



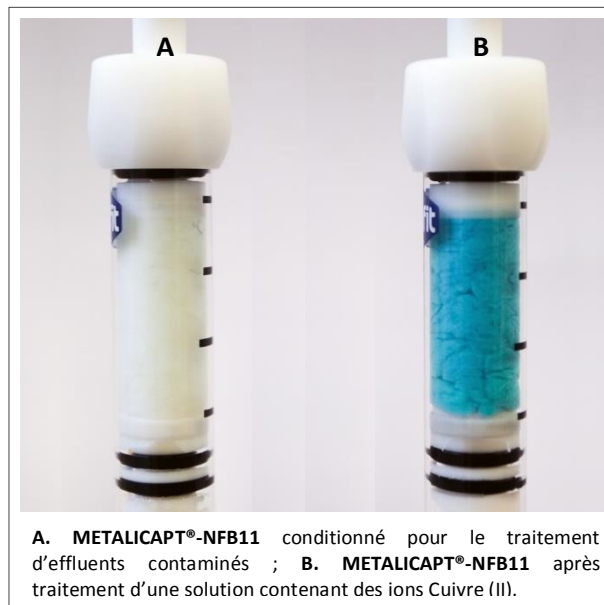
FICHE TECHNIQUE

VERSION 7

FICHE TECHNIQUE - METALICAPT®-NFB11

• PRÉSENTATION

METALICAPT®-NFB11 est un matériau composé de fibres de polymères possédant un fort pouvoir de complexation des cations. Les propriétés physiques et chimiques de **METALICAPT®-NFB11** permettent une amélioration de la capacité de charges et du débit de traitement comparés aux résines échangeuses d'ions actuellement leaders sur le marché. **METALICAPT®-NFB11** permet de traiter des volumes d'effluents importants en un minimum de temps avec la possibilité de régénérer le matériau.



Principaux domaines d'application :

- Abaissement des seuils de concentration en métaux lourds de solutions aqueuses : Cuivre (II), Nickel (II), Zinc (II), Cadmium (II), Cobalt (II), Strontium (II), Plomb (II), Magnésium (II), Chrome (III), Fer (II) ;
- Traitement de l'eau : capture des ions Calcium et Magnésium ;
- Abaissement au-delà des seuils réglementaires en vigueur pour certains métaux ;
- Diminution du volume de déchets par concentration de solutions aqueuses contenant des métaux lourds.

• PROPRIÉTÉS DU MATÉRIAU

Capacité de charge (Q_e) en Cuivre (II)	$170 \leq Q_e \leq 210$ mg Cu(II)/g
Seuil d'abaissement en Cuivre (II)	< 0,05 mg/L
Densité du matériau sec	0,15 g/mL
Densité du matériau conditionné	1,15 g/mL
Débit de traitement	à partir de 50 L.min ⁻¹ .m ²

Les performances de ce matériau ont été démontrées avec un procédé précis et dans des conditions adaptées. Une étude personnalisée peut être réalisée par **AJELIS** afin de répondre aux besoins de nos clients et de leur offrir le meilleur service pour leurs problématiques de décontamination d'effluents.

FICHE TECHNIQUE - METALICAPT®-NFB11

• DESCRIPTION DU MATÉRIAU

METALICAPT®-NFB11 est un adsorbant polymérique se présentant sous la forme de fibres insolubles dans l'eau. Sa composition chimique est similaire à une résine échangeuse de cations faiblement acide. Le matériau est délivré sec et dans sa forme sodium. **METALICAPT®-NFB11** a une structure fibreuse qui s'apparente au coton. Ses fibres, de diamètre de l'ordre de quelques microns, sont visibles par microscopie électronique.

