



SOMMAIRE

- Edito p.1
- Résine TK-TcScint p.1-2
- Infos p.3
- Résine TK202 p.3-6
- Agenda p.6

● Edito :

Chers utilisateurs,

Nous vous espérons, avec vos proches, en bonne santé. Les contraintes pour nous déplacer et les conférences virtuelles ont drastiquement réduit les opportunités de nous rencontrer physiquement, mais nous sommes toujours très heureux de pouvoir vous répondre soit par téléphone, visio ou messagerie internet.

Cette lettre d'information est pour nous l'occasion de vous présenter deux nouvelles résines.

La résine TK202, basée sur un système aqueux biphasique, trouve son application principale dans la séparation du Tc dans des échantillons alcalins comme des cibles de Mo dissoutes ou bien des échantillons du démantèlement aussi dissouts.

La résine TK-TcScint est la première d'une série à venir de résines basées sur des microbilles de plastique scintillant imprégnées d'un extractant sélectif (développées par l'Université de Barcelone). Cette nouvelle résine permet ainsi la mesure directe du Tc-99 retenu dans des cartouches sans élution ou sans ajout de cocktail de scintillation, augmentant de fait la sécurité par la réduction des temps de manipulation et de traitement et par conséquent une réduction des coûts associés.

Notre équipe du Support Technique se tient à votre disposition pour vous donner plus d'informations sur ces deux résines.

Vous étiez invités l'année dernière à participer à la réunion utilisateurs que nous organisons sous les auspices de NPL lors de la conférence virtuelle CARM. Cette réunion ayant rencontré un vif succès, nous avons pris la décision de réitérer cette expérience pour 2021, toujours dans le cadre de la conférence virtuelle CARM organisée par NPL. Nous serions très heureux de vous compter parmi les participants et pourquoi pas, parmi les contributeurs !

Michaela Langer, Présidente

● Résine TK-TcScint

La Résine TK-TcScint est la première d'une série de résines basées sur l'imprégnation de "billes plastiques scintillantes" développées par Garcia, Tarancon et Bagan de l'Université de Barcelone ⁽¹⁻⁵⁾.

Ces nouveaux produits sont composés de microbilles plastiques scintillantes (Plastic Scintillation microspheres, PSm) fournies par Garcia et al. de l'Université de Barcelone, imprégnées avec des extractants sélectifs.

La Résine TK-TcScint est, comme son nom l'indique, dédiée à la quantification du Tc-99. L'extractant utilisé est l'Aliquat336, combiné à une faible quantité d'alcool à chaîne longue. De part sa composition, la sélectivité de la résine TK-TcScint sera très similaire à celle de la Résine TEVA.

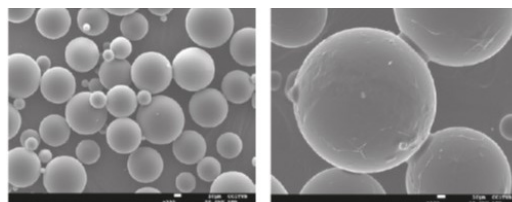


Figure 1 (a et b): gauche – microbilles de plastique scintillant non imprégnées (PSm), droite - PSm imprégnées (TK-TcScint) ⁽⁴⁾

La Figure 1 (a et b) montre des images MEB des billes PSm non-imprégnées et des billes imprégnées (TK-TcScint), respectivement.

La Résine TK-TcScint est généralement sous

forme de cartouches pré-conditionnées de 2mL pour une utilisation en boîte à vide ou avec un système de pompes pour des séparations automatisées ^(1, 5).

Le support PSm employé dans la Résine TK-TcScint agit comme un milieu scintillant permettant une mesure directe du Tc-99 fixée sur la résine. De fait, il n'est pas nécessaire d'éluer et de mélanger l'éluat avec un cocktail scintillant, ce qui présente différents avantages :

- Gain de temps, particulièrement utile en cas de situations d'urgence ;
- Pas de déchet radioactif mixte ;
- Pas d'élution du Tc avec du HNO₃ de forte concentration et pas d'évaporation/aliquotage de l'éluat ;
- Pas de découpe des colonnes ou des cartouches pour pousser la résine dans le flacon de scintillation.

Les deux derniers points sont notamment intéressants en termes de radioprotection lorsque les échantillons à analyser sont fortement actifs.

