

Appel d'offres interne ECCOREV 2013



Etude des effets des rayonnements ionisants sur l'abeille

Axe ECCOREV concerné	Axe 3 : Ecodynamique et toxicologie environnementale	
Nom des coordinateurs	GAGNAIRE Béatrice	BELZUNCES Luc
Laboratoires membres d'ECCOREV	IRSN/PRP-ENV/SERIS/LECO	INRA/LTE
Courriel des coordinateurs	beatrice.gagnaire@irsn.fr	luc.belzunces@inra.paca.fr
Téléphone des coordinateurs	04 42 19 94 93	04 32 72 26 04

La protection de l'environnement dans un contexte de changements globaux et dans la perspective de la gestion durable des ressources et des milieux naturels fait partie des objectifs prioritaires de la Communauté Européenne. La pollution des milieux est un problème majeur tant pour la population humaine que pour les populations végétales et animales¹. L'altération d'une ou plusieurs fonctions biologiques est susceptible de modifier l'homéostasie et la capacité d'adaptation de ces organismes avec pour conséquence la remise en cause de leur croissance, de leur reproduction, voire de leur survie. L'émission de rayonnements ionisants, assimilée à un stresser physique, est un phénomène naturel et ubiquiste auquel s'ajoute une radioactivité artificielle générée par les activités humaines². Il paraît intéressant d'acquérir des données sur les potentiels effets des rayonnements ionisants à des faibles doses.

Les propriétés écotoxiques des rayonnements ionisants sont relativement peu étudiées chez les organismes non-humains. Les connaissances de la toxicologie des rayonnements ionisants chez les invertébrés telles que les abeilles sont très limitées^{3,4}. Aucune information n'est disponible concernant les mécanismes de toxicité, les effets précoces et sublétaux de l'exposition aux rayonnements ionisants chez des organismes tels que l'abeille. En effet, l'abeille constitue un modèle biologique terrestre d'importance économique, agro-environnementale et scientifique.

¹ GALLOWAY, T.S., DEPLEDGE, M.H. 2001. Immunotoxicity in invertebrates: measurement and ecotoxicological relevance. *Ecotoxicology*, 10(1): p. 5-23.

² UNSCEAR 1996. Sources and effects of ionising radiation, report for the general assembly, ed. U. Nations. New York.

³ FRESQUEZ, P.R. ARMSTRONG, D.R. PRATT L.H. 1996. Radionuclides in bees and honey within and around los alamos national laboratory authors. *Journal of Environmental Science and Health*, part A, 32 (5), 1309-1323.

⁴ HAARMANN, T.K. 1998. Honey bees as indicators of radionuclide contamination: Comparative studies of contaminant levels in forager and nurse bees and in the flowers of three plant species. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 35, 287-294.

De plus, l'abeille est considérée comme un bio-indicateur de haute sensibilité de la qualité de l'environnement⁵. Enfin, l'abeille fait partie des organismes de références de la CIPR (Commission Internationale de Protection Radiologique), ce qui en fait un modèle animal particulièrement intéressant à étudier dans le contexte de l'exposition aux rayonnements ionisants.

Dans ce contexte, une collaboration a été initiée en 2012 entre l'IRSN/LECO et l'INRA/LTE afin d'étudier l'effet des rayonnements ionisants sur différentes fonctions physiologiques de l'abeille domestique, *Apis mellifera*. Le financement d'ECCOREV a permis de réaliser une expérience pilote sur les effets physiologiques des rayonnements ionisants chez l'abeille adulte. L'IRSN est doté d'un dispositif permettant des irradiations gamma à doses croissantes (0-0,3-0,6-3-6,3-31-62-250-550 mGy/jour). L'expérience pilote a consisté à exposer des abeilles ouvrières à ces doses pendant 15 jours. Les paramètres suivants ont été étudiés à différents temps (T3, T10 et T14) : survie, prise de nourriture, ainsi qu'une batterie de biomarqueurs développés par l'INRA dans la tête, l'intestin et l'abdomen (neuraux : acétylcholinestérase, carboxylestérases alpha, bêta et para, cytochrome c oxydase ; immunitaires : glucose oxydase, phospholipase, phénoloxydase ; métaboliques : phosphatase alcaline, ECOD, ATP, glutathion-S-transférase, protéases ; stress oxydant : superoxyde dismutase, catalase, glutathion réductase, glutathion peroxydase, glutathion -S-transférase)^{6,7}.

Concernant les biomarqueurs mesurés dans la tête, l'AChE, les carboxylestérases alpha, bêta et para ainsi que la catalase ont présenté des variations pour tous les temps de mesure. Globalement, les activités tissulaires étaient augmentées par rapport au témoin pour les très faibles ou les très fortes doses pour l'AChE et la carboxylestérase alpha. Les activités tissulaires étaient par contre augmentées par rapport au témoin à T3 aux fortes doses et diminuées à T14 aux faibles doses pour la carboxylestérase bêta. Les activités tissulaires de la carboxylestérase para et de la catalase ont présenté moins de variations. Concernant les biomarqueurs mesurés dans l'intestin, les activités tissulaires des trois carboxylestérases étaient globalement diminuées par rapport au témoin pour les très faibles ou les très fortes doses (pour toutes les doses pour la carboxylestérase para). Les autres biomarqueurs intestinaux et les biomarqueurs mesurés dans l'abdomen sont toujours en cours d'analyse.

