais entreposage,

NOTRE HISTOIRE

DISPONIBLE EN VIDÉO



Béné inox®



Partenaire de tous
vos process fluides

ATELIER DE MONTAGE

Nous assemblons dans notre atelier la robinetterie
et les accessoires dédiés selon vos contraintes :

NORMES

ÉTANCHÉITÉS

ENVIRONNEMENTS

MOTORISATIONS

ACCOMPAGNEMENT TECHNIQUE

Nous proposons documents et supports techniques
pour vous aider dans vos décisions :

FICHES TECHNIQUES

GUIDES TECHNIQUES

QUESTIONNAIRES D'AIDE À LA DÉCISION

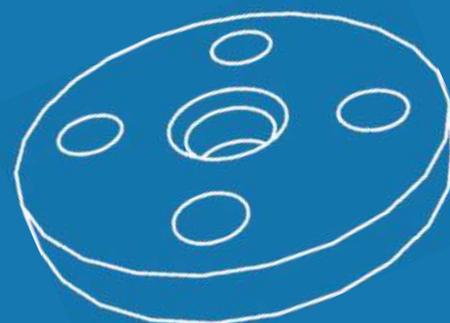
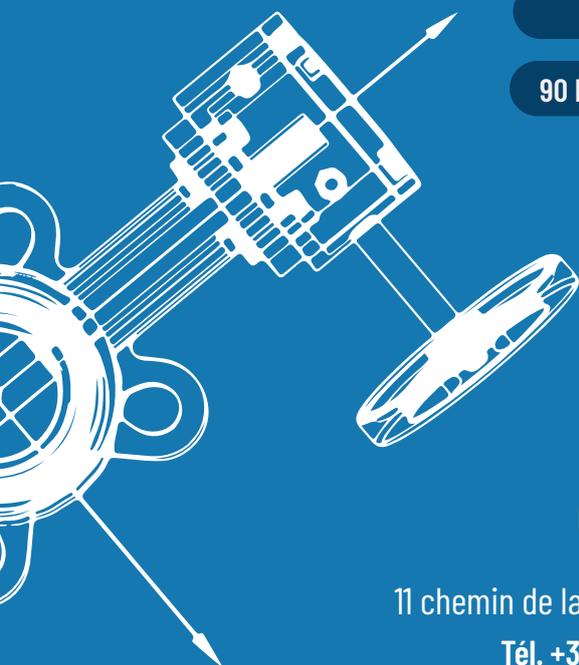
BIBLIOTHÈQUE 3D

Nous mettons à disposition notre bibliothèque
3D pour vos implantations :

PRÉVISUALISATION INSTANTANÉE

90 FORMATS CAO

JUMEAUX NUMÉRIQUES



WWW.BÉNÉ-INOX.COM

11 chemin de la pierre blanche • 69800 SAINT-PRIEST MI-PLAINE

Tél. +33 (0)4 78 90 48 22 • bene@bene-inox.com



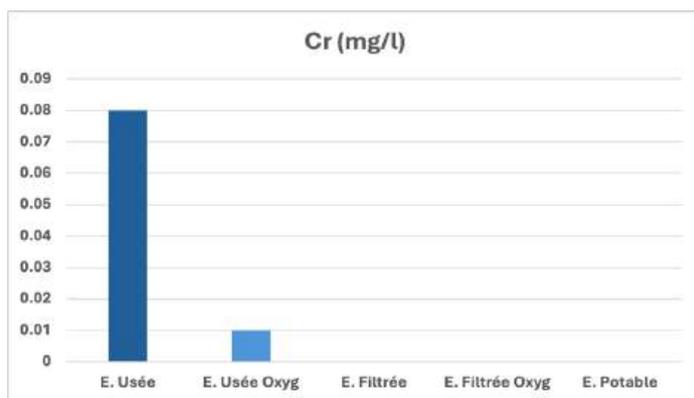


Figure 14: Evolution du Chrome.