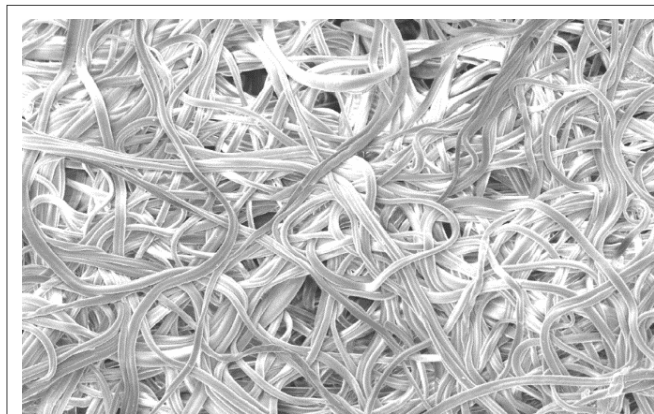
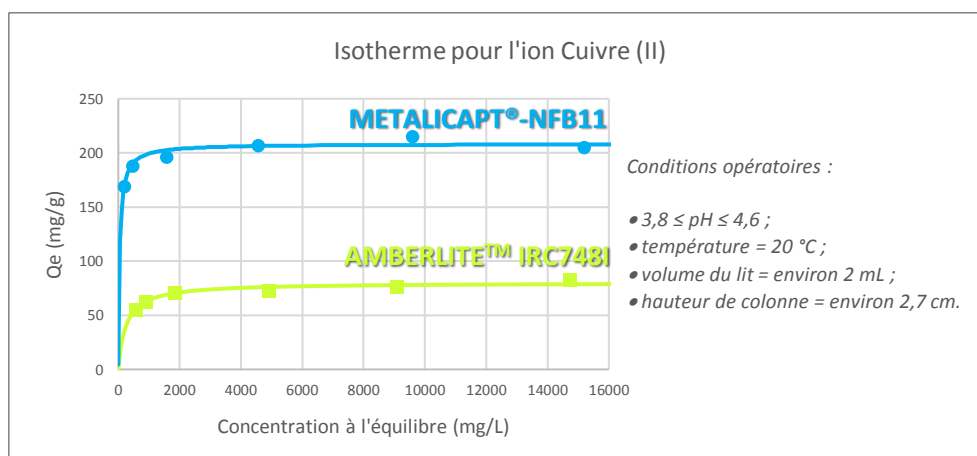


Image obtenue par microscopie électronique de **METALICAPT®-NFB11** après traitement d'une solution contenant des ions Cuivre (II).

• ÉLÉMENTS TECHNIQUES

Isotherme d'adsorption pour une solution chargée en ions Cuivre (II)

Afin de déterminer les propriétés du matériau, un isotherme d'adsorption a été réalisé pour les ions Cuivre (II). La capacité maximale (Q_{max}) est déterminée à 208 mg de Cuivre (II)/g de matériau **METALICAPT®-NFB11**. À titre de comparaison et dans les mêmes conditions, la résine échangeuse d'ions AMBERLITE™ IRC748I, spécialiste de la capture des métaux, possède un Q_{max} de 79 mg de Cuivre (II)/g de résine. **METALICAPT®-NFB11** offre donc des performances de capture plus élevées.

