

Les huîtres perlières, des indicatrices sensibles et sessiles pour contrôler la pollution diffuse par des métaux lourds

Dale Sarver¹, Neil Anthony Sims¹ et Valérie Harmon¹

Introduction

Le travail décrit ci-après avait pour objet l'évaluation de la possibilité d'utiliser les huîtres perlières comme indicateur biologique d'une pollution par des métaux lourds dans des zones proches des côtes de Hawaï et dans d'autres régions tropicales. Les bivalves sont bien connus pour leur capacité de concentrer les métaux lourds, et ils sont largement utilisés dans les régions tempérées pour le contrôle de la pollution. Il existe ainsi des centaines de sites le long des côtes de l'Amérique du Nord, et également en Europe, établis pour la mise en œuvre de programmes de surveillance de l'huître et de la moule. Ce type de programme n'existe pas dans les régions tropicales. Or, les pollutions par les métaux lourds touchent aussi bien ces régions, surtout dans les ports et aux abords des installations militaires sur le littoral.

Les huîtres perlières possèdent plusieurs caractéristiques qui en font le partenaire idéal pour la surveillance biologique. Tout d'abord, on sait qu'elles concentrent de façon exceptionnelle les métaux lourds dans leurs tissus. Ensuite, elles sont présentes dans toute la région de l'Indo-Pacifique, ce qui permet un recueil de données comparables dans toute la région. Enfin, les huîtres perlières font l'objet d'une exploitation commerciale ; grâce aux techniques d'écloserie éprouvées, on peut obtenir un grand nombre d'animaux aux caractéristiques génétiques semblables et à l'âge connu pour les expérimentations. De plus, il est possible de conserver ces huîtres en grappes, dans des endroits très divers. On peut les suspendre à n'importe quelle profondeur, depuis le fond de la mer jusqu'à la surface, au moyen de lignes de flotteurs verticales, dans des baies abritées ou le long de côtes exposées.

Les niveaux de pollution dans la colonne d'eau ne sont jamais constants. Les métaux lourds sont généralement agglomérés avec des sédiments, mais ils peuvent s'en détacher lors de tempêtes, de fortes houles ou de périodes de ruissellement. Ces libérations de métaux de courte durée peuvent atteindre des niveaux inquiétants, mais elles sont rarement observées dans le cadre des programmes normaux de surveillance à long terme. En outre, bon nombre des pollutions sont causées par des événements subits, tels que des déversements ou des accidents.

Il est possible de déployer des huîtres perlières élevées en écloserie pendant n'importe quelle durée, de quelques semaines à une année, selon la précision des renseignements que l'on en attend. L'analyse requiert un spectrographe d'absorption atomique, mais on trouve couramment cet appareil dans la plupart des laboratoires d'analyse de la qualité de l'eau, et il est possible de congeler les échantillons pendant une longue durée et de les expédier à des laboratoires très éloignés.

Il s'agissait donc, dans le cadre de ce projet, de déterminer la possibilité d'utiliser les huîtres perlières pour ce type de contrôle. Les expériences ont été menées sur des huîtres exposées en milieu contrôlé, en laboratoire, ainsi que dans l'océan.

On a inauguré deux autres techniques inédites pour déterminer à quel endroit les métaux s'accumulent : dans les tissus, les organelles ou les couches de la coquille. Pour mesurer les quantités de métaux accumulées dans la coquille, on a utilisé la microanalyse par sonde électronique et, pour localiser les métaux dans les tissus mous, on a utilisé la microscopie électronique à transmission filtrée en l'énergie.

Essais en cuves

On a effectué des essais en cuves pour vérifier les effets de l'exposition des huîtres perlières hawaïennes à lèvres noires (*Pinctada margaritifera galtsoffi*) à des taux de concentration de métaux élevés et faibles. Les essais en cuves ont commencé le 12 septembre 2001, avec huit huîtres de trois mois par cuve de 40 litres. Ils ont été menés avec deux sources d'eau différentes (celles du Natural Energy Laboratory of Hawaii Authority (NELHA) et de Black Pearls Inc. (BPI)), et deux concentrations différentes d'ions métalliques (élevée et faible). Les essais ont donc consisté en quatre traitements différents : 1) avec de l'eau de BPI, sans adjonction de métaux ; 2) avec de l'eau du NELHA, sans adjonction de métaux ; 3) avec des cuves faiblement dosées, dans lesquelles ont été versées cinq parts par milliard (ppb) de cadmium, 5 ppb de cuivre et 25 ppb de zinc (avec de l'eau de BPI) ; et 4) avec des cuves avec de fortes concentrations de métaux, avec 10 ppb de cadmium, 10 ppb de cuivre et 50 ppb de zinc (toujours avec de l'eau de BPI). L'eau des mélanges était celle pompée par BPI. Les coquilles des huîtres ont été mesurées au début et à la fin des expériences. Des rations alimentaires à base d'algues étaient versées dans les cuves trois fois par jour.

Le quinzième jour, la moitié des animaux ayant subi chaque traitement (soit quatre individus) ont été prélevés, et les quatre autres l'ont été le trentième jour. On les a donc retirés des cuves de traitement et on les a laissés purger la solution où ils baignaient pendant deux heures, dans une eau de traitement où n'avaient pas été ajoutées de traces de métaux. Les animaux ont ensuite été réfrigérés de façon qu'ils puissent être ouverts plus facilement. Le tissu mou a été excisé, et les tissus et la coquille de chaque animal ont été rincés dans de l'eau distillée, étiquetés et congelés séparément. Les échantillons ont été envoyés en Caroline du Sud sur de la neige carbonique, où ils devaient être analysés aux fins de la détection d'une accumulation de métaux dans les tissus et sur les coquilles.