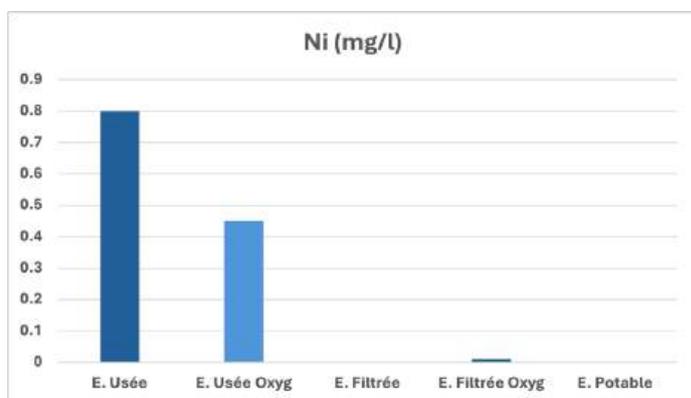


Figure 15: Evolution du Nickel.

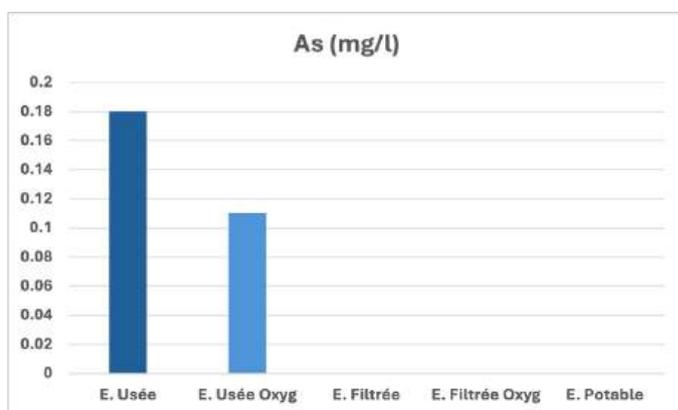


Figure 16: Evolution de l'arsenic.

de déversements ou d'une mauvaise mise au rebut des déchets industriels. Ces deux formes de chrome sont utilisées dans l'industrie pour le chromage, la teinture et la pigmentation, le tannage du cuir et la conservation du bois. Les personnes qui travaillent avec le chrome dans l'industrie ou qui vivent à proximité d'un site d'enfouissement de déchets dangereux sont les plus à risque d'être exposées au chrome. Selon les réglementations sur l'eau potable de l'Environmental Protection Agency ou EPA

(Agence pour la protection de l'environnement), la limite de sécurité du chrome dans l'eau est de 100 parties par milliard (ppm). Notre technique de filtration nous a permis d'éliminer de presque 99% cet élément (figure 14) [30-32].

EVOLUTION DU NICKEL

Il existe des sources naturelles de nickel mais il est principalement obtenu à partir de minerais de nickel sulfurés (pyrrhotite, nickeliféreuse, pentlandite, chalcopyrite) dans lesquels sont

également présents le fer et le cuivre. Les sources d'émission vers les eaux superficielles sont les rejets diffus agricoles, du fait de la présence naturelle de Nickel dans les sols, et aussi de la présence artificielle en provenance d'engrais phosphatés. On peut noter la difficulté et/ou impossibilité de supprimer le nickel dans certaines applications particulières (alliages, aciers inoxydables,); ainsi qu'une durée de vie importante des produits contenant du nickel. De plus, on assiste au recours à des produits contenant du nickel en remplacement des produits présentant un fort impact pour l'environnement (remplacement des batteries aux plomb, cadmium, ... par des batteries Ni-MH). L'usage de produits contenant du nickel dans une optique de préservation de l'environnement (du nickel est utilisé pour les batteries des véhicules électriques et hybrides, ...) est encouragé. Ainsi, on observe la croissance du marché de l'ensemble des produits contenant du nickel et la présence d'apports industriels diffus à l'échelle du territoire. On constate d'après la figure 15, une élimination presque totale de cet élément ce qui conforte la validité de notre technique expérimentale [33-35].

EVOLUTION DE L'ARSENIC

Toute matière vivante contient des traces d'arsenic. Les aliments sont la principale source d'exposition à l'arsenic, suivis de l'eau potable, du sol et de l'air. L'eau potable représente la principale source d'exposition uniquement chez les personnes vivant près d'une source d'arsenic. L'arsenic s'infiltré naturellement dans les lacs, les rivières ou l'eau souterraine lorsque des dépôts minéraux ou des roches qui en contiennent se dissolvent. L'arsenic peut aussi s'infiltrer dans l'eau lors du déversement de déchets industriels ou lorsque des particules se mêlent à la poussière ou sont dissoutes dans la pluie ou la neige. Ces particules peuvent être rejetées dans l'environnement par : la combustion de combustibles fossiles (notamment le charbon); par la production de métaux (extraction d'or et de métaux communs, par exemple); les activités agricoles (utilisation de pesticides et d'additifs pour l'alimentation animale); ou par l'incinération de déchets. L'oxygénation des eaux récupérées après filtration percolation à travers nos adsorbants a permis aussi une



CHAROT

depuis 1932



La force de l'expérience

Applications collectives,
tertiaires et industrielles

Fabricant de réservoirs de
stockage acier et inox

- Produits chimiques
- Émulsions bitume - Huiles
- Eau chaude - Eau glacée
- Eau de pluie - Incendie
- Hydrocarbures - Bio carburants
- Engrais liquides...



