

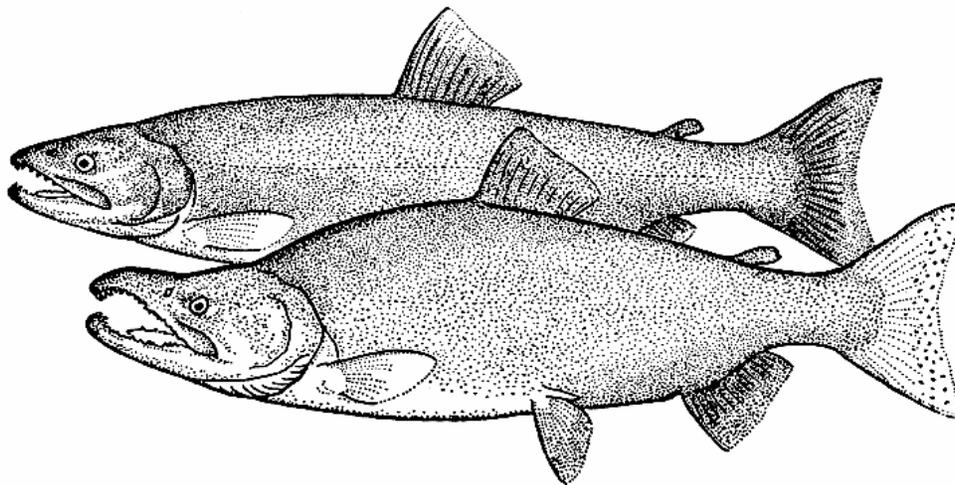
# Évaluation et Rapport de situation du COSEPAC

sur le

## Saumon sockeye *Oncorhynchus nerka*

Population Sakinaw

au Canada



**EN VOIE DE DISPARITION  
2016**

**COSEPAC**  
Comité sur la situation  
des espèces en péril  
au Canada



**COSEWIC**  
Committee on the Status  
of Endangered Wildlife  
in Canada

Les rapports de situation du COSEPAC sont des documents de travail servant à déterminer le statut des espèces sauvages que l'on croit en péril. On peut citer le présent rapport de la façon suivante :

COSEPAC. 2016. Évaluation et Rapport de situation du COSEPAC sur le saumon sockeye (*Oncorhynchus nerka*), population Sakinaw, au Canada. Comité sur la situation des espèces en péril au Canada. Ottawa. xii + 43 p. ([http://www.registrelep-sararegistry.gc.ca/default\\_f.cfm](http://www.registrelep-sararegistry.gc.ca/default_f.cfm)).

Rapport(s) précédent(s) :

COSEPAC. 2003. Évaluation et Rapport de situation du COSEPAC sur le saumon sockeye (saumon rouge) (*Oncorhynchus nerka*) (population Sakinaw) au Canada. Comité sur la situation des espèces en péril au Canada. Ottawa. xi + 41 p.

Note de production :

Le COSEPAC remercie Jacob (Jake) Schweigert d'avoir rédigé le rapport de situation sur le saumon rouge, population Sakinaw, aux termes d'un marché conclu avec Environnement Canada. La supervision du rapport a été assurée par Alan Sinclair, coprésident du Sous-comité des spécialistes des poissons marins du COSEPAC.

Pour obtenir des exemplaires supplémentaires, s'adresser au :

Secrétariat du COSEPAC  
a/s Service canadien de la faune  
Environnement Canada  
Ottawa (Ontario)  
K1A 0H3

Tél. : 819-938-4125  
Télééc. : 819-938-3984

Courriel : [ec.cosepac-cosewic.ec@canada.ca](mailto:ec.cosepac-cosewic.ec@canada.ca)  
<http://www.cosepac.gc.ca>

Also available in English under the title COSEWIC Assessment and Status Report on the Sockeye Salmon *Oncorhynchus nerka*, Sakinaw population, in Canada.