Idéalement, le rendement chimique est déterminé par ICP-MS ou ICP-OES en utilisant Re comme standard interne.

La Figure 2 compare cette nouvelle approche des Résines PSm telles que TK-TcScint avec les méthodes classiques.

Les échantillons analysés sont typiquement des urines et des eaux. En général, pour les eaux de surface, le volume d'échantillon utilisé peut-être supérieur à 200 mL, ce qui est intéressant non seulement dans le cas de situations d'urgences mais aussi comme outil de screening pour les échantillons du démantèlement et dans le cadre d'analyses de routine en surveillance biomédicale et de l'environnement. Pour les échantillons d'eau, le rendement chimique est généralement >98.8%.

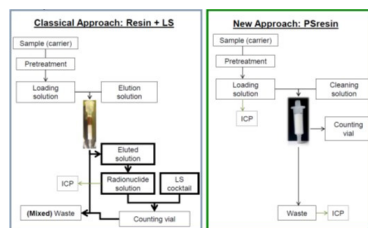


Figure 2 : Schémas d'une méthode radioanalytique classique et de l'approche Résine PSm ⁽⁵⁾

L'efficacité de détection du Tc-99 obtenue avec la Résine TK-TcScint est très élevée, de l'ordre de 89.5(0.6)%, alors que le bruit de fond d'une cartouche 2mL standard est faible à ~1.09 CPM.

De plus, les cartouches de Résine TK-TcScint présentent un quenching, faible et reproductible avec un SQP(E) moyen de 787(7).

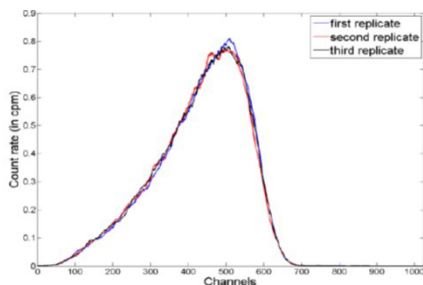


Figure 3: Spectres de Scintillation Liquide de Tc-99 sur Résine TK-TcScint. (5)

La Figure 3 montre les spectres de Tc-99 obtenus, avec les 3 réplicats de comptage qui se superposent très bien. L'analyse des échantillons d'eau tels que e.g. eau de rivière et eau de mer (environ 50 mL) sur cartouches de Résine TK-TcScint est plutôt simple ^(1), 5).

Après filtration, si nécessaire, les échantillons sont chauffés à 90°C pendant 60 min après addition de quelques mL de H₂O₂ 30% pour assurer que Tc est bien présent sous forme pertechnetate. Les solutions sont alors ajustées à HCl 0.1M avec HCl concentré. Une fois que les échantillons sont à température ambiante, la séparation sur résine peut commencer.

Après la charge de l'échantillon, la cartouche est rincée successivement avec HCl 0.1M, HNO₃ 0.1M /HF 0.1M (uniquement dans le cas où la présence de ²³²Th est attendue) puis avec de l'eau.

Ces rinçages permettent d'éliminer les interférences possibles tandis que Tc (et le standard interne Re) reste fixé dans la cartouche. Les fractions de charge et de rinçages sont combinées et analysées en Re pour calculer le rendement chimique de la séparation. La cartouche de Résine TK-TcScint peut être mesurée sur un compteur à scintillation liquide.

Les auteurs trouvent des activités mesurées très similaires aux activités attendues aussi bien pour les échantillons d'eau dopés que pour les deux échantillons de référence MAPEP testés ⁽¹⁾. Les auteurs ont obtenu une limite de détection de 0.15 Bq.L⁻¹ avec des échantillons de 50 mL et 180 min de comptage.

Les auteurs ont également démontré que cette méthode pouvait être facilement automatisée. Dans leur cas, ils ont développé leur propre unité de séparation appelée OPENVIEW-AMSS, et basée une boîte à vide modulaire.

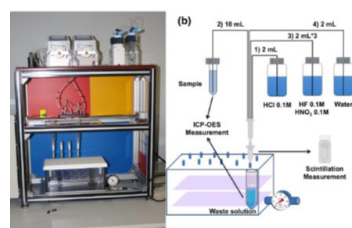


Figure 4: Système OPENVIEW-AMSS et schéma d'une séparation classique pour des échantillons d'eau ⁽¹⁾.