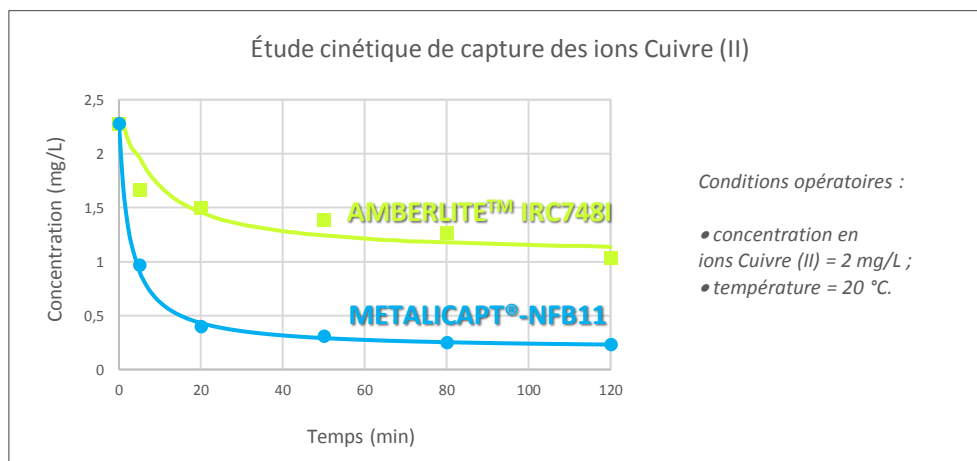


Une autre étude montre que la présence d'un sel de fond (NaCl à 0,1 mol/L) ne modifie pas les propriétés d'adsorption du matériau.

FICHE TECHNIQUE - METALICAPT®-NFB11

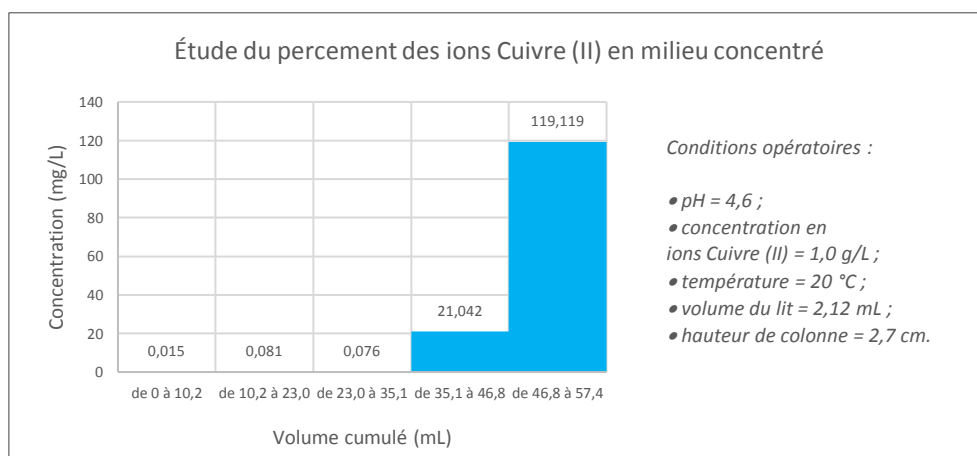
Étude cinétique de capture des ions Cuivre (II)

Une étude cinétique a été réalisée en comparatif avec la résine échangeuse d'ions AMBERLITE™ IRC748I afin de montrer l'efficacité du matériau **METALICAPT®-NFB11**. Ces résultats montrent que le matériau **METALICAPT®-NFB11** atteint l'équilibre thermodynamique avec les ions Cuivre (II) plus rapidement que la résine AMBERLITE™ IRC748I tout en conservant une capacité de charge plus élevée et un meilleur seuil d'abaissement.



Étude du percement des ions Cuivre (II)