⁵ THOMSON H.M., MAUS C. 2007. Perspective - The relevance of sublethal effects in honey bee testing for pesticide risk assessment. *Pest Management Science*, 63: 1058-1061.

⁶ BADIOU A., MELED M. and BELZUNCES L.P. 2008. Honeybee *Apis mellifera* acetylcholinesterase - a biomarker to detect deltamethrin exposure. *Ecotoxicol Environ Safety* 69, 246-253.

⁷ BADIOU-BÉNÉTEAU A, CARVALHO S.M., BRUNET J-L., CARVALHO G.A., BULETÉ A., GIROUD B., BELZUNCES L.P. 2012. Development of biomarkers of exposure to xenobiotics in the honey bee *Apis mellifera*: Application to the systemic insecticide thiamethoxam. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 82: 22-31.

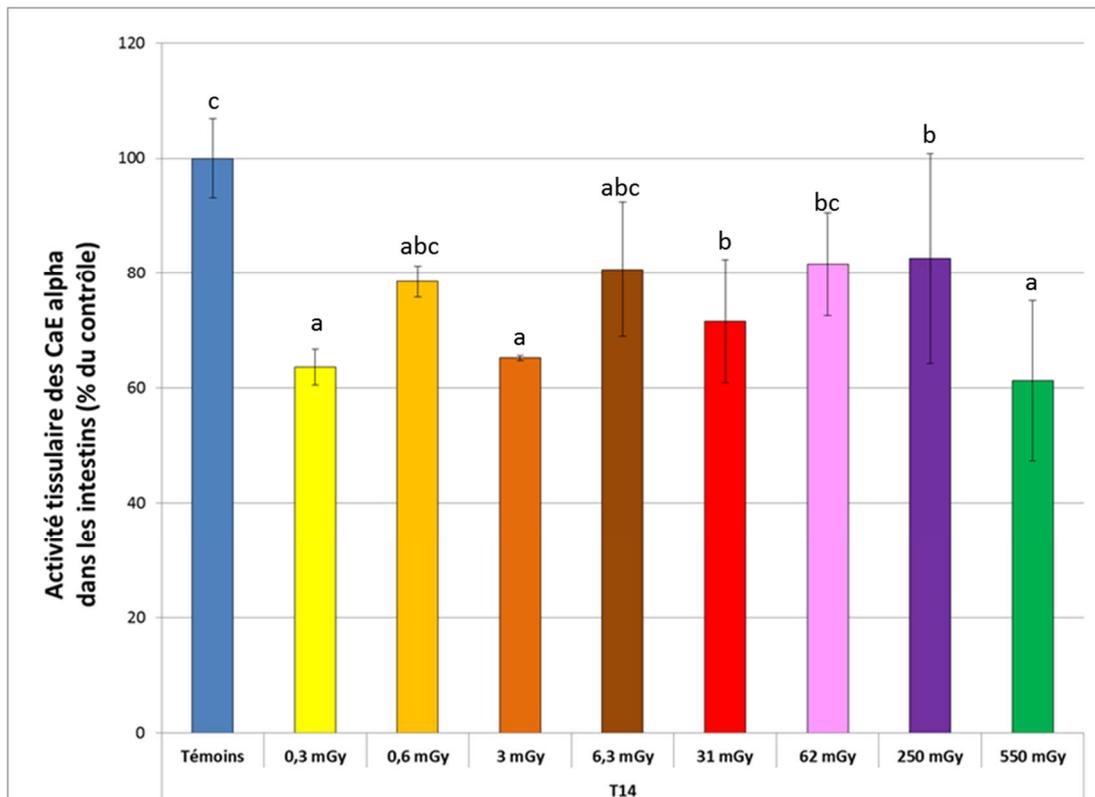


Figure 1. Valeurs de l'activité tissulaire de la carboxylestérase alpha mesurée dans l'intestin après 14 jours d'expositions aux rayonnements ionisants pour toutes les doses testées. a, b, c : $p < 0,05$, $a < b < c$.

Publications :

- En préparation : Gagnaire B., Belzunces et al. Effects of gamma irradiation on physiological biomarkers on the honey bee, *Apis mellifera*

Suites données au projet :

- Poursuite de l'analyse complète des données pour l'article
- Recherche d'un étudiant de Master II infructueuse en 2013 et 2014 – avancée ralentie
- Réflexion sur la possibilité de déposer un EC2CO dans la continuité et particulièrement sur les stades larvaires plus sensibles
- A plus long terme, il est envisagé de poursuivre ces recherches dans le cadre d'un projet de plus grande envergure (ANR) en incluant des partenaires privés (APINOV) afin d'utiliser les abeilles (biomarqueurs, épreuve d'exploration fonctionnelle, dosage des radionucléides) et les ruches (suivi de l'activité de la colonie) comme moyen de surveillance de l'environnement sur des sites contaminés (Tchernobyl, Fukushima) et à proximité de centrales nucléaires et d'anciennes mines d'uranium en France.