Rev Environ Contam Toxicol. 2011;210:35-58.

The effects of radionuclides on animal behavior.

Gagnaire B, Adam-Guillermin C, Bouron A, Lestaevel P.

Laboratoire de Radioécologie et d'Ecotoxicologie, IRSN, Centre de Cadarache, Bat 186, 13115, Saint-Paul-Lez-Durance Cedex, France. beatrice.gagnaire@irsn.fr

Abstract

Concomitant with the expansion of the nuclear industry, the concentrations of several pollutants, radioactive or otherwise, including uranium, caesium, cadmium and cobalt, have increased over the last few decades. These elemental pollutants do exist in the environment and are a threat to many organisms. Behavior represents the integration of all the anatomical adaptations and physiological processes that occur within an organism. Compared to other biological endpoints, the effects of pollutants on animal behavior have been the focus of only a few studies. However, behavioral changes appear to be ideal for assessing the effects of pollutants on animal populations, because behavior links physiological functions with ecological processes. The alteration of behavioral responses can have severe implications for survival of individuals and of population of some species. Behavioral disruptions may derive from several underlying mechanisms: disruption of neuro-sensorial activity and of endocrines, or oxidative and metabolic disruptions. In this review, we presented an overview of the current literature in which the effects of radioactive pollutants on behavior in humans, rodents, fish and wildlife species are addressed. When possible, we have also indicated the potential underlying mechanisms of the behavioral alterations and parameters measured. In fried, chronic uranium contamination is associated with behavior alterations and mental disorders in humans, and cognitive deficits in rats. Comparative studies on depleted and enriched uranium effects in rats showed that chemical and radiological activities of this metal induced negative effects on several behavioral parameters and also produced brain oxidative stress. Uranium exposure also modifies feeding behavior of bivalves and reproductive behavior of fish. Studies of the effects of the Chernobyl accident shows that chronic irradiation to 137Cs induces both nervous

Rev Environ Contam Toxicol. 2011;210:35-58.

Les effets des radionucléides sur le comportement animal.

Gagnaire B, Adam-Guillermin C, Bouron A, Lestaevel P.

Laboratoire de Radioécologie et d'Ecotoxicologie, IRSN, Centre de Cadarache, Bat 186, 13115, Saint-Paul-Lez-Durance Cedex, France. beatrice.gagnaire@irsn.fr

Résumé

Parallèlement à l'expansion de l'industrie nucléaire, la concentration de plusieurs polluants, radioactifs ou non, y compris l'uranium, le césium, le cadmium et le cobalt, a augmenté au cours des dernières décennies. Ces éléments polluants existent dans l'environnement et constituent une menace pour de nombreux organismes. Le comportement représente l'intégration de tous les processus d'adaptation anatomiques et physiologiques qui se produisent dans un organisme. Par rapport à d'autres paramètres biologiques, les effets des polluants sur le comportement animal ont été l'objet de quelques études seulement. Cependant, les changements de comportement semblent être idéaux pour évaluer les effets des polluants sur les populations animales, parce que le comportement relie les fonctions physiologiques aux processus écologiques. L'altération des réponses comportementales peut avoir de graves implications pour la survie des individus et de la population de certaines espèces. Des perturbations comportementales peuvent découler de plusieurs mécanismes sous-jacents: perturbation de l'activité neuro-sensorielle et des glandes endocrines, ou perturbations des mécanismes oxydatifs et métaboliques. Dans cette revue, nous avons présenté un aperçu de la littérature actuelle, dans lequel sont pris en compte les effets des polluants radioactifs sur le comportement chez les humains, les rongeurs, les poissons et les espèces sauvages. Lorsque c'était possible, nous avons également indiqué les mécanismes sous-jacents potentiels des modifications des comportements et les paramètres mesurés. La contamination chronique à l'uranium est associée à des altérations du comportement et troubles mentaux chez l'homme, et des déficits cognitifs chez les rats. Des études comparatives sur les effets de l'uranium appauvri et enrichi chez les rats ont montré que les activités chimiques et radiologiques de ce métal induisent des effets négatifs sur plusieurs paramètres comportementaux et produisent également un stress oxydant sur le cerveau. L'exposition à l'uranium modifie également le comportement alimentaire des bivalves et le comportement de reproduction des poissons. Les études des effets de l'accident de Tchernobyl montrent que l'irradiation chronique par le 137Cs induit des maladies du système nerveux et des troubles mentaux chez les humains conduisant à une

system diseases and mental disorders in humans leading to increased suicides, as well as modification of preferred nesting sites, reduced hatching success and fecundity in birds that live in the Chernobyl zone. No significant effect from caesium exposure was shown in laboratory experiments with rats, but few studies were conducted. Data on radioactive cadmium are not available in the literature, but the effects of its metallic form have been well studied. Cadmium induces mental retardation and psychomotor alterations in exposed populations and increases anxiety in rats, leading to depression. Cadmium exposure also results in well-documented effects on feeding and burrowing behavior in several invertebrate species (crustaceans, gastropods, annelids, bivalves) and on different kinds of fish behavior (swimming activity, fast-start response, antipredatory behavior). Cobalt induces memory deficits in humans and may be involved in Alzheimer's disease; gamma irradiation by cobalt also decreases fecundity and alters mating behavior in insects. Collectively, data are lacking or are meagre on radionuclide pollutants, and a better knowledge of their actions on the cellular and molecular mechanisms that control animal behavior is needed.	augmentation des suicides, ainsi que la modification des sites de nidification préférés, une baisse du succès de la couvaison et de la fécondité chez les oiseaux qui vivent dans la zone de Tchernobyl. Aucun effet significatif de l'exposition au césium n'a été montré dans des expériences de laboratoire avec des rats, mais peu d'études ont été menées. Les données sur le cadmium radioactif ne sont pas disponibles dans la littérature, mais les effets de sa forme métallique ont été bien étudiés. Le cadmium provoque un retard mental et des altérations psychomotrices dans les populations exposées et augmente l'anxiété chez les rats, conduisant à la dépression. L'exposition au cadmium se traduit également par des effets bien documentés sur l'alimentation et le creusement des terriers chez plusieurs espèces d'invertébrés (crustacés, gastéropodes, les annélides, bivalves) et sur différents types de comportement des poissons (activité de nage, fast-start réponse , comportement antiprédateur). Le cobalt induit un déficit de mémoire chez les humains et peut être impliqué dans la maladie d'Alzheimer; l'irradiation gamma par le cobalt diminue également la fécondité et modifie le comportement de reproduction chez les insectes. Collectivement, les données font défaut ou sont maigres sur les radionucléides polluants, et une meilleure connaissance de leurs actions sur les mécanismes cellulaires et moléculaires qui contrôlent le comportement des animaux est nécessaire.