



Fiche Technique du Programme Coopératif de Recherche et Développement en Aquaculture (PCRDA)

Numéro 22
Décembre, 2013



Les effets écologiques des diodes électroluminescentes (DEL) bleues utilisées dans les exploitations piscicoles de la Colombie-Britannique

● ● ● Résumé

L'utilisation d'éclairage artificiel dans les exploitations piscicoles est une technique couramment utilisée pour retarder la maturation sexuelle et augmenter la taille des poissons. Les éleveurs de poisson manifestent actuellement le désir d'explorer l'utilisation des DEL émettant de la lumière bleue. Ces DEL bleues sont plus efficaces, consomment moins d'électricité et durent plus longtemps que les lampes à halogénures blancs, ce qui en fait un choix plus intéressant d'un point de vue économique. Cependant, l'éclairage artificiel peut nuire à la diversité et à l'abondance d'organismes indigènes à proximité de l'exploitation piscicole. La présente étude porte sur l'évaluation de ces effets potentiels. On a constaté que l'utilisation nocturne de DEL bleues dans un site expérimental attirait le poisson et le zooplancton, comparativement à des cages de contrôle non éclairées. On n'a noté aucune différence significative dans l'abondance de phytoplancton (en absence de bloom phytoplanctonique) ou le dépôt d'invertébrés benthiques entre les DEL bleues et les cages de contrôle. On a aussi équipé de DEL bleues une exploitation piscicole afin de déterminer l'effet de celles-ci sur la maturation et la croissance du poisson, et sur le nombre de poux du poisson, comparé à une exploitation munie de lampes classiques à halogénures blancs. On n'a constaté aucune différence significative entre le nombre de poux du poisson dans les exploitations piscicoles munies de DEL bleues et celles munies de lampes à halogénures blancs, mais il était difficile d'établir des comparaisons directes. Les résultats du projet ont permis de mieux comprendre l'effet des DEL bleues sur le biote indigène, mais il faut poursuivre les travaux de recherche pour déterminer les effets et les répercussions directs de l'utilisation de DEL bleues dans des exploitations piscicoles. Cette information permettra à Pêches et Océans Canada (MPO) de continuer à soutenir le développement durable des activités piscicoles en Colombie-Britannique et de mieux gérer la relation complexe entre l'aquaculture et l'environnement.

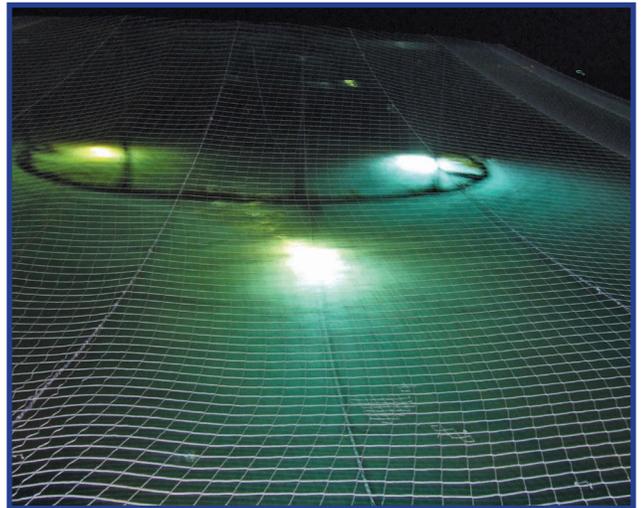


Figure 1. Éclairage artificiel de nuit dans une exploitation piscicole

Le Programme coopératif de recherche et développement en aquaculture (PCRDA) est une initiative concertée du MPO et de l'industrie de l'aquaculture qui vise à stimuler la recherche et le développement. Les projets de recherche et de développement dans le cadre du PCRDA visent l'amélioration du rendement environnemental de l'aquaculture et soutiennent la santé optimale des poissons.