1. Black Pearls, Inc., PO Box 525, Holualoa, HI 96725 (États-Unis d'Amérique).

Une cuve a été remplie avec des dosages à forte concentration pour des animaux plus gros, aux fins de l'analyse par microsonde électronique et par microscopie électronique à transmission filtrée en énergie (EFTEM), qui permettrait d'identifier les tissus dans lesquels l'huître accumule les traces les plus importantes de métaux. Il était nécessaire de prendre pour cette analyse des individus plus gros de manière à pouvoir séparer chaque tissu des huîtres. Les procédures d'expérimentation ont été identiques à celles suivies pour les autres essais en cuve. Les animaux contenus dans cette cuve ont ensuite été analysés après trente jours d'exposition aux métaux.

Essais en milieu naturel

C'est la même cohorte d'huîtres (âgées de trois mois) qui avait été utilisée pour les essais en cuve qui a été formée pour les déploiements sur le terrain, en cinq sites. La mise en place a consisté à mesurer les animaux, à les insérer dans un filet dans lequel avaient été mises de grosses perles en plastiques en guise de substrat, et à suspendre le filet dans la colonne d'eau pendant la période d'exposition. Ainsi, vingt animaux ont été plongés dans le port de Kawaihae, et douze sur le récif de Kaloko, sur la grande île de Hawaii. Douze animaux ont été plongés dans la Keehi Marina, à Kaneohe Bay, et à Pearl Harbor, sur l'île de Oahu. Tous les groupes d'huîtres ont été retirés aux fins d'analyse après une période d'exposition variant de 92 à 100 jours. Le traitement des tissus a été effectué de la même manière que lors des essais précédents : on a ouvert les animaux, enlevé le tissu mou, on a rincé les animaux dans de l'eau distillée, puis la coquille, également dans de l'eau distillée, puis on a gelé les échantillons avant de les soumettre à l'analyse.

Conclusions

1. Il est avéré que les huîtres perlières concentrent des métaux lourds tels que le cuivre, le cadmium et le zinc.
2. Les taux d'accumulation étaient directement proportionnels à la fois à la concentration dans l'environnement et à la durée d'exposition.
3. On remarque des différences très importantes dans les taux d'accumulation des métaux chez les huîtres en fonction des sites où elles ont été plongées. Ainsi, les huîtres plongées dans les ports de Honokohau et de Keehi comportaient des taux élevés de cuivre, celles placées dans les ports de Keehi, Kawaihae et Honokohau, des taux élevés de zinc. Toutefois, la faible teneur en zinc et en cuivre dans les huîtres placées à Pearl Harbor est surprenante. De même, les taux élevés de cadmium dans les huîtres placées sur le récif de Kaloko laissent perplexes.
4. Les concentrations de métaux varient avec le temps. Un deuxième déploiement d'huîtres à Pearl Harbor a eu comme résultat des teneurs en zinc équivalentes à plus du double de celles trouvées lors des essais précédents, bien que la période d'exposition n'eût été que de 30 jours, tandis que l'expérience précédente avait duré 90 jours. Les teneurs en zinc des huîtres placées sur le récif de Kaloko ont été également plus élevées lors des seconds essais.

5. Les métaux lourds ne se sont pas beaucoup concentrés dans les coquilles des huîtres perlières. La microanalyse par sonde électronique n'a pu détecter des taux importants de ces substances dans les coquilles.
6. L'imagerie filtrée en énergie ne semble pas être un bon moyen de détecter et de localiser des concentrations élevées de métaux lourds dans les tissus des huîtres.

L'huître perlière à lèvres noires semble donc être un organisme qui se prête bien à la mesure de la pollution par des métaux lourds. À la suite des essais, on a mis au point un protocole d'expérimentation en laboratoire pour déterminer les taux d'accumulation biologique au fil du temps et à des concentrations différentes. On a également fait la démonstration de méthodes d'expérimentation sur le terrain destinées au suivi des niveaux de pollution environnementale.

Il y a donc de fortes chances que l'on utilise cet animal et ces méthodes pour la surveillance écologique dans les zones tropicales. Cette espèce d'huître se rencontre en grand nombre dans toutes les eaux tropicales et subtropicales de l'Indo-Pacifique. Des essais pour la détection d'autres métaux lourds — le strontium, le cobalt et le plomb — sont en cours de réalisation. Il se pourrait que l'on ait recours aux huîtres perlières pour mesurer les teneurs en strontium et en cobalt radioactifs dans les lagons des atolls utilisés pour des essais nucléaires dans le passé.

Note

Ces travaux ont été conduits au titre du contrat n° 48210, pour le CEROS (Center of Excellence for Research in the Ocean Sciences), émanation du Ministère de la défense des États-Unis d'Amérique.

Il est possible de prendre connaissance du rapport complet de ces travaux, y compris des résultats détaillés sous forme de tableaux et de graphiques, en consultant le site Web de Black Pearls, Inc. : www.blackpearlsinc.com, sous la rubrique Research and Development/Marine Biotechnology/Heavy Metal Monitoring section.