Illustration/photo de la couverture :

Saumon rouge adulte — femelle en haut, mâle en bas (tirée de Scott et Crossman, 1973).

©Sa Majesté la Reine du chef du Canada, 2016.

N° de catalogue CW69-14/323-2016F-PDF

ISBN 978-0-660-05568-8



## COSEPAC Sommaire de l'évaluation

### Sommaire de l'évaluation – mai 2016

**Nom commun**

Saumon sockeye - population Sakinaw

**Nom scientifique**

*Oncorhynchus nerka*

**Statut**

En voie de disparition

**Justification de la désignation**

Cette population a connu un déclin très important dans les années 1980 et 1990 en raison de sa faible survie en océan et de la surpêche. Un stock de géniteurs en provenance du lac Sakinaw a été maintenu dans le cadre d'un programme de reproduction en captivité, ce qui a permis de produire des alevins et des saumoneaux qui ont été relâchés dans le lac à partir de 2000. Malgré ces introductions, presque aucun adulte n'est retourné au lac entre 2006 et 2009. L'introduction des saumoneaux du programme de reproduction en captivité s'est poursuivie, et des adultes sont retournés au lac de 2010 à 2014. Certains de ces poissons ont réussi à frayer sur les plages utilisées historiquement pour le frai, démontrant ainsi que le programme connaissait un certain succès dans le ré-établissement de la population. Toutefois, le nombre de poissons éclos en milieu naturel est très faible. Les menaces liées au développement autour du lac, à la faible survie en océan et à la pêche demeurent.

**Répartition**

Colombie-Britannique, Océan Pacifique

**Historique du statut**

Espèce désignée « en voie de disparition » lors d'une évaluation d'urgence le 20 octobre 2002. Statut réexaminé et confirmé en mai 2003. Statut réexaminé lors d'une évaluation d'urgence le 20 avril 2006 et confirmé comme étant « en voie de disparition ». Réexamen et confirmation du statut en avril 2016.



## COSEPAC Résumé

### **Saumon sockeye** *Oncorhynchus nerka*

Population Sakinaw

#### **Description et importance de l'espèce sauvage**

Le présent rapport de situation évalue la population distincte de saumons rouges qui occupe le lac Sakinaw (ci-après « saumons rouges Sakinaw »), en Colombie-Britannique. L'électrophorèse des protéines et les analyses moléculaires de l'ADN indiquent que le saumon rouge Sakinaw forme une population génétiquement distincte et fortement isolée sur le plan reproductif par rapport aux autres populations de saumons rouges de la Colombie-Britannique. Le saumon rouge Sakinaw montre également des caractéristiques du cycle vital différentes, notamment une entrée en milieu fluvial hâtive et sur une longue période, une résidence prolongée dans le lac avant la fraye, une petite taille corporelle, une faible fécondité et des smolts de grande taille, ce qui indique que la population de saumons rouges du lac Sakinaw constitue une population distincte des autres populations dans l'évolution et doit donc être considérée comme une unité désignable (UD).

La conservation du saumon rouge du lac Sakinaw est hautement prioritaire pour la Première Nation de Sechelt parce que les individus se reproduisent dans le territoire traditionnel de la bande. Le saumon rouge peut aussi jouer un rôle important dans le maintien de la productivité de l'écosystème du lac Sakinaw en y apportant des nutriments provenant de la mer, ce qui contribue au réseau trophique du lac.

#### **Répartition**

Le saumon rouge Sakinaw est endémique au Canada. Il se reproduit exclusivement dans le lac Sakinaw, situé dans la péninsule Sechelt, qui borde le détroit de Georgia, et y demeure deux ou trois ans (plus de la moitié de sa vie). Étant donné qu'il s'agit d'une espèce anadrome, il partage aussi des corridors de migration et des aires d'alimentation en mer, dans le Pacifique Nord, avec de nombreuses autres populations de saumons rouges.