● ● ● Introduction

L'éclairage artificiel de nuit (figure 1) dans les exploitations piscicoles est une technique utilisée couramment par l'industrie de l'aquaculture. En prolongeant les heures d'éclairage avec de l'éclairage artificiel, on peut retarder la maturation sexuelle, ce

qui permet au poisson de consacrer son énergie à sa croissance. Cela permet à l'industrie d'augmenter la taille des poissons avec un effort supplémentaire des plus modestes.

Les exploitations aquacoles de la Colombie-Britannique explorent l'utilisation de DEL émettant une lumière bleue (d'une longueur d'onde de 450 nm) comme solution de rechange aux lampes à halogénures blancs dont on se sert actuellement. La lumière de ce spectre bleu-vert est plus efficace dans l'eau salée que la lumière blanche, car sa longueur d'onde contient plus d'énergie et éclaire sur une plus grande distance. Les DEL bleues ont aussi le potentiel d'optimiser la croissance, car leur longueur d'onde peut être réglée en fonction de différentes espèces.

Sur le plan économique, les DEL consomment moins d'électricité, sont plus efficaces et durent plus longtemps que les lampes à halogénures blancs. Tous ces avantages pourraient représenter des économies substantielles. Cependant, l'effet des DEL bleues sur le biote indigène n'a pas encore été déterminé. Un changement dans les conditions d'éclairage peut être une source de stress pour certaines espèces et en attirer d'autres. On est préoccupé par l'incidence que cela pourrait avoir sur la diversité et l'abondance du biote indigène dans les environs.

Dans le cadre du projet de recherche, on a évalué les effets écologiques de l'utilisation nocturne des DEL bleues comparativement à des cages de contrôle non éclairées sur le plancton (phytoplancton et zooplancton), les petits poissons, les poissons juvéniles et le dépôt d'invertébrés benthiques. On a aussi évalué dans quelle mesure les DEL bleues sont efficaces pour retarder la maturation sexuelle et favoriser la croissance, et l'on a examiné l'effet de la charge de poux du poisson dans une exploitation faisant l'élevage de saumon.

Méthodes

On a suspendu six lampes sous-marines Idema, modèle Blue LED 100 W, AKVASmart (AKVA Group^{MC}, Bryne, Norvège) à un quai flottant pour eau salée (figure 2) d'un site expérimental du Centre de recherche sur l'aquaculture et l'environnement du MPO de Vancouver Ouest, en Colombie-Britannique.

Chaque source de lumière était constituée de DEL émettant une lumière bleue disposées en rangées et placées dans une enveloppe borosilicatée remplie d'huile pour en maintenir la température. Chacune des unités d'éclairage à DEL bleue a été suspendue à la rambarde du quai au moyen de chaînes galvanisées de 3/8 pouces. On a attaché un poids en plomb de 2,3 kg à 4,5 kg au moyen d'une chaîne à l'extrémité de chaque unité pour maintenir le dispositif en place et assurer sa stabilité dans la colonne d'eau (figure 3).

La période d'éclairage commençait 15 minutes avant le crépuscule et se terminait 15 minutes après l'aube. On a modifié la photopériode toutes les deux semaines. Seulement trois des six lampes étaient allumées en même temps, et le traitement consistait à alterner la position des lampes. On a disposé les lampes à environ 10 m les unes des autres, une distance jugée plus grande que la diffusion de

la lumière dans l'eau. Cela garantissait que le traitement avec éclairage n'avait pas d'incidence sur le traitement de contrôle. On a prélevé des échantillons toutes les deux semaines, entre octobre 2011 et mai 2012.