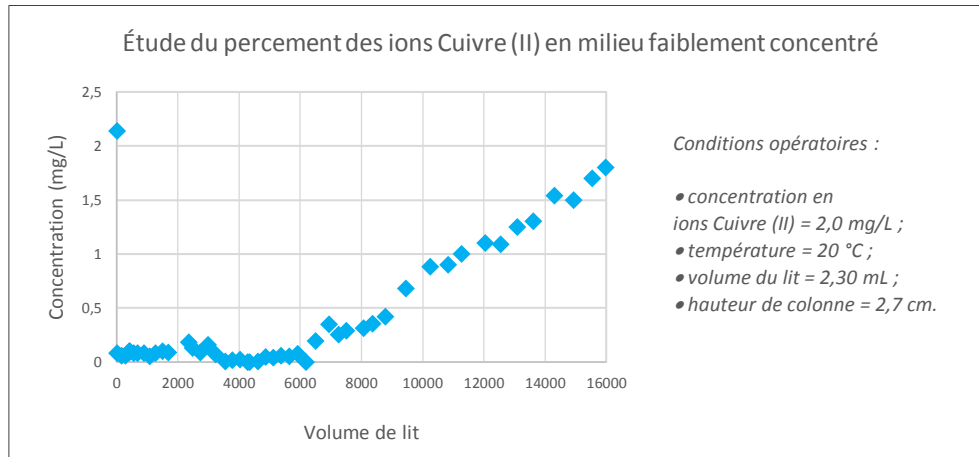
METALICAPT®-NFB11 est un matériau adapté à l'élimination de métaux lourds dans les eaux résiduaires. Grâce aux études de percement réalisées avec des ions Cuivre (II) en milieu fortement concentré (1 g/L) et faiblement concentré (2 mg/L), il a été montré que **METALICAPT®-NFB11** respecte les normes de la législation en vigueur en matière de rejet¹ avec des valeurs avant percement largement inférieures à 0,1 mg/L alors que les normes préconisent des valeurs limites de concentration en ions Cuivre (II) entre 0,5 et 2 mg/L.



¹ Valeurs limites de concentrations : Cuivre et ses composés (en Cu) 0,5 mg/L si le rejet dépasse 5 g/j ; dans le cas de la fabrication ou de la transformation de Cuivre, la valeur limite de concentration est 1 mg/L ; source INERIS, 2014. Données technico-économiques sur les substances chimiques en France : Cuivre, composés et alliages, DRC-14-136881-02236A, 91 p. (<http://rsde.ineris.fr/> ou <http://www.ineris.fr/substances/fr/>)

Qualité des eaux de consommation : Cuivre : la limite de qualité est fixée à 2 mg/L et la référence de qualité est fixée à 1 mg/L ; source Circulaire DGS/SD 7 A n° 2004-45 du 5 février 2004 relative au contrôle des paramètres Plomb, Cuivre et Nickel dans les eaux destinées à la consommation humaine

FICHE TECHNIQUE - METALICAPT®-NFB11



Capacité de charge en présence d'interférents

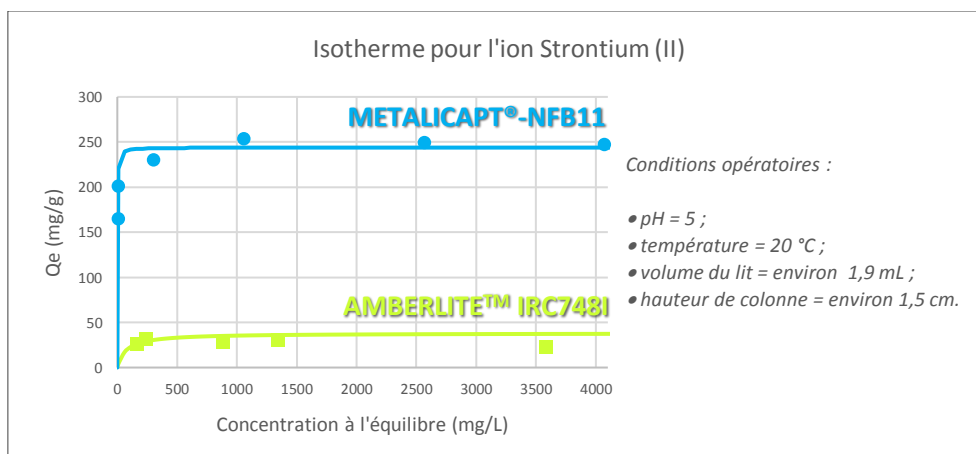
En fonction de l'effluent, différents interférents peuvent perturber l'étape d'adsorption des ions Cuivre (II) sur le matériau **METALICAPT®-NFB11**. Des proportions en ions Sodium (I) (Na⁺) et Calcium (II) (Ca²⁺) ont été testées afin de déterminer la capacité de charge (Q_e) en milieu interféré.

