

FICHE PRODUIT

Résine TK221

Applications Principales:

- Séparation et concentration des lanthanides (p.ex. ca¹ et nca² Lu-177)
- Séparation des actinides

Conditionnement

Références°	Format	Taille de particule
TK221-B25-B, TK221-B50-B, TK221-B-100-B, TK221-B200-B	Bouteilles de 25g, 50g, 100g et 200g Résine TK221	100-200 µm
TK221-C20-B, TK221-C50-B	20 et 50 colonnes de 2 mL Résine TK221	100-200 µm
TK221-R10-B	10 cartouches de 2mL Résine TK221 Cartouches de taille plus importante sont disponibles sur demande	100-200 µm

Propriétés physiques et chimiques

Density: 0.35 g/mL TK221 Resin

Conditions d'utilisation

T° d'utilisation recommandée : /

Débit : B grade: ≥0.5 mL/min

Stockage : sec et obscur

¹ ca : carrier added

² nca : non-carrier added

RESINE TK221

La résine TK221 est constituée d'un diglycolamide et d'un oxide de phosphine, et d'une faible quantité d'alcool à chaine longue (antiradicaux) pour accroître la radiostabilité de la résine. Le support inerte de la résine TK221 contient également des groupements aromatiques dans le but d'augmenter la stabilité radiolytique de la résine.

Les graphiques 1 – 11 montrent la sélectivité de la résine TK221 pour un grand nombre d'éléments en milieu HNO₃ (fig. 1 à 5) et HCl (fig. 6 à 11). Les coefficients de distribution Dw indiqués sur les graphiques ont été obtenus par mesure ICP-MS.

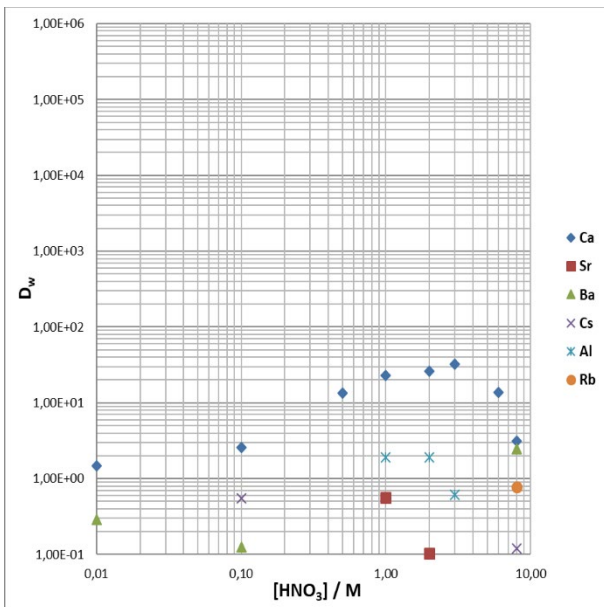


Figure 1: Coefficients de distribution Dw de différents éléments sur résine TK221 en milieu HNO₃

La résine TK221 ne présente pas d'affinité pour les alcalins, alcalino-terreux (à l'exception du Ca) et l'aluminium (éléments très présents dans l'environnement) en milieu HNO₃.

Y et Sc sont très fortement fixés sur la résine TK221 en milieu HNO₃ à concentration élevée. Le Fe(III) est également bien retenu pour des concentrations HNO₃ ≥ 3M. Les autres métaux de transition tels que Zn, Ga, Co, Ni et Cu ne sont pas retenus.

Les éléments tétravalents tels que Zr et Hf sont généralement très bien fixés à des concentrations élevées en HNO₃.