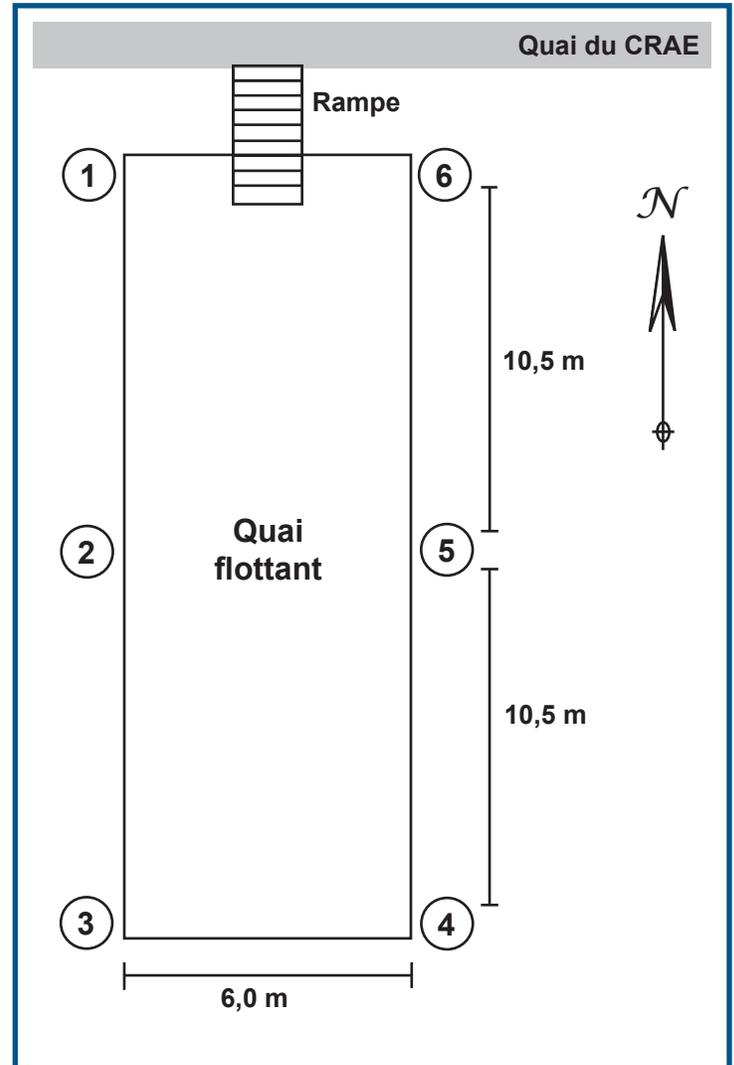


Figure 2. Configuration du site expérimental montrant la disposition des lampes.

Turbidité de l'eau et intensité lumineuse

On s'est servi d'un disque de secchi pour mesurer la turbidité (limpidité de l'eau) de la colonne d'eau au quai vers midi, les jours d'échantillonnage, et l'on a utilisé cette mesure pour déterminer la distance à laquelle la lumière du jour pénétrait dans l'eau. La nuit, on mesurait l'intensité lumineuse (la distance de diffusion de la lumière dans l'eau) des DEL bleues comme rayonnement photosynthétiquement utilisable au moyen d'un capteur quantique sphérique LiCor (capteur de luminosité) et d'un enregistreur de données LiCor 1400. Les mesures ont été prises à des intervalles d'un mètre, sur l'axe horizontal, en s'éloignant de la lampe (0 m étant mesuré en plaçant le capteur en contact avec le centre de la lampe),

jusqu'à une distance de 10 m, tant pour le traitement avec éclairage que celui sans éclairage. On a mesuré dix fois l'intensité lumineuse à chaque distance.

Échantillonnage de plancton (phytoplancton et zooplancton)

Des échantillons de plancton (phytoplancton et zooplancton) ont été prélevés la nuit de quatre à sept heures environ après que les lampes ont été éteintes en effectuant des traits verticaux en-dessous de chacune des lampes à l'aide d'un filet à plancton à mailles de 100 µm mesurant 150 cm de long et ayant une ouverture de 50 cm de diamètre. Les échantillons de plancton ont été conservés dans une solution constituée à 70 % d'éthanol et envoyés à EcoAnalysts Inc., à Moscow, en Idaho (États Unis), où le zooplancton et le phytoplancton ont été identifiés et comptés.

