

FINDING THE MISSING LINK

Anomalies, malformations et résilience : nouvelles études sur les effets des radiations sur la vie sauvage à Tchernobyl et à Fukushima

Cher Akio,

Merci de m'avoir donné l'opportunité de partager ce bref résumé de mes activités de recherche en Ukraine, en Biélorussie et au Japon, et d'exposer mes projets d'études à venir dans ces régions. Mes objectifs cette année sont de continuer à renforcer notre collaboration multinationale, de poursuivre nos efforts de recherche en cours à Fukushima comme à Tchernobyl, et d'obtenir de l'aide pour coordonner et ouvrir de nouvelles voies de recherche qui impliqueront des chercheurs du Japon et d'autres pays.

Il n'existe actuellement aucun autre groupe important qui organise ou sponsorise ce genre de travail, ce qui fait que nous passons à côté de précieuses occasions d'observer et de comprendre les conséquences des accidents radiologiques sur les populations naturelles ; ces opportunités ratées peuvent être cruciales pour prédire les effets à long terme des accidents nucléaires et d'autres sources d'irradiation dans l'environnement sur les populations humaines. Sans cette recherche il est impossible de se fier aux évaluations des risques qui affecteront les populations humaines vivant au Japon ou les personnes visitant le pays à l'avenir.

Cordialement,

Timothy Mousseau, docteur en biologie



Pissenlits mutants à Fukushima. Photo de Timothy Mousseau

Le programme de recherche Tchernobyl + Fukushima

Timothy Mousseau

Le programme et ses activités de recherche

Le siège du programme de recherche Tchernobyl + Fukushima (CFRI) se trouve à l'Université de Caroline du Sud, à Columbia. Les recherches ont commencé officiellement en Ukraine en 2000, et à Fukushima en juillet 2011. À ce jour, le groupe a mené plus de 30 expéditions de recherche à Tchernobyl et 10 expéditions à Fukushima.

À Tchernobyl comme à Fukushima, les accidents nucléaires ont émis d'énormes quantités d'éléments radioactifs qui ont été dispersés par les conditions météo dominantes à l'échelle du paysage. Quelque 200 000 km² (Tchernobyl) et 15 000 km² (Fukushima) ont été lourdement contaminés. Les matériaux radioactifs ne se sont pas dispersés de manière uniforme et ont créé une mosaïque de micro-habitats « chauds » et « froids » disséminés sur toute la région. Ce patchwork radioactif nous a donné une opportunité unique d'observer les effets génétiques, écologiques et les effets liés à l'évolution avec beaucoup de détail et de répétition et donc une grande rigueur

scientifique, qui ne serait pas possible en laboratoire ou avec des études de terrain traditionnelles, souvent soumises aux contraintes d'une gamme limitée et plutôt peu naturelle d'hétérogénéité environnementale. Ceci est un aspect important car on peut présumer que les interactions entre les facteurs environnementaux naturels et les contaminants radioactifs jouent probablement un rôle déterminant dans les conséquences biologiques des catastrophes en question. Il est donc indispensable que les études sur les effets des radiations soient menées dans la nature, à l'échelle des régions. Les études portant sur les seules populations humaines présentent de nombreuses contraintes qui limitent leur utilité quand il s'agit d'essayer de comprendre les conséquences à long terme des radiations.

Le CFRI de l'Université de Caroline du Sud a été le premier, et reste à ce jour le seul groupe de recherche à utiliser une démarche multidisciplinaire pour appréhender les conséquences sur la santé et l'environnement des effets des radiations sur les populations sauvages. Cela nous a permis d'étudier les expositions aiguës (à court terme) aussi bien que chroniques (à long terme et sur plusieurs générations).

Le programme de recherche Tchernobyl + Fukushima possède également aujourd'hui la seule équipe à travailler à la fois à Tchernobyl et à Fukushima.

Nos sources essentielles de financement sont le Samuel Freeman Charitable Trust, le CNRS (France), la National Science Foundation et la National Geographic Society. Des financements supplémentaires nous ont été accordés par l'OTAN, la Fondation pour la recherche civile et le développement (CRDF), l'Institut national de la Santé (NIH), Qiagen GmbH, la Fondation Fulbright, le Bureau de la recherche et la Faculté des arts et des sciences de l'Université de Caroline du Sud, l'Académie de Finlande et nous avons reçu aussi des donations de particuliers.