## **Habitat**

Le saumon rouge Sakinaw a besoin d'un habitat convenable de fraye et de croissance des juvéniles dans le lac Sakinaw ainsi que d'un habitat d'alimentation dans le Pacifique Nord, où les smolts et les individus immatures peuvent atteindre leur taille adulte. Ils doivent aussi disposer de voies de passage pour se déplacer entre ces habitats. Le saumon rouge Sakinaw fraye exclusivement dans le lac, sur une ou deux frayères littorales avoisinant des ruisseaux ou des sources d'eaux souterraines.

## **Biologie**

La plupart des saumons rouges Sakinaw frayent de la fin novembre à la mi-décembre; tous meurent après la fraye et leurs carcasses sont dévorées ou se décomposent dans le lac. Les œufs et les alevins vésiculés demeurent enfouis dans le gravier pendant l'hiver. Les alevins émergent en mars et avril puis gagnent la zone limnétique où ils se nourrissent de zooplancton. Le moment de l'émergence des alevins est synchronisé avec la prolifération printanière du plancton. Pour assurer la synchronisation, il faut que le moment de la fraye et/ou la vitesse du développement embryonnaire soient génétiquement adaptés aux régimes de température du milieu de fraye.

La plupart des saumons rouges Sakinaw atteignent la maturité à l'âge de 4 ans (à la fin de leur quatrième année de vie), après avoir passé 2 hivers en mer. Ils migrent ensuite vers le continent et arrivent au lac Sakinaw de juin au début septembre. Les adultes sont petits à maturité comparativement aux adultes des autres populations de saumons rouges du Canada, et le taux fécondité se situe près de la limite inférieure de la fourchette de valeurs pour cette espèce.

## **Taille et tendances de la population**

De 1947 à 1987, les estimations du nombre d'adultes en cours de maturation entrant dans le lac Sakinaw se situaient en moyenne à 4 500 individus (fourchette de 750 à 16 000), sans tendance à la baisse. De 1987 à 2005, les effectifs ont considérablement chuté et, de 2006 à 2009, zéro ou un seul adulte a été dénombré à l'entrée dans le lac, puis la population a disparu du pays à l'état sauvage. Un programme d'élevage en captivité a débuté en 2002, ce qui a permis de conserver la population. Des adultes issus des lâchers d'écloserie ont commencé à revenir au lac Sakinaw en 2010, avec un total de 29 géniteurs recensés à la passe migratoire. De 2011 à 2014, une moyenne annuelle de 351 adultes (fourchette de 114 à 555) nés en captivité sont revenus au lac. Un certain nombre d'entre eux a frayé sur les frayères littorales historiques. Il est trop tôt pour déterminer si leur progéniture a réussi à revenir au lac pour y frayer.

## **Menaces et facteurs limitatifs**

Le rétablissement et la persistance de la population de saumons rouges Sakinaw sont menacés par deux principaux facteurs : la mortalité en milieu marin et la dégradation des milieux d'eau douce. Le faible taux de survie en mer et la mortalité par pêche demeurent les deux menaces les plus importantes. Il est évident que de nombreuses populations de saumons rouges du Pacifique Est ont souffert d'une diminution du taux de survie en mer pendant les années 1990. Les saumons rouges Sakinaw continuent d'être capturés dans les pêches et, compte tenu de leur très faible abondance, même une mortalité modeste attribuable à la pêche compromet la viabilité de la population.

## **Protection, statuts et classements**

Le COSEPAC a évalué le saumon rouge Sakinaw en 2002 et l'a désigné espèce en voie de disparition, mais le gouvernement du Canada ne l'a pas inscrit sur la liste des espèces en péril en vertu de la *Loi sur les espèces en péril* en 2005. La Politique du Canada pour la conservation du saumon sauvage du Pacifique a toutefois été adoptée pour préserver la viabilité à long terme des populations de saumons du Pacifique et leur habitat naturel. Une équipe de rétablissement du saumon rouge Sakinaw a été créée pour élaborer un plan de rétablissement; nombre de ses recommandations ont été mises en œuvre. Le plan, révisé et mis à jour récemment, continue d'appuyer la pêche prudente et le maintien du programme d'élevage en captivité. NatureServe a désigné le saumon rouge Sakinaw comme espèce en danger critique d'extinction (T1) en 2005, et l'American Fishery Society, comme espèce en voie de disparition en 2008.