élimination quasi-totale de cet élément toxique (figure 16) [36-39].

Les pourcentages moyens des abattements des différents éléments toxiques étudiés dans ce travail sont rassemblés sur le tableau 5 ci-dessous :

Le traitement de l'eau par oxygénation est principalement utilisé dans les stations d'épuration des eaux usées. La seconde optique de l'oxygénation de l'eau intervient lors de la production d'eau potable : l'eau, pour être consommable,

à augmenter la prolifération des bactéries et des micro-organismes. Ce type de traitement s'effectue généralement dans les stations d'épuration. Par ailleurs, l'oxygénation peut aussi servir dans le cadre de la production d'eaux

Tableau 5 : Pourcentages de réduction des métaux lourds étudiés.

Métaux lourds	Cobalt Co	Zinc Zn	Plomb Pb	Fer Fe	Cuivre Cu	Chrome Cr	Nickel Ni	Arsenic As
% d'élimination	99 %	87 %	99 %	97 %	99 %	99 %	99 %	99 %

CONCLUSION

Le traitement des eaux issues des stations d'épurations (STEU) par oxygène que ce soit avant ou après filtration à travers les adsorbants utilisés à savoir le sable marin, les cendres volantes et l'argile, peut être utilisé dans deux optiques différentes. Tout d'abord l'oxygène peut être introduit dans l'eau en tant que traitement lui-même, car un taux d'oxygène optimal dissous dans l'eau permet d'équilibrer les pics de DCO / DBO (Demande Chimique en Oxygène / Demande Biochimique en Oxygène), c'est-à-dire la « respiration » des micro-organismes présents dans l'eau. Ce traitement permet de contrôler la prolifération de ces micro-organismes et de favoriser la dégradation matières organiques par ces micro-organismes.

doit contenir une certaine proportion d'oxygène qu'il convient de réguler. L'atout majeur du traitement de l'eau par l'oxygène réside dans le fait qu'il n'utilise aucun élément polluant, l'oxygène étant présent naturellement dans notre environnement. L'oxygénation des eaux usées est un processus servant à l'aération, la purification et au traitement de l'eau. Cette dernière suite à ce traitement est recyclée ou réutilisée dans le milieu naturel. Elle peut aussi plus tard être transformée en eau potable. Ce processus s'effectue grâce à une introduction d'oxygène dans l'eau en guise de traitement (donc son aération). Cette opération a pour but d'ajuster la demande chimique en oxygène de cette dernière. L'aération et l'apport d'oxygène dans l'eau contribuent aussi

potables. De même la filtration par le sable marin ajoutée à la matrice formée par les cendres volantes, et l'argile blanc nous a permis d'identifier les points suivants :

- La richesse en silice de l'ensemble des adsorbants utilisés permet une réduction plus importante des métaux lourds étudiés dans ce travail.
- La réaction pouzzolanique entre les cendres volantes et la chaux du sable permet la stabilisation des métaux lourds avec des valeurs inférieures aux normes marocaines de rejets directs.
- Les eaux filtrées récupérées sont parfaitement dans les normes pour une réutilisation dans l'irrigation et l'arrosage des espaces verts. ●



SOLUTION DE SURVEILLANCE EN CONTINU Réseaux eau potable

I-CENSE™ intègre toutes les mesures pertinentes à l'exploitation de votre réseau d'eau potable