Ils ont ainsi pu montrer que les deux séparations, manuelle et automatisée, permettaient d'obtenir des rendements chimiques et des efficacités de détection élevés et pas ou peu de différences significatives sur les échantillons mesurés en parallèle. Cependant, l'automatisation présente les avantages de la réduction du temps de travail et la protection de l'utilisateur en termes de radioprotection.

Les cartouches de Résine TK-TcScint fonctionnent donc avec le système développé par les auteurs et sont également compatibles avec des équipements commerciaux tels que le système Hidex Q-Are 100⁽⁴⁾.

Avec les échantillons d'eau, les échantillons d'urine peuvent aussi être analysés avec la Résine TK-TcScint⁽⁵⁾.

Compte-tenu d'une matrice plus chargée, les échantillons d'urine nécessitent un pré-traitement. La méthode décrite ici l'est pour 100mL d'urine qui subissent initialement une minéralisation par voie humide avec HNO₃ concentré, suivie d'une minéralisation en four à moufle à 550°C.

Les cendres obtenues sont alors dissoutes dans 3 mL de HNO₃ conc. Et diluées avec de l'eau déionisée à 100 mL. Pour assurer que Tc est bien présent sous forme pertechnetate, la solution est chauffée à 90°C pendant 60 minutes après ajout d'eau oxygénée. Comme précédemment, Re est utilisé comme standard interne. L'analyse des urines dopées a permis aux auteurs de montrer des résultats similaires entre valeurs d'activité attendues et celles obtenues. Une activité minimum détectable (MDA) de 0.036 Bq.L⁻¹ pour 100mL d'échantillon et 24h de comptage sur un compteur LSC a été obtenue.

Après la mesure de Tc-99 sur TK-TcScint, Bagán et al.⁽⁶⁾ ont montré qu'il était possible d'utiliser cette résine pour l'analyse de [¹⁴C]SCN⁻ employé comme radiotraceur dans l'étude dynamique des réservoirs de pétrole.

La sélectivité de la Résine TK-TcScint comme pour la Résine TEVA est liée à la présence de l'extractant Aliquat. Il semble donc possible d'utiliser la Résine TK-TcScint pour la séparation et le screening d'autres radionucléides tels que e.g. Pu.

Bibliographie

- [1] Coma et al. "Automated separation of ⁹⁹Tc using plastic scintillation resin PSresin and openview automated modular separation system (OPENVIEW-AMSS)", *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry* (2019) 321:1057-1065. <https://doi.org/10.1007/s10967-019-06659-7>
- [2] Barrera et al. "A new plastic scintillation resin for single-step separation, concentration and measurement of technetium-99" *Analytica Chimica Acta* 936 (2016) 259-266. <https://doi.org/10.1016/j.aca.2016.07.008>
- [3] Tarancon et al. "A new plastic scintillation resin for single-step separation, concentration and measurement of ⁹⁹Tc", presented at the NRC9 (29/08/16 - 2/09/16, Helsinki, Finland)
- [4] Hidex eBook "Liquid Scintillation Measuring Procedures: New Developments" <https://hidex.com/ebooks/liquid-scintillation-measuring-procedures/measuring-procedures/radionuclides-from-nuclear-fission-activities/2-3-14-tc-by-rad-disk-and-psresins/>
- [5] J. Garcia & A. Tarancon, "Radionuclide determinations with PS Resin MASS WaterRadd", presented at the European Users Group Meeting in Cambridge (UK) - 21/09/2018, https://www.triskem-international.com/scripts/files/5bae-2550c30ed4.50583030/11_j-garcia_a-tarancon_radionuclide-determinations-with-ps-resin_mass_waterradd.pdf
- [6] H. Bagán et al. "Determination of oil reservoir radiotracer (¹⁴C) in a single step using a plastic scintillator extractive resin", *Analytica Chimica Acta*, 736, 2012, 30-35, <https://doi.org/10.1016/j.aca.2012.05.045>
- [7] TEVA Resin product sheet, https://www.triskem-international.com/scripts/files/5f463452902878.84967331/PS_TEVA-Resin_EN_160927.pdf accessed on 06/09/2021

● Infos :

Forts des retours très positifs suite à la réunion virtuelle des utilisateurs organisée l'année dernière grâce au soutien de NPL, nous avons décidé d'organiser une nouvelle réunion virtuelle le 24/11/2021, toujours en coopération avec NPL dans le cadre de la conférence CARM (22/11 – 26/11/2021).

