

Sonne, C., Siebert, U., Gonnsen, K., Desforges, J. P., Eulaers, I., Persson, S., Roos, A., Bäcklin, B. M., Kauhala, K., Tange Olsen, M., Harding, K. C., Treu, G., Galatius, A., Andersen-Ranberg, E., Gross, S., Lakemeyer, J., Lehnert, K., Lam, S. S., Peng, W., & Dietz, R. (2020). Health effects from contaminant exposure in Baltic Sea birds and marine mammals: A review. *Environment International*, 139, 105725. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2020.105725>

Au cours du siècle dernier, l'écosystème de la mer Baltique a subi des modifications progressives, mais considérables, causées par la présence de différents **Polluants Organiques Persistants** (POPs).

Cette synthèse bibliographique porte sur l'**identification des contaminants environnementaux** et le recensement de leurs effets sur la santé d'espèces cibles. Afin de mettre en évidence l'impact de ces POPs sur l'écosystème, **six espèces sauvages** de la Mer Baltique ont été étudiés : le phoque gris, le phoque annelé, le phoque commun, le marsouin commun, le pygargue à queue blanche et l'eider à duvet. Celles-ci sont considérées comme des espèces **sentinelles** dans la surveillance de l'effet des POPs sur la faune de cette région et permettent l'extrapolation des résultats à l'échelle mondiale.

Les POPs **impactent la démographie** des populations en induisant des pathologies, qui peuvent être mortelles, ainsi qu'une atteinte des fonctions reproductrices pouvant mener à l'infertilité.

Les POPs et principalement le p,p'-DDT (dichlorodiphényltrichloroéthane) et les PCB (polychlorobiphényle) induisent un syndrome pathologique dénommé le **Complexe de la Maladie du Phoque Baltique (BSDC)** pour Baltic Sea Disease Complexe, en Anglais, décrit entre 1977 et 1983 chez les phoques gris et les phoques annelés. Ce complexe se caractérise par une production élevée de cortisol, qui conduit à une hyperplasie des glandes surrénales, une réduction de la densité osseuse et des perturbations cutanées. En plus de l'atteinte surrénale, de nombreuses lésions ont été recensées comme des sténoses et occlusions de l'utérus, des lésions du crâne et de griffes, une glomérulopathie rénale, une néphrite interstitielle, une hyperplasie tubulaire, des ulcères intestinaux, des artérioscléroses, ainsi que des néoplasies (principalement des léiomyomes), ces derniers étant surtout observés chez des individus âgés de 20 à 40 ans.

Une des principales lésions liées aux POPs dans la Mer Baltique est la formation d'**ulcères gastro-intestinaux**, chez les jeunes et les individus âgés. Par exemple, la prévalence des ulcères du côlon chez les jeunes phoques gris, âgés de 1 à 3 ans, a connu une forte augmentation entre 1977 et 1996 passant de 15% à 53%. Ces ulcérations, principalement au niveau de l'**orifice iléo-caecal**, finissent par perforer la muqueuse intestinale et entraîner la mort de l'animal. On ne les observe que chez le Phoque Gris Baltique. Les ulcérations sont associées à la présence du parasite *Corynosoma spp.* Les POPs joueraient un rôle dans l'immunosuppression. En 2002, les ulcères touchaient encore 24% des 1 à 3 ans et chez 74% des 11 à 20 ans ils étaient localisés au niveau intestinal.

La pollution a un **impact négatif marqué sur la reproduction** (stérilité, développement des embryons...). Concernant les phoques gris, un trou démographique a été observé avant les années 1960, dû à une chasse intensive et une infertilité liée aux polluants environnementaux. Jusque dans les années 1970, la pollution était trop importante et les capacités de reproduction n'étaient pas suffisantes pour permettre de compenser la chute démographique. Ce n'est qu'à partir des années 1990, en corrélation avec une baisse de l'utilisation des POPs, que les populations ont pu se stabiliser à nouveau. Le même scénario a été observé chez les Pygargues à queue blanche, la baisse de la population étant due à l'impact d'une utilisation importante de p,p'-DDE et de PCB sur la **solidité des coquilles d'œufs**.