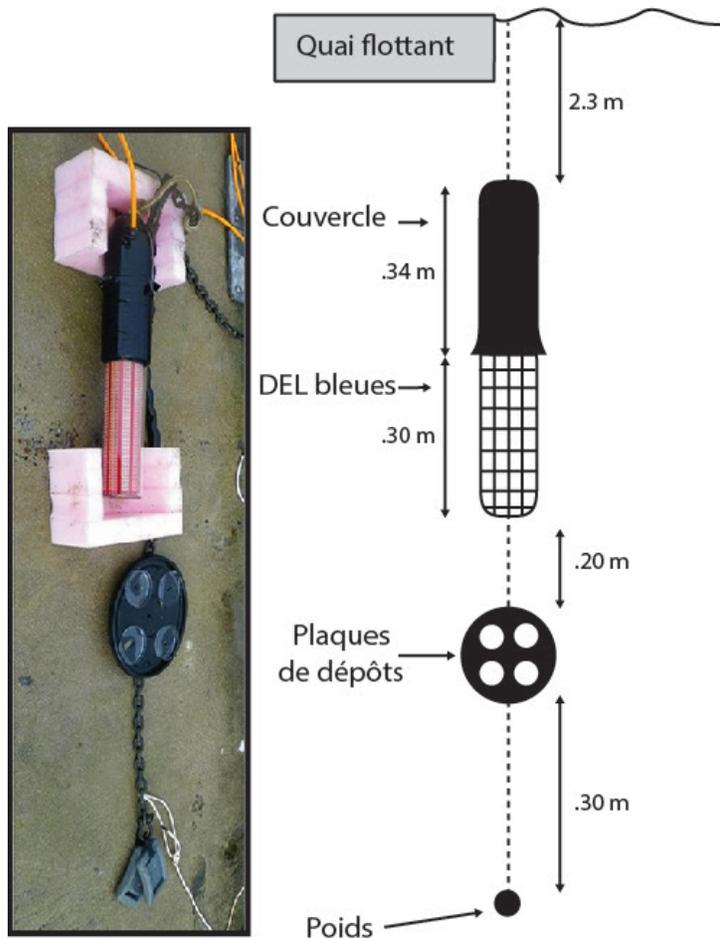


Figure 3. Lampes à DEL bleue attachée à une chaîne munie de poids qui servent à maintenir la lampe en position verticale.

Échantillonnage de poissons

Des nasses à veron à mailles carrées de 0,3 cm mesurant 26 cm sur 26 cm sur 44 cm ont été utilisées pour prélever des échantillons de petits poissons et de juvéniles autour des lampes. Chaque nasse a été appâtée avec des granules pour poissons, puis munie de poids pour la maintenir en position verticale avant de la suspendre à la même profondeur que les lampes. Les nasses ont été installées à proximité de chacune des six lampes 30 minutes avant le coucher du soleil et récupérées de 15 à 30 minutes avant le lever du soleil. Les poissons capturés dans les nasses ont été identifiés, comptés et photographiés avant d'être remis à l'eau.

Dépôt d'invertébrés benthiques

Quatre plaques servant de substrat ont été suspendues à l'extrémité inférieure de chaque lampe (figure 3). La plaque d'une des lampes était récupérée tous les trois mois pour prélever des échantillons ainsi que photographier la plaque sur un fond blanc et un fond noir et identifier les espèces qui la colonisaient. Les photos ont par la suite été analysées à l'aide du logiciel ImageJ afin de déterminer le pourcentage de couverture des organismes.