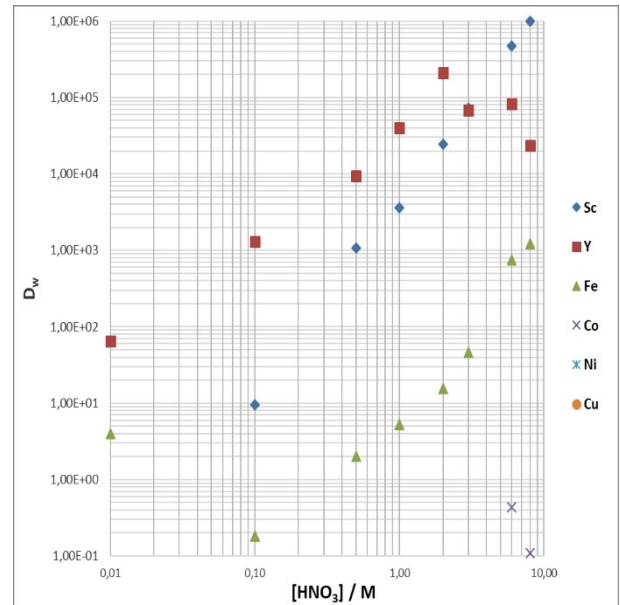


Figure 2: Coefficients de distribution Dw de différents éléments sur résine TK221 en milieu HNO₃

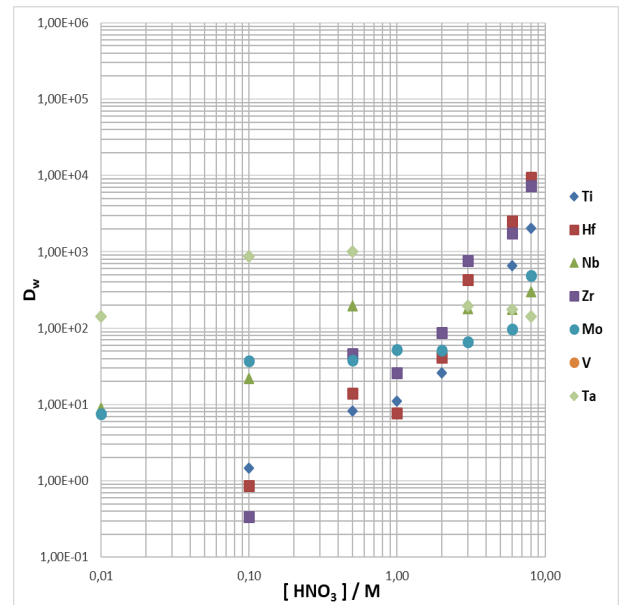


Figure 3: Coefficients de distribution Dw de différents éléments sur résine TK221 en milieu HNO₃

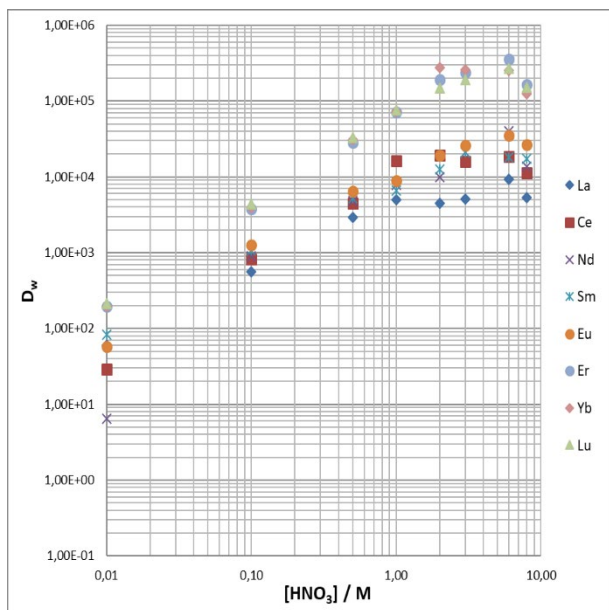


Figure 4: Coefficients de distribution D_w de différents éléments sur résine TK221 en milieu HNO_3