## RÉSUMÉ TECHNIQUE

*Onchorhynchus nerka*

Saumon rouge – Population Sakinaw  
Sakinaw Sockeye Salmon – Sakinaw population

Répartition au Canada (province/territoire/océan) : Colombie-Britannique (lac Sakinaw, péninsule Sechelt); océan Pacifique

### Données démographiques

Durée d'une génération (généralement, âge moyen des parents dans la population; indiquer si une méthode d'estimation de la durée d'une génération autre que celle qui est présentée dans les lignes directrices de l'UICN [2011] est utilisée).	4 ans
Y a-t-il un déclin continu [observé, inféré ou prévu] du nombre total d'individus matures?	Non. La population a disparu du pays à l'état sauvage en 2009.
Pourcentage estimé du déclin continu du nombre total d'individus matures sur [cinq ans ou deux générations]	Il s'est produit un déclin du nombre d'individus matures de 100 % au cours des deux dernières générations.
Pourcentage [observé, estimé, inféré ou présumé] de [réduction ou d'augmentation] du nombre total d'individus matures au cours des [dix dernières années ou trois dernières générations].	Les effectifs des remontes d'adulte sauvages ont diminué de 100 % au cours des trois dernières générations.
Pourcentage [prévu ou présumé] de [réduction ou d'augmentation] du nombre total d'individus matures au cours des [dix prochaines années ou trois prochaines générations].	S.O. Il n'est pas clair si les géniteurs issus d'individus élevés en captivité peuvent se reproduire avec succès dans le milieu sauvage, et il est impossible de prédire les effectifs des remontes futures d'individus sauvages.
Pourcentage [observé, estimé, inféré ou présumé] [de réduction ou d'augmentation] du nombre total d'individus matures au cours de toute période de [dix ans ou trois générations] commençant dans le passé et se terminant dans le futur.	S.O. Il n'est pas clair si les géniteurs issus d'individus élevés en captivité peuvent se reproduire avec succès dans le milieu sauvage, et il est impossible de prédire les effectifs des remontes futures d'individus sauvages.
Est-ce que les causes du déclin sont a) clairement réversibles et b) comprises et c) ont effectivement cessé?	a. Non. Le faible taux de survie en mer n'est pas facilement réversible.  b. Non. Le mécanisme agissant sur le faible taux de survie en mer n'est pas compris.  c. Non. Le taux de survie en mer demeure faible.
Y a-t-il des fluctuations extrêmes du nombre d'individus matures?	No.

### Information sur la répartition

Superficie estimée de la zone d'occurrence	> 20 000 km <sup>2</sup>
--	--------------------------

