

Thèses remarquées

Adsorption des radionucléides en solution par les écorces forestières – Obtention et mise en œuvre d'un agro-matériau sur un ancien site minier uranifère.

Loïc Jauberty.
Thèse effectuée sous la direction du Pr Vincent GLOAGUEN et du Pr Pierre KRAUSZ. Thèse en partenariat Université – Entreprise réalisée au sein de : Laboratoire de Chimie des Substances Naturelles, EA1069, Faculté des Sciences et Techniques, 123 avenue Albert Thomas, 87060 Limoges, FRANCE . Société Pe@rL SAS, 83 rue d'Isle, 87000 Limoges, FRANCE.

Ce travail démontre qu'un matériau naturel tel que l'écorce d'origine forestière peut efficacement se substituer aux résines échangeuses d'ions synthétiques dans des procédés industriels de dépollution des eaux contaminées par des éléments traces métalliques (ETM). Un tel procédé, qualifié de biosorption, a été plus particulièrement étudié dans le cas de l'uranium. Des essais préliminaires réalisés en condition de laboratoire ont été conduits en batch sur des écorces de Douglas préalablement activées. Les conditions physico-chimiques optimales du processus de biosorption tout comme sa modélisation mathématique selon les isothermes de Langmuir ont ensuite été étudiées. Les résultats obtenus permettent d'estimer notamment les valeurs de capacité maximale d'adsorption (q_{\max}) et d'affinité (b) qui, dans le cas de l'uranium, s'établissent respectivement à 1,25 méq/g (soit 149 mg U/g) et 8,3 L/méq. Tout d'abord développé à l'échelle du laboratoire, le procédé a été transféré à l'échelle préindustrielle en partenariat avec la société Pe@rL. Dans ce cas, des essais menés sur un ancien site minier de la société AREVA NC (site de Margnac-Pény, Haute-Vienne) confirment les performances du système. Les données recueillies à cette occasion sont par ailleurs cohérentes avec celles qui sont issues de l'exploitation du logiciel de simulation CHESS, ce qui nous permet d'envisager l'optimisation de l'exploitation industrielle du procédé de biosorption. Enfin, nos travaux démontrent que les écorces peuvent être modifiées chimiquement par oxydation ou greffage de sites d'adsorption spécifiques, augmentant ainsi leurs capacités maximales d'adsorption tout comme leurs affinités vis-à-vis de l'uranium et du radium.

Prise en compte des erreurs de mesure dans l'analyse du risque associé à l'exposition aux rayonnements ionisants dans une cohorte professionnelle : Application à la cohorte française des mineurs d'uranium.

Rodrigue Sètchéou ALLODJI, Thèse de l'université Paris-Sud 11, École Doctorale « santé publique » (ED420), spécialité biostatistiques, soutenue le 9 décembre 2011. Laboratoire d'accueil : Laboratoire d'épidémiologie, IRSN/DRPH/SRBE, Fontenay-aux-roses. Directeurs de thèse : Pr Jacques Bénichou, CHU de Rouen et Dominique Laurier, IRSN.

L'objectif principal de cette thèse était d'étudier l'impact de la prise en compte des erreurs de mesure dans l'estimation de l'excès de risque relatif (ERR) de décès par cancer dû à l'exposition au radon à partir de la cohorte française des mineurs d'uranium. Une étude de

DOI: 10.1051/radiopro/2012012

RADIOPROTECTION – VOL. 47 – N° 1 (2012)

149

simulation basée sur cette cohorte a été mise en place pour étudier l'impact de ces erreurs sur l'ERR ainsi que pour comparer la performance des méthodes de correction. La détermination des caractéristiques des erreurs de mesure de l'exposition au radon dans la cohorte française des mineurs d'uranium a permis de démontrer une diminution de leur ampleur au fil des années. Les résultats de l'étude de simulation ont montré que les erreurs de mesure de l'exposition au radon conduisent à une atténuation importante de l'estimation de l'ERR. Trois méthodes de correction d'erreurs (deux variantes de la régression-calibration : la méthode de substitution (RC-SM) et la méthode de calibration de l'estimation (RC-ECM) et une approche par simulation : la méthode de simulation-extrapolation (SIMEX)) ont été considérées. Les trois méthodes ont permis une réduction notable mais partielle du biais d'atténuation, avec toutefois un léger avantage pour la méthode SIMEX et une forte sensibilité des trois méthodes à la détermination précise des caractéristiques des erreurs de mesure. Ce travail illustre l'importance de corriger l'effet des erreurs de mesure pour obtenir des estimations fiables de l'ERR. De telles estimations devraient s'avérer d'un intérêt majeur en support des politiques de protection contre le radon en radioprotection et en santé publique.