Aujourd'hui le programme a déjà à son actif plus de 60 publications scientifiques dont la plupart datent des sept dernières années (ces papiers sont disponibles sur notre site Internet <http://cricket.biol.sc.edu>). Nos recherches ont fait parler d'elles dans de nombreux journaux et programmes de télévision, notamment le *New York Times*, *The Economist*, *Harpers*, la BBC, CNN, et la *News Hour* de PBS (voir le site Internet pour plus de détails).

L'équipe a été l'une des premières à utiliser des technologies écologiques, génétiques et dosimétriques pour éclaircir la question des conséquences sanitaires et environnementales de l'exposition à faibles doses chronique après les catastrophes de Tchernobyl et de Fukushima. Ces technologies incluent notamment des recensements écologiques maintes fois répétés des populations naturelles d'oiseaux, de

mammifères et d'insectes pour observer les effets sur la longévité et la reproduction ; le séquençage ADN et les tests de génotoxicité pour évaluer les dommages génétiques à court et à long terme sur les individus vivant dans la nature ; l'usage de dosimètres miniatures attachés à des animaux sauvages et les mesures de terrain de l'irradiation du corps entier chez les oiseaux et les mammifères pour obtenir une évaluation précise des doses de radiation externe et interne reçues par les animaux vivant librement dans la nature. Récemment, le groupe a élargi ses recherches aux études épidémiologiques et génétiques des populations humaines (en particulier les enfants) vivant dans les régions d'Ukraine affectées par Tchernobyl.

Parmi les résultats clés publiés en 2013-2014, on compte la découverte de tumeurs, de cataractes et de sperme endommagé chez les oiseaux issus des zones hautement irradiées de Tchernobyl, et des conséquences sur la biodiversité à Fukushima. Un des résultats extrêmement intéressant est la découverte que certaines espèces d'oiseaux ont peut-être développé une forme de résistance aux effets des radiations en changeant l'allocation des antioxydants, bien que beaucoup d'oiseaux soient stériles dans les zones hautement contaminées. Nous avons aussi découvert récemment des effets sur le développement neurologique de certains petits mammifères à Tchernobyl ainsi qu'à Fukushima.

Les deux catastrophes diffèrent par le temps écoulé depuis qu'elles sont survenues et par la quantité et la diversité des radionucléides émis, même si la source prédominante de radiation est le césium 137 dans les deux cas.



Bruant à gorge jaune près de Tchernobyl

Les points essentiels révélés par la recherche

Voici les points essentiels des recherches publiées par le programme de recherche de Tchernobyl + Fukushima :

- *La taille des populations et le nombre d'espèces (c'est-à-dire la biodiversité) d'oiseaux, mammifères, insectes et araignées sont nettement inférieures dans les zones hautement contaminées de Tchernobyl.*
- *Chez de nombreux oiseaux et petits mammifères, la durée de vie et la fertilité sont réduites dans les zones de forte contamination.*
- *À Fukushima, seuls les oiseaux, les papillons et les cigales ont connu un déclin significatif durant le premier été suivant l'accident. Les autres groupes*

n'avaient pas souffert d'effets négatifs. Les efforts continuent pour repérer les changements qui pourraient affecter ces populations au fil du temps.

- *On observe une grande variabilité chez les différentes espèces quant à leur sensibilité aux radionucléides. Quelques espèces ne sont pas affectées et certaines semblent même augmenter en nombre dans les zones fortement contaminées à Tchernobyl comme à Fukushima. Ceci est dû, on peut le présumer, à la disparition de la concurrence (donc davantage de nourriture et d'habitat disponible), à la réduction du nombre des prédateurs et peut-être à une adaptation aux effets des radiations.*

- *Beaucoup d'espèces montrent des signes de dommages génétiques suite à une exposition aiguë ; les différences observées entre Tchernobyl et Fukushima suggèrent que certaines espèces pourraient montrer les conséquences d'une accumulation de mutations sur plusieurs générations.*

- *Certains individus et espèces ne montrent aucune évidence de dommage génétique lié à l'exposition aux radiations et certains montrent même des signes d'adaptation évolutive aux effets des radiations grâce à une augmentation de l'activité antioxydante qui peut offrir une protection contre les radiations ionisantes.*

- *Les espèces d'oiseaux les plus susceptibles de connaître une réduction de leur nombre à cause des radiations sont celles qui historiquement ont vu une augmentation de leur taux de mutation pour d'autres raisons, liées peut-être à la capacité de réparation de leur ADN ou au déclin de leurs défenses contre le stress oxydant.*

- *Les effets délétères de l'exposition aux radiations observés chez les populations naturelles de Tchernobyl*

comprennent une augmentation des taux de cataractes, de tumeurs, d'anomalies de croissance, des déformations des spermatozoïdes, des cas de stérilité et d'albinisme.

