

ETUDE MECANISTE ET ECOPHYSIOLOGIQUE DU TRANSFERT DU CARBONE 14 CHEZ LES POISSONS

Frédéric ALONZO¹, Audrey SOULOUMIAC¹, Taku TANAKA², Philippe CIFFROY²

¹IRSN, PSE-ENV, SRTE, LECO, Cadarache, bât.183, BP3,
13115 Saint-Paul-Lez-Durance cedex, France

²EDF R&D, Laboratoire National d'Hydraulique et Environnement, 6 quai Watier,
78401 Chatou, France

frederic.alonzo@irsn.fr, taku.tanaka@edf.fr, philippe.ciffroy@edf.fr

Dans les cours d'eau nucléarisés, le carbone 14 (¹⁴C) rejeté dans les effluents liquides, lors du fonctionnement normal des CNPE, suit le cycle du carbone et intègre, en même temps que le ¹⁴C naturel, les réseaux trophiques aquatiques via la production primaire. Les teneurs en ¹⁴C (naturels et anthropiques) observées chez les poissons demeurent faibles et contribuent à une part significative de la dose absorbée d'1 µSv par an, estimée pour le public en aval des CNPE (sur la base d'une consommation quotidienne de 30 g de poisson et 1,2 L d'eau). Les valeurs rapportées dans les bases de données de suivi radioécologique peuvent néanmoins présenter des variations de plusieurs ordres de grandeur que les modèles de transfert à l'équilibre peinent à décrire. Dans ce contexte, notre étude examine comment un modèle mathématique, le Budget Energétique Dynamique (DEB), peut contribuer à mieux expliquer les variations d'activité en ¹⁴C observées.

Un volet expérimental s'intéresse, tout d'abord, à la cinétique de transfert à court terme du ¹⁴C chez la carpe commune *Cyprinus carpio* maintenue au laboratoire, en conditions contrôlées. Diverses expériences sont réalisées pour étudier le transfert direct et le transfert trophique sur 4 jours, d'une molécule marquée au ¹⁴C – l'arginine, un acide aminé essentiel pour les carpes – dissoute dans l'eau ou incorporée à la nourriture. D'autres expériences sont également menées avec du glucose marqué au ¹⁴C pour tester comment la cinétique du transfert du ¹⁴C peut varier en fonction de sa forme biochimique. Des expériences d'élimination sont enfin conduites à l'aide de carpes nourries 5 jours à l'aide de nourriture marquée au ¹⁴C puis mises à jeuner pendant 4 jours. Dans toutes les expériences, l'activité du ¹⁴C est quantifiée quotidiennement dans l'eau, dans la nourriture et dans les poissons. Différentes fractions sont prélevées (corps entier, muscle) pour examiner la contribution du muscle qui est réputé jouer un rôle d'organe de stockage des acides aminés chez la carpe.

Les résultats de transfert direct suggèrent que le taux d'absorption est de 20% par jour par poisson. Les carpes incorporent, après 24h, 14.3% du ¹⁴C absorbé. L'activité chez les poissons n'augmente pas au fil des jours, en raison du déclin rapide de l'activité en ¹⁴C dans l'eau (en raison de la sorption par les parois de l'aquarium).

Durant les expériences de transfert trophique, la nourriture est entièrement ingérée et le ¹⁴C rapidement assimilé, en raison de l'intérêt nutritionnel des substances marquées. Les résultats suggèrent que 19-20% du ¹⁴C ingéré est incorporé après 24h (quelle que soit la source de ¹⁴C, arginine ou glucose), ce qui entraîne une augmentation significative de l'activité au sein des poissons au fil des jours. L'activité masse-spécifique ne présente pas de différence significative entre le muscle et le corps entier. L'activité dans le muscle représente 29-32% de l'activité mesurée dans le corps entier, cette proportion reflétant la part du muscle dans le poids total du poisson.

Durant les expériences d'élimination, les résultats montrent un déclin significatif de l'activité totale dans le corps entier et de l'activité masse-spécifique, dans le cas de l'arginine. Ce déclin n'est pas significatif dans le cas du glucose, en raison de la variabilité individuelle observée entre les poissons. Les résultats suggèrent que l'arginine présent dans le muscle peut servir de source d'énergie en cas de jeûne.

Dans un volet de modélisation, les données acquises chez *C. carpio* sont analysées à l'aide du modèle DEB, qui décrit de façon mécaniste, les flux d'énergie et de carbone au sein d'un organisme, en fonction des caractéristiques physiologiques de son espèce et des conditions environnementales de son biotope (température, abondance de la nourriture). Les variations temporelles du ^{14}C dans les carpes sont ainsi mieux appréhendées. L'ajustement du modèle aux données est réalisé en inférence bayésienne. Les paramètres estimés et les prédictions qui en découlent sont ainsi assortis d'une quantification de leur incertitude. La démarche pourra servir à produire des prédictions robustes sur un plan écophysologique, dans des modèles dynamiques de transfert du ^{14}C en rivière.