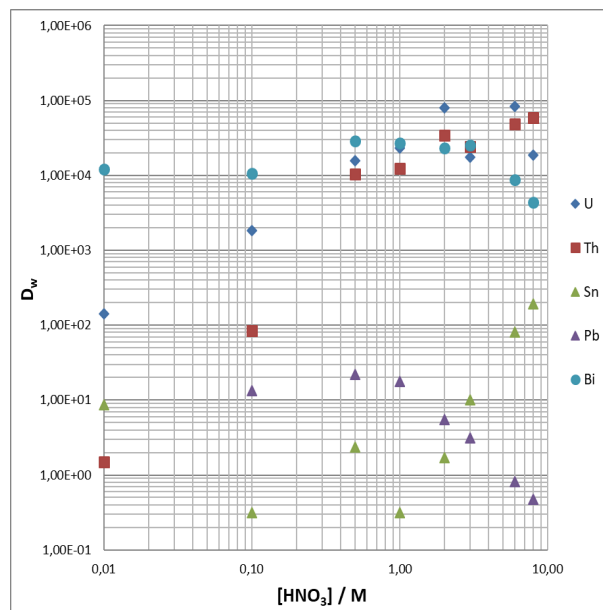


Figure 5: Coefficients de distribution D_w de différents éléments sur résine TK221 en milieu HNO_3

La résine montre une très bonne sélectivité pour les lanthanides à des concentrations $\geq 0.1M HNO_3$. Les lanthanides lourds sont même bien retenus à des concentrations HNO_3 encore plus faibles ($\geq 0.01M$). Généralement la rétention des lanthanides est bien plus importante que sur la résine TRU.

U et particulièrement Bi sont bien retenus sur tout le domaine de concentrations testées, Th n'est bien retenu qu'à des concentrations d' $HNO_3 > 0.1M$. La rétention d'U est nettement plus forte que sur les autres résines basées sur des diglycolamides telles que la résine DGA,N. Pb et Sn ne montrent qu'une très faible affinité pour la résine TK221.

La résine TK221 ne montre pas d'affinité pour les éléments alcalins, alcalino-terreux et Al en milieu HCl.

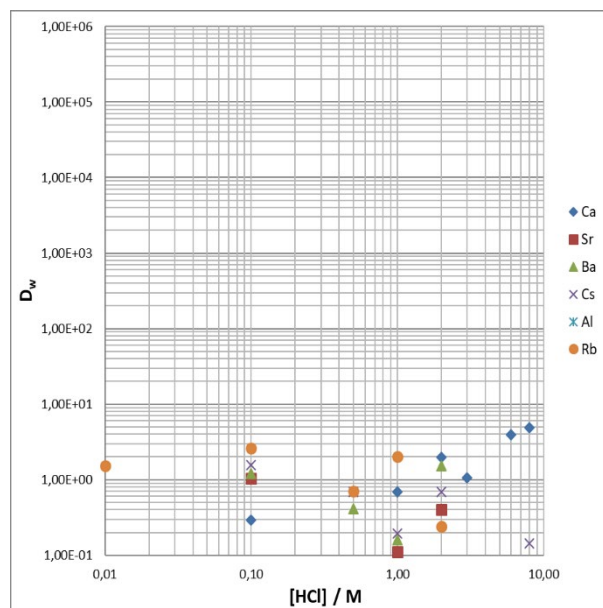


Figure 6: Coefficients de distribution D_w de différents éléments sur résine TK221 en milieu HCl

PRODUCT SHEET

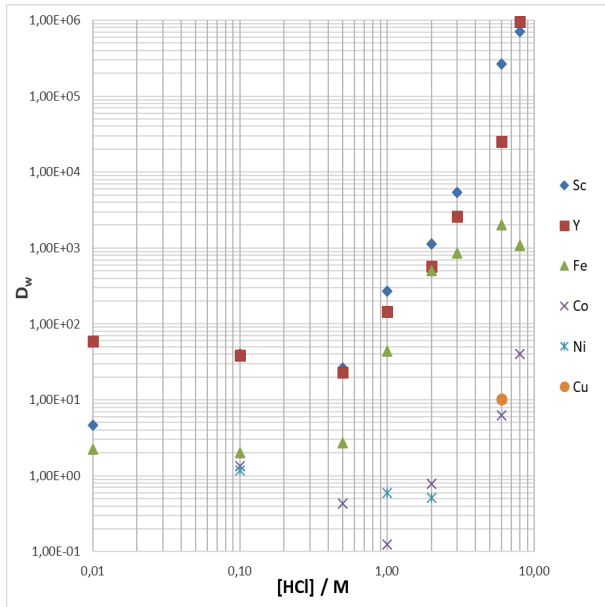


Figure 7: Coefficients de distribution D_w de différents éléments sur résine TK221 en milieu HCl