Les POPs peuvent aussi induire des **pathologies osseuses** : une asymétrie fluctuante, des modifications de la densité minérale des os, des parodontites ou encore des inflammations et des maladies péri-alvéolaires. La principale pathologie observée est une **parodontite avec perte d'os alvéolaire**, similaire aux lésions observées lors d'hyperadrénocorticisme. On observe également une

corrélation positive entre l'augmentation de la concentration des POPs dans l'environnement et une **augmentation de la densité minérale osseuse**, due à un déséquilibre hormonal. Cette modification de structure, qui se traduit principalement par une baisse de la proportion en collagène, entraîne des risques de fracture, d'ostéoporose et des difficultés masticatoires mandibulaires. Enfin, ont été recensés des cas d'**asymétries osseuses fœtales et néonatales**, par immunosuppression. Cette dernière serait induite par des stress causés par les SPFA (Substances PolyFluoroAlkyl) et un appauvrissement alimentaire.

Suite à l'observation d'une prévalence plus importante d'infections bactériennes et parasitaires, ainsi que la résurgence de maladies virales chez les phoques de la mer Baltique, des études menées à l'aide de poissons contaminés ajoutés à la ration ont permis de mettre en évidence **une immunodépression** et une attaque des organes lymphoïdes en particulier lors de contamination par les métaux (cadmium et mercure) et les PCB. Ces études ont permis d'isoler des outils moléculaires (HSP70 qui est un récepteur lié à l'exposition aux POPs) afin de trouver de plus des liens entre le stress de la contamination et l'expression génétique de certaines cytokines.

La **fonction thyroïdienne** est aussi affectée. Chez les phoques annelés et les phoques gris, la comparaison avec une zone moins polluée montre la possibilité d'une interaction des POPs avec les protéines de transport comme la transthyréline (TTR) ce qui peut affecter le système immunitaire, reproducteur ainsi qu'être en lien avec des maladies osseuses. De plus, chez le marsouin commun, il a été mis en évidence une fibrose thyroïdienne causée par des contaminants dont les organochlorés sans mettre en évidence les voies de la toxicité.

Il a aussi été démontré que les eiders à duvet et les phoques annelés de la mer Baltique fortement exposés aux PCB présentaient de hautes concentrations en antioxydants, suggérant une adaptation, mais à un coût énergétique important. Le mercure pourrait aussi provoquer des **cassures de l'ADN**. Les PCB entraînent une hausse de l'activité des enzymes hépatiques qui les métabolisent. Cela pourrait augmenter fortement la concentration des métabolites bioactifs et avoir des **conséquences sur la régulation endocrine** dans ces espèces.

Les **vitamines**, essentielles dans plusieurs processus physiologiques, ont aussi été impactées. Il a été observé une baisse de la vitamine A et E, ainsi que de la vitamine D associée aux lésions osseuses décrites ci-avant. L'association de l'exposition aux contaminants et la carence en vitamine B1 a provoqué un déclin de la population d'eider à duvet.

Ainsi, un certain nombre d'études ont permis de préciser l'impact des contaminants sur la mortalité et la reproduction mais aussi sur le système immunitaire, le système endocrinien et le génome. Le fait que cet article soit une analyse portant sur les 70 dernières années permet de définir sur le long terme l'impact des polluants sur les populations animales. Les espèces choisies étant des espèces sentinelles, cette étude peut être extrapolée à d'autres écosystèmes et à d'autres populations.

De plus, cette étude a permis de montrer que les perturbations liées à la pollution par les POPs peuvent être réversibles, au moins partiellement, si des mesures adaptées sont mises en place. Par exemple, l'interdiction de l'utilisation des DDT et la baisse de l'utilisation des PCB dans les années 70 a entraîné un retour à la normale des fonctions de reproductions des espèces sentinelles et une baisse significative de l'apparition d'ulcères.