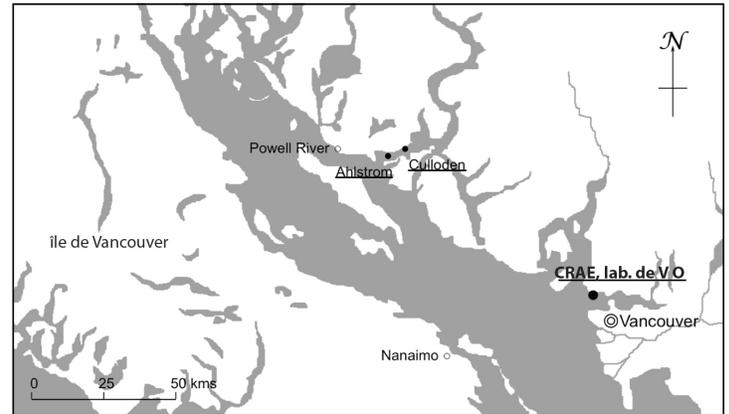


Figure 4. Carte montrant l'emplacement des sites expérimentaux du Centre de recherche sur l'aquaculture et l'environnement (Laboratoire de Vancouver Ouest) et des sites d'élevage commerciaux. Le site d'élevage d'Ahlstrom est le site où des lampes à DEL bleues ont été utilisées, et le site d'élevage de Culloden est le site où des lampes à halogénures blancs ont été utilisées.

Effets des lampes à DEL bleues sur la maturité et la croissance des saumons et les charges de poux du poisson

Des saumoneaux possédant le même bagage génétique ont été élevés dans des enclos marins dans une exploitation aquacole jusqu'à ce qu'ils atteignent la taille de récolte. Les poissons ont été exposés à la lumière de lampes à halogénures blancs pendant leur premier stade de croissance, puis ils ont été divisés en deux groupes. La moitié des poissons ont continué

d'être exposés à la lumière des lampes à halogénures blancs (site de Culloden) et les autres poissons ont été transférés dans un enclos identique dans un autre site (site d'Ahlstrom) où ils ont été exposés à la lumière des lampes à DEL bleues (figure 4). Chaque enclos couvrait une superficie de 30,5 m² et était divisé en quadrants de 15,25 m² au centre desquels une lampe était suspendue, à une profondeur de 8 m. Ainsi, chaque enclos comprenait quatre lampes espacées de façon uniforme en suivant un modèle de grille. La récolte a commencé le 7 juillet 2011 au site de Culloden et le 4 août 2011 au site d'Ahlstrom et elle a été effectuée en alternance dans les deux sites jusqu'au 31 janvier 2012. La maturité sexuelle, le poids et la charge de poux du poisson de chaque poisson ont été consignés.

● ● ● Résultats

Turbidité de l'eau et intensité lumineuse

La turbidité de l'eau était beaucoup plus élevée au printemps qu'à l'automne ou à l'hiver, où la turbidité ne variait que légèrement. Une réduction de la pénétration de la lumière dans la colonne d'eau a été observée à l'hiver et au printemps, mais les différences dans le taux de pénétration entre les saisons n'étaient pas significatives. Quelle que soit la saison ou la turbidité, l'intensité lumineuse mesurée par rayonnement photosynthétiquement actif était de moins de 90 % de l'intensité initiale à 2 m de la source lumineuse.

Échantillonnage de plancton (phytoplancton et zooplancton)

La lumière n'a eu aucun effet important sur l'abondance de phytoplancton, sauf pendant la saison de leur prolifération, alors qu'une quantité beaucoup plus élevée de phytoplancton a été prélevée autour des zones éclairées comparativement à celle prélevée autour des zones non éclairées.

De plus, une quantité beaucoup plus élevée de zooplancton a été capturée dans les cages de contrôle éclairées par des lampes à DEL comparativement à celle capturée dans des cages de contrôle non éclairées. Les échantillons de zooplancton étaient composés presque exclusivement de crustacés, dont 95 % étaient des copépodes.

Échantillonnage de poissons

Un effet saisonnier sur la diversité et l'abondance des poissons a été observé dans le site d'échantillonnage. Il n'y avait pratiquement aucun poisson autour des zones non éclairées dans les cages de contrôle, alors qu'une quantité de poissons beaucoup plus importante, constituée principalement d'épinoches, se trouvait sous les lampes à DEL. Par ailleurs, 36 jeunes saumons roses ont été observés dans une zone exposée à la lumière pendant un seul échantillonnage.