Vous êtes donc cordialement invités à participer à cette réunion dont l'accès est gratuit. Au-delà de vous recevoir, nous serons aussi très heureux de vous y voir présenter vos travaux ! C'est pourquoi n'hésitez pas à contacter shappel@triskem.fr pour convenir des modalités.

Nous reviendrons vers vous très prochainement avec plus de détails sur cette réunion. Vous trouverez également toutes nos mises à jour sur les réunions virtuelles d'utilisateurs (vUGM) ici : <https://www.triskem-international.com/reunion-d-utilisateurs.php>

● Résine TK202

La Résine TK202 est basée sur des groupements polyéthylène glycol (PEG, Fig. 1), de hauts poids

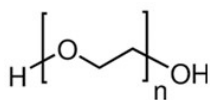


Figure 1 : PolyEthylène Glycol (PEG).

moléculaires, liés de façon covalente à un support polymère. Le mécanisme d'action de la Résine TK202 est basé sur un système aqueux biphasique (ABS), les groupements PEG agissant comme un support solide permettant la séparation. En présence d'une solution aqueuse ayant une importante force ionique et une forte concentration en anions stabilisant la phase aqueuse (kosmotropiques) tels que SO_4^{2-} , CO_3^{2-} , OH^- , mais également MoO_4^{2-} ou WO_4^{2-} (1), les ions chaotropiques, TcO_4^- et ReO_4^- , seront extraits préférentiellement, alors que les ions non-chaotropiques ne seront pas retenus, e.g. le MoO_4^{2-} .

Par conséquent, la rétention de Tc (et Re) s'améliorera en augmentant la concentration des anions kosmotropiques.

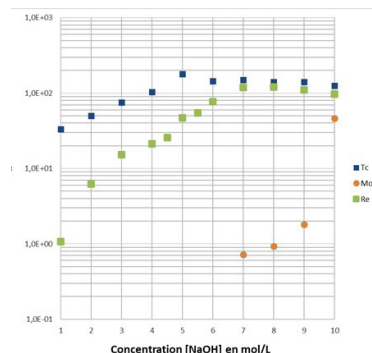


Figure 2 : Coefficients de distribution D_w pour Tc, Re and Mo pour la Résine TK202 à différentes concentrations en NaOH. Données pour Tc obtenues par Cieszykowska et al. (2).

La Fig. 2 représente les valeurs des coefficients de distribution D_w , pour Tc, Re et Mo, pour la Résine TK202 à différentes concentrations en NaOH. Une concentration en NaOH de 5 à 7M doit être privilégiée, étant donné que la rétention de Tc (et Re) y est la plus élevée pendant que celle de Mo y est très faible. Des concentrations en NaOH

plus élevées pourraient également être utilisées, la résine montrant aussi une sélectivité limitée pour le Mo dans ces conditions.

Comme indiqué ci-avant, le MoO_4^{2-} est lui-même un anion kosmotropique. Ainsi, une augmentation de sa concentration conduira à une rétention plus élevée de Tc (et Re) avec un système ABS tel que dans le cas de la Résine TK202, comme présenté sur la Fig. 3. Une augmentation significative de la rétention de Tc est ainsi observée en augmentant la quantité de Mo.

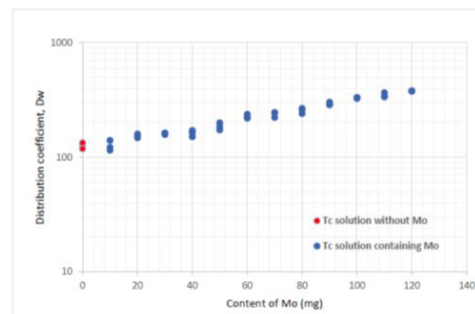


Figure 3 : Coefficients de distribution D_w pour Tc en NaOH 5M pour 40 mg de Résine TK202 en fonction de la quantité de Mo. Données obtenues par Cieszykowska et al. (2).

Cela est donc particulièrement approprié dans le cas de la séparation de Tc d'importantes quantités de Mo (e.g. cibles de Mo irradiées).