Y et Sc sont bien fixés à des concentrations HCl supérieures à 2M. Le Fe(III) à son tour est bien fixé lorsque la concentration est $\geq 3M$ HCl.

généralement très bien fixés à des concentrations élevées en HCl.

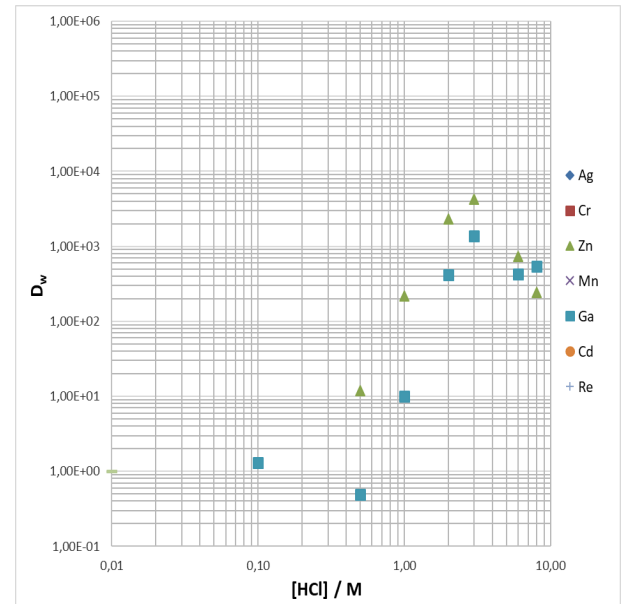


Figure 9: Coefficients de distribution D_w de différents éléments sur résine TK221 en milieu HCl

Parmi les autres métaux de transition testés, Zn et Ga sont très bien retenus en milieu HCl $\geq 2M$. Ces deux éléments peuvent facilement être élués en milieu HCl dilué.

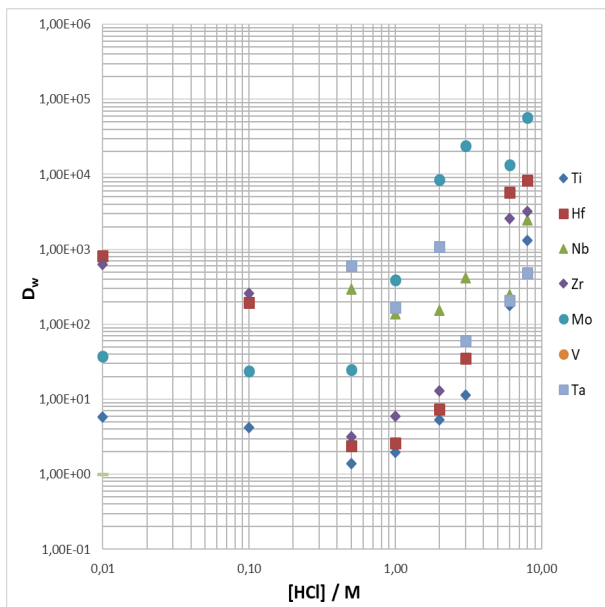


Figure 8: Coefficients de distribution D_w de différents éléments sur résine TK221 en milieu HCl

Les éléments tétravalents et de plus haut degré d'oxydation tels que Zr, Hf et Mo sont