Communicante
4G . NB-IoT . LTE-M



Mesures précises
Basées sur les normes en vigueur



Autonome
Alimentation par piles
Remplacement annuel



Faible maintenance
1 fois par an



Multiparamètres

6 mesures essentielles en un seul point

- Chlore libre
- Turbidité
- Conductivité
- Température
- Débit
- Pression

www.efs.fr

La solution autonome
et communicante



I-CENSE



Références bibliographiques

- L. TAOUFIQ, A. LAAMYEM, M. MONKADE, A. ZRADBA, E. ELHACHMI**, L'utilisation des déchets solides avec du sable pour le traitement des eaux usées de la zone industrielle de la ville de Tanger, *Revue L'Eau, L'Industrie, Les Nuisances*, 2016, pages 83-88.
- CHAOUKI**, Étude de la performance de la STEP du centre emplisseur de la société Salam Gaz – Skhirat, *Africa Scienc, Revue Internationale des Sciences et Technologie*, 2013, pages 91-102.
- ZALAGHI**, Valorisation des matériaux naturels poreux dans le traitement des Lixiviats de la décharge publique non contrôlée de la ville de Taza. *J. Mater. Environ*, 2014, pages 1643-1652.
- ABID, A. ZOUHRI, A. IDER ET S. KHOLTEI**, Valorisation d'un nouveau bio flocculant (extrait de cactus) dans le traitement physico-chimique des rejets liquides chargés en cuivre, en zinc et en matière en suspension. *Revue des Energies Renouvelables*, 2009, 321-330.
- G. SRINIVAS**, Synthesis of graphene-like nanosheets and their hydrogen adsorption capacity. *Carbon*, 2010, 630-635.
- M.T.YAGUB, T. K. SEN, S.** Afroze, H.M.Ang, Dye and its removal from aqueous solution by adsorption: A review. *Advances in Colloid and Interface Science*, 2014, 172-184.
- M. RABE**, Understanding protein adsorption phenomena at solid surfaces. *Advances in Colloid and Interface Science*, 2011, 87-106.
- H. JAVADIAN, F. GHORBANI, H.A TAYEBI, S.M HOSSEINIASL**, Study of the adsorption of Cd (II) from aqueous solution using zeolite-based geopolymer, synthesized from coal fly ash; kinetic, isotherm and thermodynamic studies. *Arabian Journal of Chemistry*, 2015, 837-849.
- K. OLIE**, Chlorodibenzo-p-dioxins and chlorodibenzofurans are trace components of fly ash and flue gas of some municipal incinerators in The Netherlands. *Chemosphere* 1977, 455-459.
- T.A.KHAN, E.A.KHAN, SHAHJAHAN**, Removal of basic dyes from aqueous solution by adsorption onto binary iron-manganese oxide coated kaolinite: Non-linear isotherm and kinetics modeling. *Applied Clay Science*, 2015, 70-77.
- J. H. RAMIREZ**, Heterogeneous photo-Fenton oxidation with pillared clay-based catalysts for wastewater treatment: A review. *Applied Catalysis B: Environmental*, 2010, 10-26.
- H. NOLLET, M. ROELS, P. LUTGEN, P. VAN DER MEEREN, W. VERSTRAETE**, Removal of PCBs from wastewater using fly ash. *Chemosphere*, 2003, 655-665.
- WANG, L., MIN, M., LI, Y. ET AL.,** Cultivation of Green Algae *Chlorella* sp. in Different Wastewaters from Municipal Wastewater Treatment Plant. *Appl Biochem Biotechnol*, 2010, 162-174.
- J. RAMIREZ, M.A. VICENTE, L.M. MADEIRA**, Heterogeneous photo-Fenton oxidation with pillared clay-based catalysts for wastewater treatment. *Applied Catalysis B: Environmental*, 2010, 10-26.
- K. AL-MALAH, M.O.J. AZZAM, N.I. ABU-LAIL**, Olive mills effluent (OME) wastewater post-treatment using activated clay. *Separation and Purification Technology*, 2000, 225-234.
- S.J.T. Pollard, G.D. Fowler, C.J. Sollars, R. Perry, Low-cost adsorbents for waste and wastewater treatment: a review. *Science of The Total Environment*. 1992. 116: 31-52