Cieszykowska et al. (2) ont estimé qu'en présence de 6 à 8g de Mo par g de Résine TK202 il est possible de récupérer une quantité importante de Tc (>90%). Dans leur étude, une augmentation de la quantité de Mo à 12g par g de Résine TK202, permet la récupération de ~82% du Tc.

Le Tc et Re retenus peuvent alors être élués avec de l'eau, entraînant la rupture du système ABS, par diminution de la concentration en anions kosmotropiques.

Comme déjà mentionné, la séparation du Tc-99m de cibles de Mo irradiées, est une application potentielle de la Résine TK202. En effet, la sélectivité importante pour le

Tc vis-à-vis du Mo et le fait que la présence d'une quantité importante de Mo augmente la rétention du Tc, font que la Résine TK202 est particulièrement adaptée pour ce type d'applications.

En plus de la production de Mo-99, pour la fabrication de générateurs Mo-99/Tc-99m, par fission de U-235, il existe d'autres méthodes de production. Trois de ces méthodes sont basées sur l'irradiation de cible de Mo :

- Activation neutronique (n, γ) de Mo-98 par réaction (Mo-98 (n, γ) Mo-99), majoritairement réalisée dans un réacteur à haut flux neutronique.
- Réaction (γ, n) de Mo-100 photo-induite (Mo-100 (γ, n) Mo-99) par photons (γ) produits par irradiation de cibles lourdes (converter), e.g. avec des faisceaux d'électrons.
- Production directe de Tc-99m dans un cyclotron utilisant des cibles Mo-98 (Mo-98 ($p, 2n$) Tc-99m)⁽⁴⁾. Cette méthode présente, du fait de la courte période de Tc-99m, certains défis logistiques et permettra bien souvent de fournir plutôt des utilisateurs proches du centre de production. Elle nécessite une méthode de séparation du Tc-99m produit, simple et très rapide.

Les deux premières méthodes décrites ont tendance à produire du Mo-99 d'activité spécifique limitée, notamment comparée au Mo-99 produit à partir de la fission de U.

Ainsi, les utiliser avec e.g. des générateurs basés sur un système de colonne d'alumine amènera, du fait de la capacité limitée de ce type de colonne, à des générateurs Mo-99/Tc-99m d'activités relativement faibles.

Dans une telle situation, utiliser une résine, e.g. la Résine TK202, pour extraire le Tc-99m provenant de la décroissance du Mo-99, tout en laissant passer le Mo (« générateur inversé »), sera souvent une solution préférée.

Pour les trois méthodes énoncées, la récupération et le recyclage du Mo enrichi est très importante, étant donné son coût et sa disponibilité limitée.

Les méthodes de production décrites ci-dessus requièrent toutes l'emploi d'une résine avec une forte sélectivité pour le Tc vis-à-vis d'une quantité importante de Mo. Idéalement, comme les cibles de Mo sont le plus souvent dissoutes dans des solutions de NaOH concentrées, la résine doit avoir une sélectivité importante dans de telles conditions.

Cela est le cas de la Résine TK202. Le Tc peut ensuite être récupéré avec de l'eau, même si d'autres étapes de purification seront nécessaires afin d'ajuster le pH et la concentration en Na⁺ du produit final.

Les premières études d'élution en utilisant Re à la place de Tc ont confirmé la forte sélectivité pour le Re (également confirmée pour le Tc sur des tests séparés) vis-à-vis de Mo.

La Fig. 4 présente une étude d'élution réalisée avec Mo et Re à l'état de traces. Elle montre ainsi une séparation efficace des deux éléments. Le Mo est éliminé lors du chargement et les rinçages suivants (les deux pouvant être effectués en 5 – 7M NaOH), alors que le Re est ensuite élué dans un petit volume d'eau.

La sélectivité générale ayant été confirmée, d'autres tests ont été effectués, avec des quantités de Mo plus importantes.

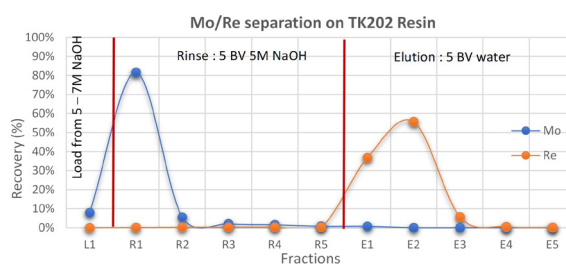


Figure 4 : Etude d'élution, Mo et Re présents à l'état de traces, sur une cartouche 2mL de Résine TK202, chargement et rinçage à 1 BV/min, élution à 0.25 BV/min.