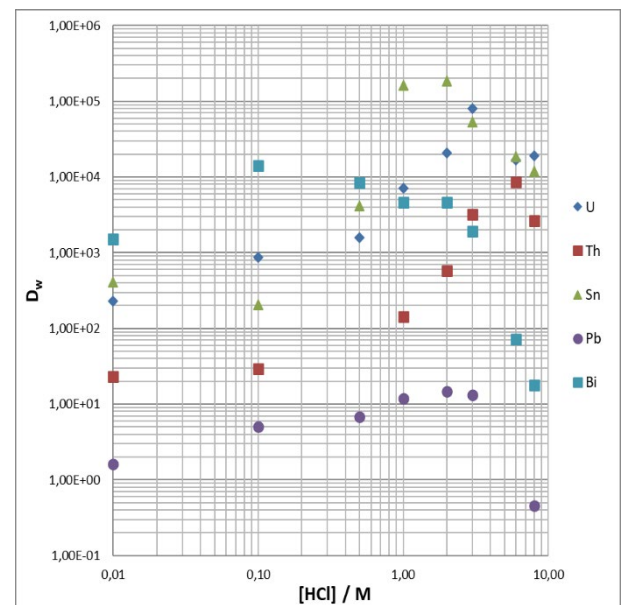


Figure 10: Coefficients de distribution D_w de différents éléments sur résine TK221 en milieu HCl

PRODUCT SHEET

U, Sn et Bi sont très bien retenus sur tout le domaine de concentrations HCl testées. Th est également bien retenu à des concentrations HCl \geq 3M. Le Pb n'est pas fixé.

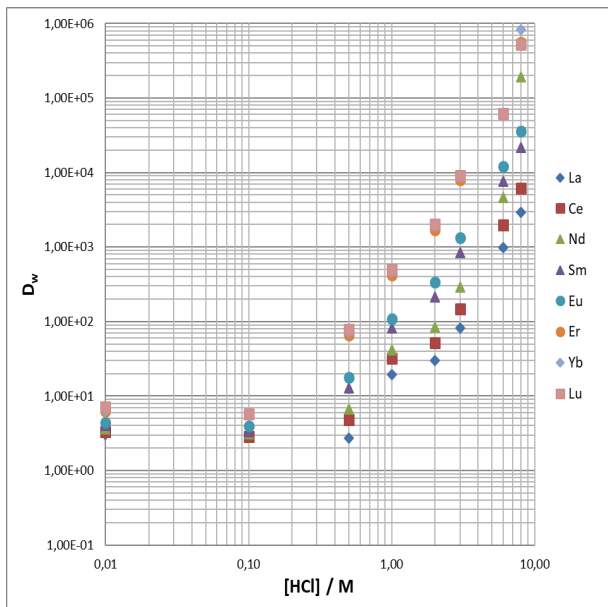


Figure 11: Coefficients de distribution D_w de différents éléments sur résine TK221 en milieu HCl

Les lanthanides sont bien retenus en milieu HCl \geq 3M HCl. Les lanthanides lourds sont très bien retenus à partir de HCl \geq 1M. Tous les lanthanides peuvent facilement être élués en milieu HCl dilué.

L'une des applications principales de la résine TK221 est la préconcentration, la purification et la conversion de milieux très fortement acides pour les lanthanides lourds tels que Lu en milieu acide dilué (typiquement \sim 0.05M HCl).

La résine TK221 permet p.ex. d'élué Lu dans un volume d'élué moins important que la résine DGA,N. En conséquence elle est employée dans le cadre de la production du Lu-177.

Une méthode très similaire devrait également permettre de purifier du Ac-225.

De nombreuses méthodes basées sur l'utilisation de la résine TK221 sont actuellement en cours d'évaluation, particulièrement pour la purification du ca et nca Lu-177, ainsi que pour la séparation du nca Lu-177 à partir de cibles en Yb-176 de masses allant jusqu'à 500 mg.