- Le développement neurologique est lui aussi affecté comme le prouve une réduction de la taille du cerveau chez les oiseaux et les rongeurs ; des répercussions sur les capacités cognitives et les taux de survie ont également été démontrées chez les oiseaux.*

- À Fukushima, les premiers signes d'anomalies du développement ont été observés chez les oiseaux en 2013, mais on n'a pas encore mis en évidence de dommages génétiques importants chez les oiseaux et les rongeurs.*

- La croissance des arbres et la décomposition microbienne dans le sol sont également ralenties dans les zones fortement contaminées par les radiations.*

En résumé, ces résultats démontrent clairement que ces catastrophes nucléaires ont eu des conséquences à l'échelle de l'environnement sur les individus, les populations et les écosystèmes ; nombreux sont les exemples d'anomalies du développement et de difformités qui contribuent probablement à la réduction de l'abondance et de la biodiversité observée dans les régions radioactives de Tchernobyl et de Fukushima. Ces résultats s'opposent nettement à l'optimisme des affirmations sans preuves avancées par le Forum de Tchernobyl (ONU) et les membres du Comité scientifique des Nations Unies sur les effets des radiations (UNSCEAR). Les études devront être poursuivies pour déterminer non seulement le temps d'adaptation des populations et des communautés à cette perturbation, mais aussi si ces régions seront un jour à nouveau habitables et si oui, à partir de quand.



Les objectifs pour 2014-15

Nous sommes actuellement à la recherche de financements pour soutenir les activités de recherche, en cours et prévues, du programme Tchernobyl + Fukushima :

1) Suivi constant des populations d'oiseaux, de petits mammifères et d'insectes à Fukushima pour tester les changements dans la taille des populations (abondance) et le nombre des espèces (biodiversité) au fil du temps. Cette étude devrait permettre d'établir des prévisions à long terme quant au temps nécessaire au rétablissement de la situation.

2) Suivi constant des populations d'hirondelles rustiques et de rongeurs (souris et campagnols) pour les cancers, les taux de survie, la reproduction et les dommages génétiques, à Fukushima et à Tchernobyl (en collaboration avec l'Institut français du CNRS et l'Université Rikkyo de Tokyo, la Société des oiseaux sauvages du Japon, l'Institut national des forêts du

Japon et l'Université finlandaise de Jyvaskyla).

3) Mise en route d'un nouveau projet pour étudier les effets des radiations sur la croissance des arbres et l'activité microbienne du sol à Fukushima (en collaboration avec l'Université de Chubu, à Nagoya au Japon).

4) Mise en route d'un nouveau projet destiné à établir les effets des radiations sur la croissance, la fertilité et les dommages génétiques chez les vaches vivant dans les zones hautement radioactives à Fukushima (avec la collaboration de l'Association des éleveurs bovins de Fukushima)

5) Mise en route d'un nouveau projet pour examiner les taux de mutation chez les humains en utilisant le séquençage complet de l'ADN du génome. Ce projet se concentrera initialement sur les familles vivant dans les régions contaminées d'Ukraine. Ce projet est une collaboration avec l'Institut neurologique de Montréal et l'hôpital de l'Université McGill, le Centre pour la recherche radiologique à l'Université de Columbia et l'Institut de médecine radiologique de Kiev en Ukraine.

6) Poursuite du développement de nouvelles méthodes de mesure des doses et des dommages génétiques dans les populations animales sauvages.

7) Coordination d'une association internationale de scientifiques indépendants capable de fournir des informations non-biaisées fondées sur des preuves concernant les risques sanitaires et environnementaux liés aux accidents nucléaires. Ce groupe aura pour tâche de compiler, évaluer et interpréter la littérature médicale et scientifique actuelle et de développer une littérature adaptée à la diffusion publique par la presse et les médias Internet, et utilisable dans des présentations publiques au Japon et

dans le reste du monde.

Pour plus de renseignements, veuillez contacter :

Dr. Timothy A. Mousseau
Professor of Biological Sciences
University of South Carolina
Columbia, SC 29208 USA
(803) 920-7704
Mousseau@sc.edu