Ion métallique	Interférent	Ratio	Capacité de charge Q _e (mg/g)
Cu ²⁺	-	-	169
Cu ²⁺	Na ⁺	Cu ²⁺ /Na ⁺ 1:10	169
Cu ²⁺	Na ⁺	Cu ²⁺ /Na ⁺ 1:500	146
Cu ²⁺	Ca ²⁺	Cu ²⁺ /Ca ²⁺ 1:1	158
Cu ²⁺	Ca ²⁺	Cu ²⁺ /Ca ²⁺ 1:100	70

Conditions opératoires : concentration initiale en ions Cuivre (II) = 0,7 g/L ; température = 20 °C ; volume du lit = environ 2 mL ; hauteur de colonne = 2,7 cm.

Isotherme d'adsorption pour une solution chargée en ions Strontium (II)

L'ion Strontium (II) est en mesure d'être capté par le matériau **METALICAPT®-NFB11**. D'après l'isotherme d'absorption obtenu, la capacité de charge maximale (Q_{max}) atteinte est de 244 mg de Strontium (II)/g de matériau **METALICAPT®-NFB11**.

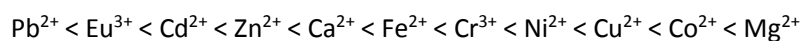


FICHE TECHNIQUE - METALICAPT®-NFB11

Dans les mêmes conditions opératoires, la résine échangeuse d'ions AMBERLITE™ IRC748I, résine chélatante industrielle pour la capture des métaux, possède un Q_{\max} de 38 mg de Strontium (II)/g de résine.

Capacité de charge de différents ions métalliques

Afin d'apprécier la polyvalence du matériau **METALICAPT®-NFB11**, la capacité de charge (Q_e) de plusieurs ions métalliques a été déterminée avec la sélectivité suivante (dépendant des conditions de concentration, pH, de la présence d'interférénts, etc.) :

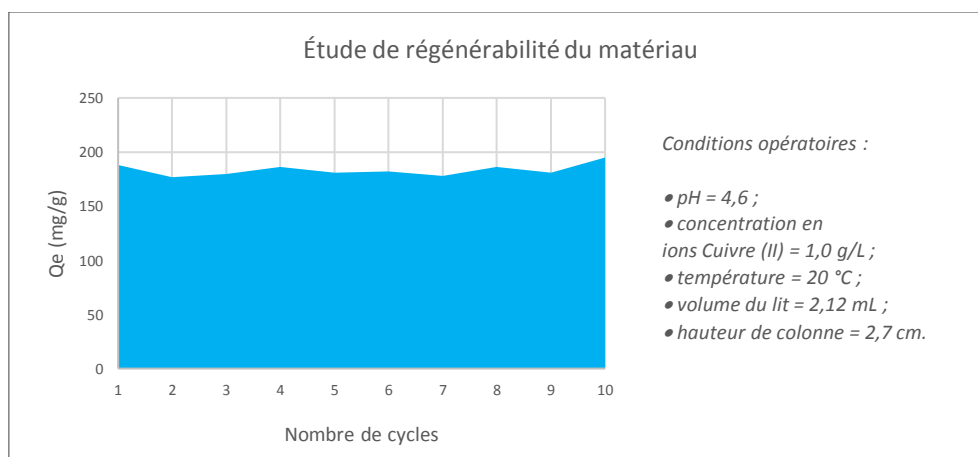


Ion métallique	pH	Capacité de charge Q_e (mg/g)	Capacité de charge Q_e (méq/g)
Ca ²⁺	5,0	80	4,0
Cd ²⁺	5,0	186	3,3
Co ²⁺	5,0	183	6,2
Cr ³⁺	4,0	83	4,8
Cu ²⁺	5,0	188	5,9
Eu ³⁺ *	-	105	2,1
Fe ²⁺	4,0	121	4,3
Mg ²⁺	5,5	215	17,7
Ni ²⁺	5,0	147	5,0
Pb ²⁺	4,0	195	1,9
Sr ²⁺	5,0	254	5,8
Zn ²⁺	5,0	124	3,8

Conditions opératoires : concentration initiale en ions métalliques = environ 1 g/L (*pour Eu³⁺ = 20 g/L) ; température = 20 °C ; volume du lit = environ 2 mL ; hauteur de colonne = 2,7 cm.