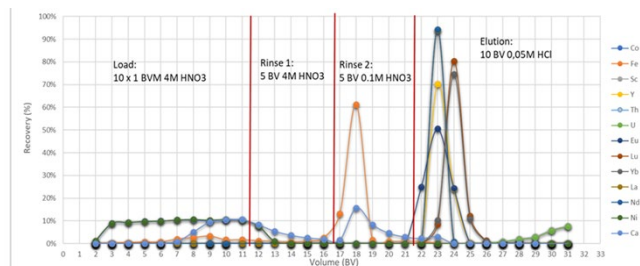


Figure 12: Etude d'élué, différents éléments sur résine TK221 (1)

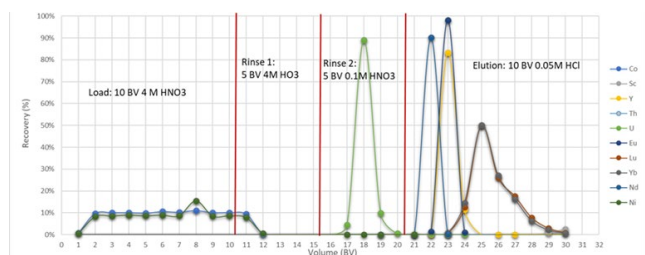


Figure 13: Etude d'élué, différents éléments sur résine TK221 (1)

Le produit final obtenu est typiquement passé à travers une cartouche de résine anionique type A8 de 1 mL afin d'éliminer les traces de nitrate.

La résine TK221 montre une rétention d'U plus forte que la résine DGA,N. Ce fait devrait permettre son utilisation dans le cadre d'une méthode séquentielle pour la séparation des actinides en utilisant deux colonnes.

La figure 14 montre une étude d'élué incluant de nombreux éléments - dont U – sur la résine TK221.

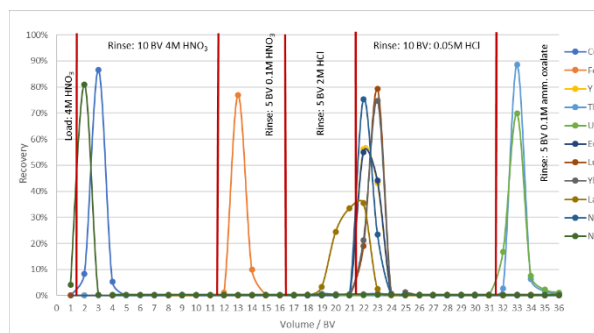


Figure 14: Etude d'élué, différents éléments sur résine TK221

U est très bien retenu dans les milieux HNO₃ et HCl testés. L'élué d'U est facilitée en milieu oxalate

PRODUCT SHEET

0.1M. Am devrait bien être retenu en milieu HNO_3 puis élué en suivant les lanthanides lors de leur élution en milieu HCl dilué.

En tenant compte de la sélectivité de la résine TK221 son utilisation dans la cadre d'une méthode "TEVA/TK221" pour la séparation U, Th, Pu, Am/Cm et Np est possible.

N. Vajda et al. (2) ont développé une méthode de séparation pour Th, Pu, Am et U dans des échantillons d'eau avec le système TEVA/TK221. La méthode est basée sur une première étape de préconcentration via une coprécipitation au phosphate de Ca prenant également en compte la présence potentielle de Fe(III) issu de l'ajustement des degrés d'oxydation. Une séparation propre Am/U peut être réalisée sur la résine TK221 en choisissant très précisément les volumes d'élution. Les figures 15 et 16 montrent les chromatogrammes obtenus pour des échantillons d'eau du robinet surchargés.