La Fig. 5 montre la séparation de Re à l'état de traces de 2g de Mo, comme e.g. généralement requis dans le cas de la production du Tc-99m par irradiation de Mo-98 dans un cyclotron⁽⁴⁾.

Il est important de noter que purger la résine, e.g. avec de l'air, entre rinçages et éluions, pour éliminer un maximum de NaOH de la résine, est important dans le but de réduire les quantités de Na⁺ et OH⁻ présents dans les fractions Tc/Re.

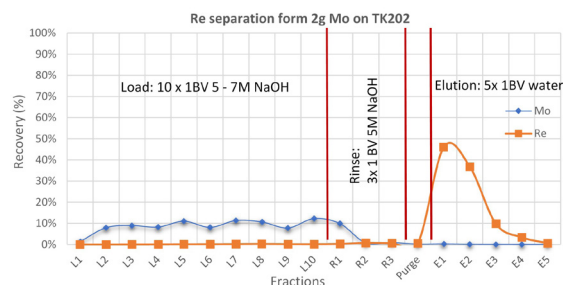


Figure 5 : Etude d'élution, séparation de Re présent à l'état de traces et de 2g de Mo, sur une cartouche 2mL de Résine TK202, chargement et rinçage à 1 BV/min, élution à 0.25 BV/min.

Il a ensuite été montré qu'une diminution du débit lors de l'élution de la Résine TK202 permet d'affiner le pic d'élution et donc de diminuer le volume requis pour l'élution.

Comme discuté précédemment, la Résine TK202 peut être utilisée pour extraire le Tc-99m issu de la décroissance du Mo-99 présent dans une solution alcaline. Des cibles de Mo bien plus grosses sont alors généralement irradiées.

C'est ainsi que la séparation de Re de 100g de Mo a été testée. Comme le montre la Fig. 6, une séparation efficace de Mo et Re a également été possible. Cependant, étant donnée la quantité initiale importante de Mo, une purification supplémentaire du Tc sera requise. Des méthodes pour la séparation de Tc de quantités de Mo encore plus importantes (e.g. >200g) sont en cours d'investigation.

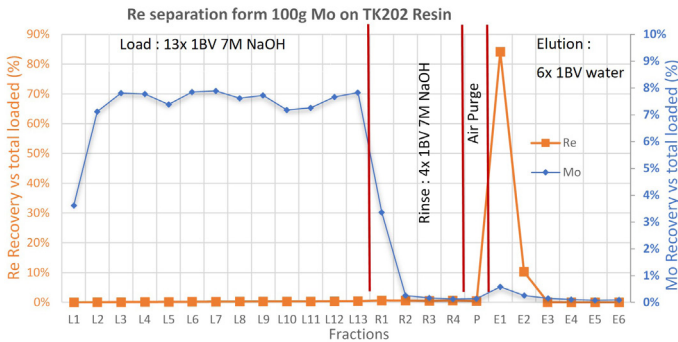


Figure 6 : Etude d'élution, séparation de Re présent à l'état de traces et de 100g de Mo, sur une colonne de 75mL de Résine TK202, chargement et rinçage à 0,5 BV/min, élution à 0.2 BV/min.

Comme rapporté par e.g. Bénard et al.⁽⁴⁾, une possibilité pratique pour la purification additionnelle du Tc est l'utilisation d'une résine échangeuse de cations (pour enlever le Na⁺ et ajuster le pH), suivie par une colonne d'alumine (pour la concentration de Re/Tc et l'élimination des traces de Mo résiduelles).

Il est important, notamment pour la cartouche/colonne de résine échangeuse de cations, d'ajuster sa taille à la quantité de Mo présente dans la solution alcaline initiale et à la taille de la cartouche/colonne de Résine TK202. Concernant la taille de la cartouche de Résine AlOx_A, la quantité résiduelle de Mo sera le principal paramètre à prendre en compte.