Méthode de régénération du matériau

L'utilisation de 2 à 4 volumes du lit d'une solution d'acide chlorhydrique à 3,1% (correspond à 1 mol/L) permet de régénérer les fibres de **METALICAPT®-NFB11** (90-100%). Plusieurs cycles de saturations/régénérations ont été réalisés afin de montrer le maintien des performances du matériau.



FICHE TECHNIQUE - METALICAPT®-NFB11

• EXEMPLE CONCRET : RÉCUPÉRATION D'IONS MÉTALLIQUES POLLUANTS DANS LES EAUX RÉSIDUAIRES DE TRAITEMENT DE SURFACE

AJELIS a réalisé une étude pour le traitement d'effluents réels issus d'une entreprise spécialisée dans le traitement de surface, les ateliers BERTIN-AUBERT. Lorsqu'ils sont écartés du cycle de production, différents bains contenant des métaux lourds (Cuivre, Nickel, Zinc...) sont alors confiés à une société spécialisée dans le traitement des déchets chimiques (par enlèvement ou sur site avec des résines échangeuses d'ions).

Traitement d'une solution chargée en ions Cuivre (II)

Parmi les tests réalisés dans le cadre de cette étude, nous pouvons citer l'exemple d'une solution de Cuivre (II) issue d'un bain de rinçage mort avec une concentration de 754 mg/L (pH 2). Cet effluent est traité sur une colonne de 620 mL conditionnée avec le matériau **METALICAPT®-NFB11** (deux passages). Après traitement, l'eau de sortie possède une teneur en ions Cuivre (II) inférieure à 0,6 mg/L, bien en dessous des valeurs limites de concentration en vigueur pour les rejets.¹

Traitement d'une solution chargée en ions Nickel (II)

Une solution de sulfamate de Nickel (II) a également été traitée avec le matériau **METALICAPT®-NFB11**. Il s'agit d'un bain de rinçage mort avec une concentration de départ en ions Nickel (II) de 2,91 g/L (pH 3). L'effluent est traité sur une colonne de 620 mL en quatre passages permettant d'atteindre une concentration en ions Nickel (II) de 6,0 mg/L en fin de traitement. Ces valeurs sont très proches de la réglementation en vigueur concernant les seuils en matière de rejets de nickel.² Des solutions de mise en œuvre du matériau sont en cours d'expérimentation pour obtenir un effluent en dessous des limites imposées par la réglementation.

Traitement d'une solution de cuivrage alcalin cyanuré

Ce bain de rinçage mort a, dans un premier temps, été traité par une solution de NaClO (eau de javel) afin d'oxyder les ions cyanures en ions cyanates, beaucoup moins toxiques. La concentration en ions Cuivre (II) de la solution décyanurée est de 0,13 mg/L (pH 10). La concentration en ions Cuivre (II) se trouve donc en dessous des normes en vigueur et ne nécessite pas un passage sur le matériau **METALICAPT®-NFB11**.