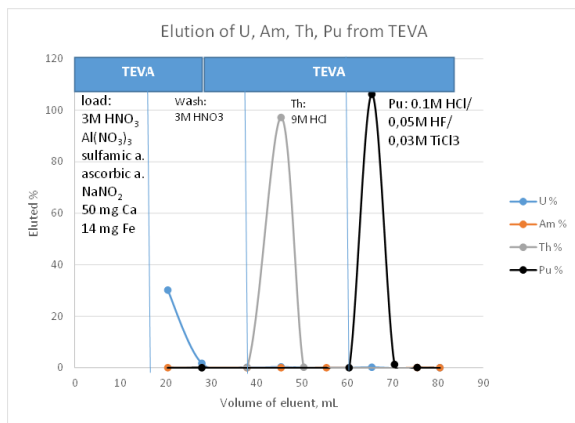


Figure 15: Séparation de Th, Pu, Am et U sur cartouche 2ml de résine TEVA (données obtenues par N. Vajda et al. (2))

Dans l'ensemble, les auteurs rapportent des rendements chimiques élevés (92% - 106%) dans les conditions données ainsi que de bons facteurs de décontamination pour les fractions actinides (contamination croisée <1%).

Le protocole de séparation est résumé sur les figures 17 à 19.

Le précipité de phosphate de Ca est dissout et la solution résultante passée sur des cartouches TEVA/TK221 montées en série (Fig. 17). Les cartouches sont rincées avec HNO_3 3M pour assurer l'élution des éléments matriciels et le transfert de U/Am sur la résine TK221. Les cartouches sont séparées : Th/Pu sont séparés et

élusés séquentiellement depuis la résine TEVA (Fig. 18) tandis que Am et U sont séparés et élués séquentiellement depuis la résine TK221 (Fig.19).

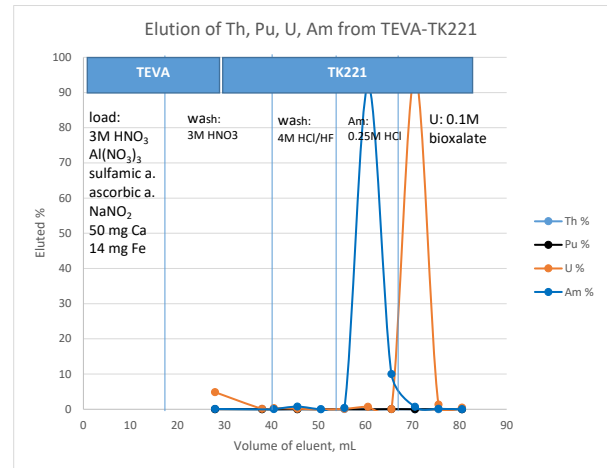


Figure 16: Séparation de Th, Pu, Am et U sur cartouche 2ml de résine TK221 (données obtenues par N. Vajda et al. (2))

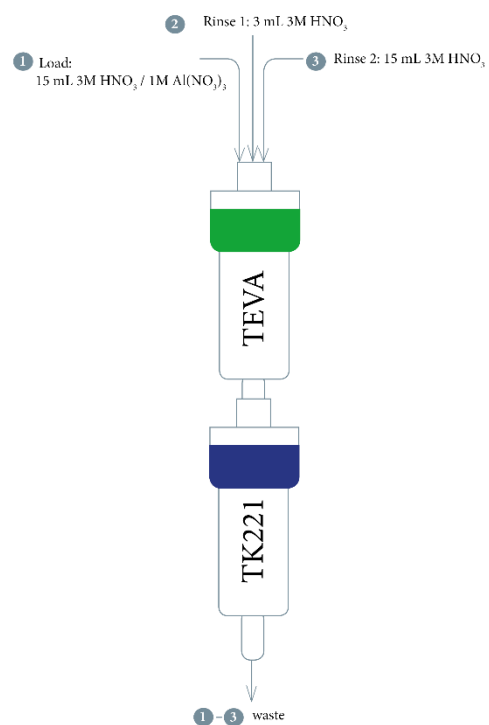


Figure 17: Séparation de Th, Pu, Am et U sur 2 cartouches 2ml de résines TEVA/TK221 en série (données obtenues par N. Vajda et al. (2))