Dépôt d'invertébrés benthiques

Aucune différence significative dans les dépôts d'invertébrés benthiques n'a été observée entre les enclos exposés à la lumière artificielle et les enclos non exposés à la lumière artificielle. Les plaques de fixation utilisées pendant toutes les périodes d'échantillonnage dans les deux types d'environnements montraient une faible biodiversité et étaient presque exclusivement colonisées par des cirripèdes et des diatomées. Quelques moules solitaires ont toutefois été observées sur les plaques de fixation au mois de mai.

Effets des lampes à DEL bleues sur la maturité, et la croissance des saumons et les charges de poux du poisson

Sur le site équipé de lampes à DEL bleues, on a remarqué que le vieillissement d'un grand pourcentage de poissons n'était pas retardé comme on l'avait souhaité. Comme les poissons n'ont pas été pêchés en même temps ou dans des périodes se chevauchant aux deux sites, il est difficile d'établir une comparaison directe entre les deux traitements à la lumière. Il n'y avait pas de différence significative entre la charge de poux du poisson du site d'Ahlstrom (DEL bleues) et du site de Culloden (lampes à halogénures blancs).

● ● ● Conclusions

Le projet a permis d'approfondir notre connaissance de l'effet des DEL bleues sur le biote indigène de la Colombie Britannique. On peut s'attendre à ce que l'utilisation nocturne de DEL bleues attire le zooplancton et certaines espèces de poissons. L'effet sur le dépôt d'invertébrés benthiques et de phytoplancton (en absence de bloom) semble négligeable. Aucune comparaison n'a été effectuée quant à l'attraction exercée par le quai flottant ou la lumière à l'éclairage du jour. En outre, on n'a pas évalué la durée de l'attraction exercée par les sources de lumière la nuit. On pourrait réaliser de nouvelles études sur ces questions.

Comme une partie de cette étude a été réalisée ailleurs qu'aux exploitations piscicoles, les prochaines études devront porter sur l'effet des DEL bleues directement à une exploitation piscicole. Cela nous permettra de mesurer avec plus d'exactitude la diffusion de la lumière émise par les DEL bleues à l'extérieur des cages, et de mieux comprendre les répercussions potentielles de cette lumière sur les organismes indigènes. Il faudra poursuivre les recherches dans des enclos marins afin d'étudier l'impact des DEL bleues sur la maturation et la croissance du poisson et la charge de poux du poisson.



Les données recueillies dans le cadre du projet permettront au MPO de continuer à soutenir le développement durable des activités piscicoles en Colombie Britannique et de mieux gérer la relation complexe entre l'aquaculture et l'environnement.

Ce projet (P-11-01-001) du PCRDA a été réalisé dans le cadre d'une collaboration entre le MPO et Grieg Seafood. La chercheuse principale pour ce projet, Hannah Stewart, Ph. D., peut être jointe à l'adresse suivante : Hannah.Stewart@dfo-mpo.gc.ca.

Pour obtenir de plus amples renseignements sur cette étude et d'autres projets du PCRDA, veuillez visiter <http://www.dfo-mpo.gc.ca/science/enviro/aquaculture/acrdp-pcrda/index-fra.htm>.

Publié par :
Direction générale des sciences de l'aquaculture, de la biotechnologie et
santé des animaux aquatiques
Pêches et Océans Canada
Ottawa (Ontario) K1A 0E6

© Sa Majesté la reine du chef du Canada, 2013

MPO/2013-1915

N° de cat. : Fs48-2/22-2014F-PDF

ISSN : 1919-6849 (imprimé)

ISSN : 1919-6857 (en ligne)

ISBN : 978-0-660-21536-5

Se procurer la version anglaise ou d'autres formats à l'adresse suivante :
www.dfo-mpo.gc.ca/science/enviro/aquaculture/acrdp-pcrda/index-eng.htm