Traitement d'une solution chargée en ions Plomb (II) et Etain (II)

Ce bain de rinçage mort est composé d'ions Plomb (II) à 283 mg/L et d'ions Etain (II) à 6,07 g/L (pH 1). Dans un premier temps, le bain a subi une étape de précipitation par ajout d'une lessive de soude jusqu'à atteindre une valeur de pH 10. Après décantation et filtration, les concentrations en ions Plomb (II) et Etain (II) sont respectivement de < 0,1 mg/L et

² Selon les normes françaises pour la qualité de l'eau potable (Décret n° 89-3 du 3 janvier 1989 modifié, annexe I.1), les rejets industriels dans l'eau sont limités à 0,5 mg/L si le débit est supérieur à 5 g de Nickel par jour. Une valeur limite moins contraignante est consentie pour les industries de fabrication et de transformation du Nickel : 2 mg/L. D'autre part, le secteur des traitements de surface relève de l'arrêté du 26 septembre 1985 (publié au JO du 16 novembre 1985) ; Qualité des eaux de consommation : Le décret 2001/1220 du 20 décembre 2001 impose, de même que la réglementation européenne correspondante, une limite de qualité aux eaux destinées à la consommation humaine. Les eaux doivent respecter une valeur inférieure ou égale à 20 µg/L de Nickel ; source INERIS, 2006. Données technico-économiques sur les substances chimiques en France : Nickel et ses principaux composés, DRC-14-136881-02234A, 94 p. (<http://www.ineris.fr/rsde/> ou <http://www.ineris.fr/substances/fr/>)

Les normes de rejet en terme de concentration des produits sont définies comme suit en mg/L (milligramme par litres d'effluents rejetés), contrôlées sur l'effluent brut non décanté [...] Nickel 5,0 mg/L ; source Arrêté du 26/09/85 relatif aux ateliers de traitement de surface paru au JO du 16 novembre 1985 (http://www.ineris.fr/aida/consultation_document/5985)

FICHE TECHNIQUE - METALICAPT®-NFB11

809 mg/L. De ce fait, la concentration en ions Plomb (II) se situe en dessous des normes.³ Un seul passage de la solution décantée et filtrée sur le matériau **METALICAPT®-NFB11** ne permet pas qu'un faible abaissement de la concentration en ions Etain (II) qui passe de 809 à 747 mg/L. Un procédé ajusté avec plusieurs passages est en étude.

Traitement d'une solution cyanurée présentant des traces d'ions Cuivre (II), Zinc (II), Or (II), Plomb (II), et Étain (II)

Ce bain de rinçage mort est composé d'ions Cuivre (II) 112 mg/L, d'ions Zinc (II) à 5,6 mg/L, d'ions Or (II) à 53 mg/L, d'ions Plomb (II) à 2,5 mg/L et d'ions Étain (II) à 3,9 mg/L (pH 8). Dans un premier temps, il été traité par une solution de NaClO (eau de javel) afin d'oxyder les ions cyanures en ions cyanates, beaucoup moins toxiques. La concentration en ions de la solution décyanurée est de 0,12 mg/L pour le Cuivre (II), 0,43 mg/L pour le Zinc (II), 48 mg/L pour l'Or (II), < 0,1 mg/L pour le Plomb (II) et 1,14 mg/L pour l'Étain (II). Premièrement, les métaux toxiques Cuivre, Zinc, Plomb et Étain affichent des concentrations qui respectent les normes après l'étape de décyanuration. D'autre part, un post-traitement avec le matériau **METALICAPT®-NFB11** ne permet pas d'obtenir un abaissement significatif de la concentration en ions Or (II) puisque ce dernier se trouve interféré avec des ions cyanures (passage de 48 à 46 mg/L). En effet, un autre type de matériau doit être utilisé pour le traitement de ce type d'agents toxiques (en cours de développement chez **AJELIS**).

³ Pour les installations soumises à Autorisation ICPE. Métaux lourds. Plomb : 0.5 mg/l si le rejet dépasse 5 g/jour. Arrêté du 2 février 1998 modifié relatif aux prélèvements et à la consommation d'eau ainsi qu'aux émissions de toute nature des installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation, dit "arrêté intégré"; source CCI Paris-Île-de-France, Rejets d'eaux - Mécanique et travail des métaux (<http://www.entreprises.cci-paris-idf.fr/web/environnement/eau/gerer-eau-metier/rejets-eaux-mecanique>)