- GUOHUACHEN**, Electrochemical technologies in wastewater treatment. *Separation and Purification Technology*, 2004, 11-41.
- H. MOUHANNI, B. BOUDINAR AND A. BENDOU**, Assessment of Adaptive Capacity of Leaves and Roots of Golf Grass Plant Irrigated by Reclaimed Wastewater, *Environment and Pollution*, 2014, 1-9.
- H. HAFAD, I.T. LANCAR, H. NASRELLAH, M. BAKASSE**, Traitement des eaux usées industrielles de la ville d'El Jadida-Maroc par des supports solides déchets et naturels, *L'Eau, L'Industrie, Les Nuisances*, 2015, 65-70.
- HAMMER M.J., HAMMER, J.R.** Water and wastewater technology, 4th Edition. Prentice Hall of India, New Delhi. 2005.
- EMMANUEL JOUSSEIN, SABINE PETIT, ALAIN DECARREAU**. A new method to determine the ratio of clay minerals in mixtures by IR spectroscopy. *Earth and Planetary Science*. 2001, Vol 332, pp. 83-89.
- IKRAMJARRAYA, SOPHIE FOURMENTIN, MOURAD BENZINA**. Adsorption des COV par un matériau argileux tunisien organo-modifié. *Journal de la Société Chimique de Tunisie*. 2010, Vol 12, pp. 139-149.
- DU CHAUFOUR P.** Abrégé de pédologie : sol, végétation et environnement. 5ème. Édition, Masson, 1997.
- YAAKOUBI A., CHAHLAOUI A., ELYACHIOUI M., CHAOUCH A.** Traitement des margines à pH neutre et en conditions d'aérobie par la microflore du sol avant épandage. *Bull. Soc. Pharm. Bordeaux*. 2010, Vol 149, pp. 43-56.
- HAMDI M., GARCIA J.L., ELLOUZ R.** Integrated biological process for olive mill wastewaters treatment. - *Bioprocess. Engin.* 1992, Vol 8, pp. 79-84.
- FURUMAL, H., OHGAKI, S.** Adsorption-desorption of phosphate by lake sediment under anaerobic conditions. *Wat. Res.* 1989, Vol 23, pp. 677-683.
- WIELAND, E.; STUMM, W.** Dissolution kinetics of kaolinite in acidic aqueous solutions at 25°C. *Geo & Cosmochimica Acta*. 1992, Vol 56, pp. 3339-3355.
- KUBICKI, J.D., KWON, K.D., PAUL, K.W., SPARKS, D.L., 2007.** Surface complex structures modeled with quantum chemical calculations: carbonate, phosphate, sulphate, arsenate and arsenite. *Journal of soil science* 58, pp. 932-944.
- UTRACKI, L. A.** Basic Elements of Polymeric Nanocomposite Technology, In: *Clay-Containing Polymeric Nanocomposites*, Rapra Technology Limited, England. 2004, pp. 73-96.
- ARAÚJO M D.M., RUIZA.A.C, MELOB M.A.F, SOBRINHOB E.V, SCHMALLC M.** Preparation and characterization of terbium palygorskite clay as acid catalyst. *Microporous and Mesoporous Materials*. 2000, Vol 38, pp. 345-349.
- SHEN, Y.H.** Phenol sorption by organoclays having different charge characteristics. *Physicochem. Eng. Aspects* 2004, Vol 232, pp. 143-149.
- GUPTA, V.K., SHARMA, S., YADAV, I.S., MOHAN, D.** Utilization of bagasse fly ash generated in the sugar industry for the removal and recovery of phenol from wastewater. *J. Chem. Technol. Biotechnol.* 1998, Vol 71, pp. 180-186.
- HEDGE R.E.M., & MCLELLAN M. ARCHAOMETRY.** 1976, Vol 18, pp. 203.
- CHEN W-S, CHANG F-C, SHEN Y-H, TSAI M-S, KO C-H.** Removal of chloride from MSWI fly ash. *Journal of Hazardous Materials*, 2012, pp. 116-120.
- KAMEL M, M. & ISMAEL A, M.** Abatement of free chlorine from water using kaolinite clay. *Ass. Univ. Bull. Environ. Res.* 2004, Vol 7, pp. 237-238.
- MNAOUER, K., MGHAIOUINI, R., MOUDEN, M.** *Eau, l'Industrie les nuisances*, 2023, (465), pp. 100-110
- MNAOUER, K., MGHAIOUINI, R., MOUDEN, M.** *Eau, l'Industrie, les nuisances*, 2023, (467), pp. 112-131
- MNAOUER, K., MGHAIOUINI, R., MOUDEN, M.** *Eau, l'Industrie, les Nuisances.*, 2023, (467), pp. 94-110
- MNAOUER, K., MGHAIOUINI, R., MOUDEN, M.** *Eau, l'Industrie, les Nuisance*, 2023, 464, pp. 142-154