La Fig. 7 décrit la suite de la séparation avec 2g de Mo, présentée sur la Fig. 5. Les fractions de Re obtenues (E1 – E4) sont rassemblées et chargées sur une cartouche de résine échangeuse de cations (Résine C8), qui est ensuite rincée avec de l'eau. Les fractions de chargement et la première fraction de rinçage, contenant tout le Re (ou Tc), sont collectées, analysées et combinées pour l'étape finale de séparation.

Comme indiqué ci-avant, à ce stade de la purification, la fraction Re doit être en dessous de pH 7 (généralement 3 – 5) et très largement sans cation Na⁺.

Il a pu être montré que dans ces conditions, l'alumine acide retiendra Re/Tc (et Mo). Ensuite, une solution 0.9% NaCl permettra d'éluer le Re/Tc dans un petit volume,

alors que le Mo résiduel sera toujours fortement retenu, améliorant encore la pureté du Re/Tc produit. La purge d'air indiquée n'est pas nécessaire dans le cas de la Résine AlOx_A (alumine acide).

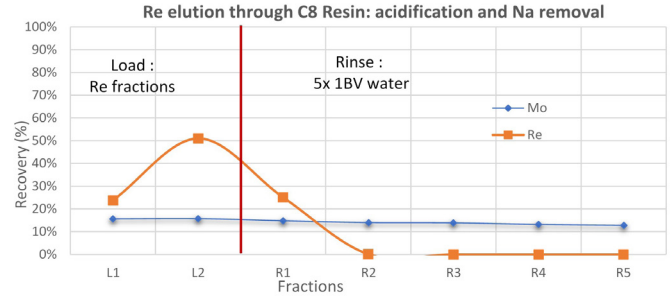


Figure 7 : Suite de la séparation de traces de Re de 2g de Mo (voir Fig. 5). Elimination de Na⁺ et ajustement du pH des fractions Re sur une cartouche 2 mL de Résine C8, chargement et rinçage à 2 BV/min.

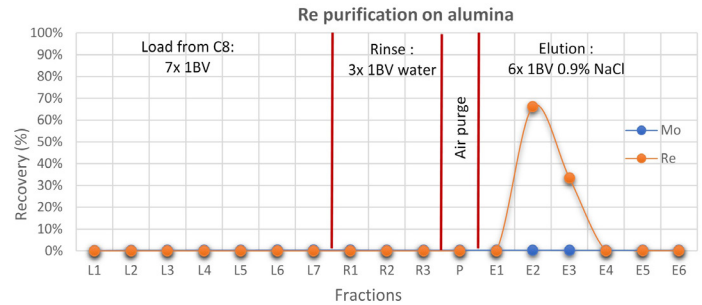


Figure 8 : Concentration, purification et conversion en NaCl 0.9% de la fraction Re, sur une cartouche 1mL de Résine AlOx_A, à 2 BV/min.

Cela présente ainsi l'avantage d'obtenir le Tc dans la même matrice (NaCl 0.9%) que celle délivrée par un générateur Mo-99/Tc-99m.

Des rendements en Re de l'ordre >90% ont été obtenus lors des tests à froid.

Une représentation schématique de la méthode de séparation suggérée est donnée ci-dessus, Fig. 9. La méthode peut être appliquée pour la séparation du Tc de cibles de Mo de différentes tailles, le volume des cartouches/colonnes étant à adapter en conséquence.

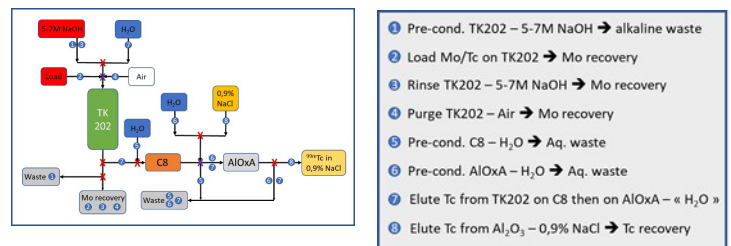


Figure 9 : Représentation schématique de la méthode de séparation Tc/Mo.

En plus de la résine TK202, TrisKem International fournit également la Résine C8 ainsi que la Résine AlOx_A. Toutes ces résines sont disponibles dans des colonnes/cartouches de différentes tailles (en fonction de la taille de la cible de Mo).

Veuillez nous contacter pour plus d'information.