PRODUCT SHEET

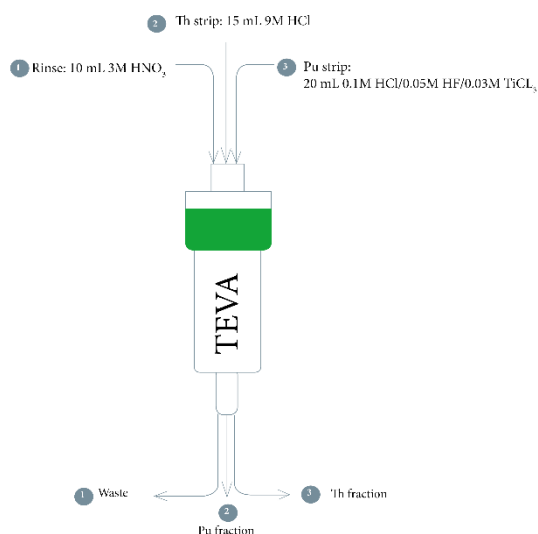


Figure 18: Séparation de Th et Pu sur cartouche TEVA (données obtenues par N. Vajda et al. (2))

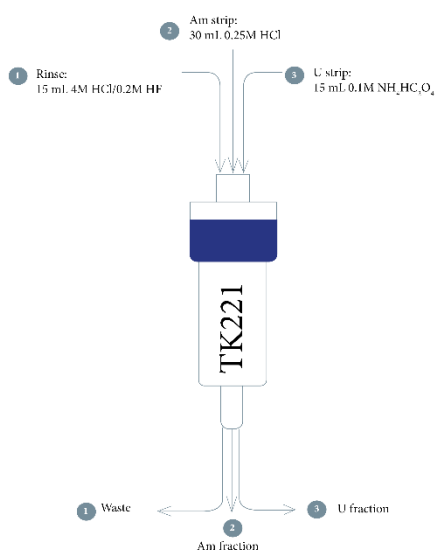


Figure 19: Séparation Am et U sur cartouche TK221 (données obtenues par N. Vajda et al. (2))

La méthode développée a été testée en mesure par spectrométrie alpha avec des échantillons d'eau du robinet et d'eau de mer surchargés avec Th-230, Pu-239, Am-241 et U-233. Les résultats obtenus confirment une séparation nette de chaque actinide dans sa fraction et des rendements chimiques élevés (Tableau 1).

Tableau 1: Rendement chimiques des actinides analysés dans des échantillons de 800ml d'eau du robinet et d'eau de mer (données obtenues par N. Vajda et al. (2))

	counts	time s	efficiency -	act. measured Bq	act. reference Bq	yield %	yield unc %
TAP1							
²³⁹ Pu	9660	64397	0,17	0,882	0,815	108	7,1
²⁴¹ Am	8809	61566	0,17	0,842	0,816	103	7,2
²³⁰ Th	1255	12421	0,17	0,594	0,66	90	7,6
²³³ U	2488	13883	0,17	1,054	1,02	103	7,3
SEA2							
²³⁹ Pu	29690	236576	0,17	0,738	0,815	91	7,1
²⁴¹ Am	29214	235520	0,17	0,730	0,816	89	7,1
²³⁰ Th	5356	66999	0,17	0,470	0,66	71	7,2
²³³ U	10649	69526	0,17	0,901	1,02	88	7,1

Même pour des échantillons chargés tels que l'eau de mer, les rendements chimiques obtenus sont de l'ordre de 90% pour Pu, Am et U et de l'ordre de 70% pour le Th, soit seulement 10 à 20% inférieurs aux rendements obtenus pour les échantillons d'eau du robinet (90-108%) faisant de cette méthode une alternative à la méthode classique utilisant TEVA/TRU et avec le bénéfice d'une rétention plus robuste d'Am sur la résine TK221.

Littérature

- (1) S. Happel: "An overview over some new extraction chromatographic resins and their application in radiopharmacy" presented on the 4th of June 2019 at the 102nd Canadian Chemistry Conference and Exhibition (CCCE 2019) in Quebec City, QC
- (2) N. Vajda et al. (RadAnal): "Report: Investigation on TEVA/TK221 resins for separation of actinides", Budapest, April 2021