Publications :

- Allodji S. R., Leuraud K., Bernhard S., Henry S., Bénichou J., Laurier D. (2011) Assessment of error associated with measuring exposure to radon and decay products in the French uranium miners' cohort. *J Radiol Prot*, en révision.
- Allodji S. R., Leuraud K., Thiébaud A. C. M., Henry S., Laurier D., Bénichou J. (2011) Impact of measurement error in radon exposure on the estimated excess relative risk of lung cancer death in a simulated study based on the French uranium miners' cohort. *Radiat Environ Biophys*, sous presse.
- Rage E., Vacquier B., Blanchardon E., Allodji S. R., Marsh J. W., Caër-Lorho S., Acker A., Laurier D. (2011) Risk of lung cancer mortality in relation to lung doses among French. *Radiat Res*, Dec 29. [Epub ahead of print].
- Allodji S. R., Leuraud K., Thiébaud A. C. M., Rage E., Henry S., Laurier D., Bénichou J. The performance of functional methods for correcting non-Gaussian measurement error: corrected risk of lung cancer mortality in relation to radon exposure among French uranium miners. *Stat Med*, en revision.

Influence d'une contamination chronique par ingestion de ^{90}Sr sur les systèmes hématopoïétique, immunitaire et osseux. Nicholas SYNHAEVE. Thèse de l'université Paris-Sud 11, Faculté de Pharmacie de Châtenay-Malabry, École Doctorale « innovations thérapeutiques » (ED425), soutenue le 15 décembre 2011. Laboratoire d'accueil : Laboratoire de radiotoxicologie expérimentale, IRSN/DRPH/SRBE, Fontenay-aux-roses. Directeur de thèse : Jean Marc Bertho.

Le Strontium 90 (^{90}Sr) est un radionucléide d'origine anthropogénique, relâché en grandes quantités dans l'environnement à la suite d'essais nucléaires aériens ou d'accidents d'installations nucléaires. Le ^{90}Sr persiste à long terme dans l'environnement, ce qui conduit à la contamination chronique par ingestion de populations des territoires contaminés. L'induction de tumeurs osseuses liées à la fixation du ^{90}Sr a été largement décrite. Par contre, l'occurrence d'effets non cancéreux est beaucoup moins connue. Nous avons utilisé un modèle

murin avec une contamination chronique par ingestion d'eau contenant 20 kBq/L de ^{90}Sr . Une étude de biocinétique a confirmé l'accumulation de ^{90}Sr dans les os, avec un taux d'accumulation plus rapide durant la croissance osseuse. Cette accumulation est plus élevée dans les os des femelles que chez les males. Les doses absorbées, calculées en utilisant les facteurs de conversion de dose proposés par la CIPR publication 108, varient de 0.33 ± 0.06 mGy (naissance) à 10.6 ± 0.1 mGy (20 semaines). Cependant, la dose au squelette peut aller jusqu'à 55 mGy. Il est donc possible que l'irradiation due au ^{90}Sr stocké dans la matrice osseuse conduise à des effets sur les cellules osseuses et médullaires.

Nous avons pu montrer que l'ingestion de ^{90}Sr induit une modification de l'expression des gènes conduisant à une augmentation de la résorption osseuse, mais sans répercussion sur la morphologie de l'os à 20 semaines de contamination. Ces modifications pourraient conduire à l'apparition d'ostéoporose chez les animaux à des temps plus tardifs. Par contre, aucun effet majeur n'a été observé pour le système hématopoïétique.

Pour le système immunitaire, des modifications mineures ont été observées. Ainsi, une augmentation du pourcentage de cellules T régulatrices à des temps tardifs a été observé dans la rate. Ceci suggère une altération de la fonctionnalité du système immunitaire. Afin d'évaluer cette fonctionnalité, un test de vaccination avec les antigènes TT et KLH a été utilisé. Les résultats montrent chez les animaux contaminés une diminution significative de la production d'immunoglobulines spécifiques, une modification de la balance Th1/Th2 dans la rate et une différenciation lymphoïde B perturbée. Bien que les mécanismes précis restent à élucider, ces résultats permettent de mieux comprendre certaines des conséquences non cancéreuses de l'exposition chronique à faible dose à des radionucléides à demi-vie longue pouvant être rejetés accidentellement.

Synhaeve N., Stefani J., Tournalias E., Dublineau I., Bertho J.M. (2011) Biokinetics of ^{90}Sr after chronic ingestion in a juvenile and adult mouse model. *Radiation and Environmental Biophysics*, 50(4), 501-511.

Synhaeve N., Stefani J., Grandcolas L., Tournalias E., Bertho J.M. (2011) Influence of ^{90}Sr chronic ingestion on the mouse hematopoietic and immune system. *Toxicology letters*, 205S, S54.

Synhaeve N., Stefani J., Grandcolas L., Tournalias E., Bertho J.M. (2011) Biokinetics of ^{90}Sr after chronic ingestion in a juvenile and adult mouse model. *Toxicology letters*, 205S, S136.