En plus de l'utilisation radiopharmaceutique décrite, la Résine TK202 peut aussi être employée pour des applications radioanalytiques, notamment pour l'analyse d'échantillons de Tc-99 qui ont été solubilisés via fusion alcaline.

Les échantillons solubilisés (e.g. échantillons de bétons émanant de travaux de démantèlement) peuvent, après élimination des particules non solubles, être ajustés à une concentration en NaOH de 5 – 7M puis passés au travers de la Résine TK202 pour séparer le Tc.

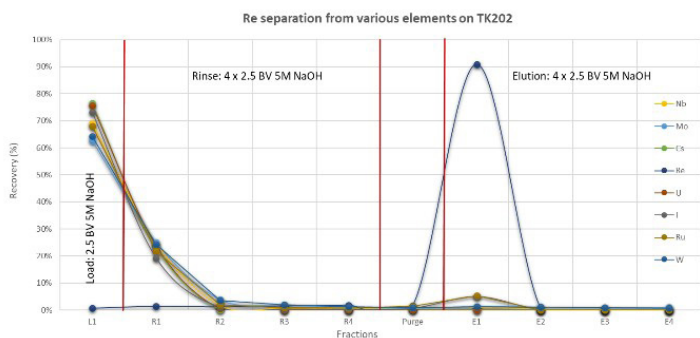


Figure 10 : Séparation de Re d'éléments sélectionnés sur une cartouche 2mL de Résine TK202, chargement et rinçage à 1 BV/min, élution à 0.25 BV/min.

Afin d'augmenter la pureté de la fraction Tc obtenue, celle-ci peut ensuite être passée, comme décrit ci-avant, sur Résine C8 et même sur Résine AlOx_A.

Bibliographie

- [1] S.K. Spear et al. "Radiopharmaceutical and Hydrometallurgical Separations of Perrhenate Using Aqueous Biphasic Systems and the Analogous Aqueous Biphasic Extraction Chromatographic Resins", *Ind. Eng. Chem. Res.*, 2000, 39, 3173 – 3180, <https://doi.org/10.1021/ie990583p>
- [2] I. Cieszykowska et al. : "Separation of ^{99m}Tc from low specific activity ⁹⁹Mo", poster ID 195 presented at the ISTR 2019, October 28 – November 1, Vienna, Austria
- [3] IAEA Nuclear Energy Series, No. NF-T-5.4 : "Non-HEU Production Technologies for Molybdenum-99 and Technetium-99m", INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Vienna, 2013
- [4] F. Bénard et al. "Cross-Linked Polyethylene Glycol Beads to Separate ^{99m}Tc-Pertechnetate from Low-Specific-Activity Molybdenum", *Journal of Nuclear Medicine*, 2014, <https://doi.org/10.2967/jnumed.114.143834>

● Agenda :

Vous trouverez ci-après la liste des conférences auxquelles Triskem participe cette année.

La majorité des événements auxquels nous devons assister ont été reportés pour des raisons de sécurité sanitaire. Nous comprenons et soutenons ces mesures.

Vous trouverez la liste de ces conférences et de leurs nouvelles dates (lorsqu'elles sont connues) mise à jour sur notre site web : <https://www.triskem-international.com/ma/events>.

- EANM 2022 congrès virtuel, 20 – 23/10/2021, <https://eanm21.eanm.org/> N'hésitez pas à contacter le Dr. Steffen HAPPEL par email shappel@triskem.fr ou Calendly https://calendly.com/shappel_tki/eanm pour organiser une vidéo conférence ou une discussion pendant cet événement.

- World Nuclear Exhibition (WNE), Pavillon France, 30/11 – 02/12/2021, Paris-Nord Villepinte, <https://www.world-nuclear-exhibition.com/en-gb.html>

- Réunion utilisateurs TrisKem virtuelle (vUGM) 2021: 24/11/2021. Cette réunion fait partie de la conférence CARM organisée par le Laboratoire National de Physique (NPL) du 22 au 26/11/2021, <https://www.triskem-international.com/reunion-d-utilisateurs.php>



TRISKEM INTERNATIONAL
3, rue des Champs Géons – 35170 Bruz – FRANCE
Tel +33 (0)2.99.05.00.09
Fax +33 (0)2.23.45.93.19
www.triskem.com