Indice de zone d'occupation (IZO) (Fournissez toujours une valeur établie à partir d'une grille à carrés de 2 km de côté).	~ 4 km <sup>2</sup> d'après les frayères.
La population est-elle gravement fragmentée, c'est-à-dire que > 50 % de sa zone d'occupation totale se situe dans des parcelles d'habitat qui sont a) plus petites que la superficie nécessaire au maintien d'une population viable et b) éloignées les unes des autres par une distance supérieure à la distance de dispersion maximale présumée pour l'espèce?	a. Non, la population est endémique dans un seul lac. b. Non.
Nombre de « localités »* (utilisez une fourchette plausible pour refléter l'incertitude, le cas échéant)	Une (lac Sakinaw), mais une population de géniteurs est maintenue en captivité à l'écloserie Rosewall.
Y a-t-il un déclin [observé, inféré ou prévu] de la zone d'occurrence?	Inconnu, mais possible, compte tenu de la réduction des effectifs de la population.
Y a-t-il un déclin [observé, inféré ou prévu] de l'indice de zone d'occupation?	Oui, il s'est produit une diminution du nombre de frayères utilisées.
Y a-t-il un déclin [observé, inféré ou prévu] du nombre de sous-populations?	Non.
Y a-t-il un déclin [observé, inféré ou prévu] du nombre de localités*?	Non.
Y a-t-il un déclin [observé, inféré ou prévu] de [la superficie, l'étendue ou la qualité] de l'habitat?	Oui. La superficie de l'habitat de fraye convenable qui est disponible a considérablement diminué depuis 1979. Des efforts récents et continus sont toutefois déployés pour enlever les débris dans deux frayères littorales.
Y a-t-il des fluctuations extrêmes du nombre de sous-populations?	Non.
Y a-t-il des fluctuations extrêmes du nombre de « localités »*?	Non.
Y a-t-il des fluctuations extrêmes de la zone d'occurrence?	Inconnu.
Y a-t-il des fluctuations extrêmes de l'indice de zone d'occupation?	Non.

### Nombre d'individus matures dans chaque sous-population

Sous-population (utilisez une fourchette plausible)	
	Le nombre d'adultes sauvages qui reviennent frayer est inférieur à 250.
Total	< 250

\* Voir le [tableau 3](#) (Lignes directrices pour la modification de l'évaluation de la situation d'après une immigration de source externe).

### Analyse quantitative

La probabilité de disparition de l'espèce à l'état sauvage est d'au moins [20 % sur 20 ans ou 5 générations, ou 10 % sur 100 ans].	Une analyse quantitative n'a pas été effectuée, car la population a disparu du pays à l'état sauvage. Elle est actuellement maintenue par le biais d'un programme d'élevage en captivité.
--	---

### Menaces (réelles ou imminentes pour les populations ou leur habitat, de l'impact le plus élevé à l'impact le plus faible)

- i. Faible taux de survie en mer
- ii. Exploitation par pêche

Un calculateur des menaces a-t-il été rempli pour l'espèce, et dans l'affirmative, par qui? Non.

### Immigration de source externe (immigration de l'extérieur du Canada)

Statut des populations de l'extérieur les plus susceptibles de fournir des individus immigrants au Canada	L'UD se trouve seulement au Canada.
Une immigration a-t-elle été constatée?	Non.
Des individus immigrants seraient-ils adaptés pour survivre au Canada?	Non.
Y a-t-il suffisamment d'habitat disponible au Canada pour les individus immigrants?	Oui.
Les conditions se détériorent-elles au Canada?+	Oui. Le taux de survie en mer a diminué au sein de nombreuses populations de saumons rouges du sud de la Colombie-Britannique.
Les conditions de la population source se détériorent-elles?+	Oui. Le taux de survie en mer a diminué, et il y a perte d'habitat de fraye.
La population canadienne est-elle considérée comme un puits?+	S.O.
La possibilité d'une immigration depuis des populations externes existe-t-elle?	Non.

### Nature délicate de l'information sur l'espèce

L'information concernant l'espèce est-elle de nature délicate? Non.

### Historique du statut

COSEPAC :  
Espèce désignée « en voie de disparition » lors d'une évaluation d'urgence le 20 octobre 2002. Statut réexaminé et confirmé en mai 2003. Statut réexaminé lors d'une évaluation d'urgence le 20 avril 2006 et confirmé comme étant « en voie de disparition ». Réexamen et confirmation du statut en avril 2016.

+ Voir le [tableau 3](#) (Lignes directrices pour la modification de l'évaluation de la situation d'après une immigration de source externe)

**Statut et justification de la désignation :**

<b>Statut :</b> Espèce en voie de disparition	<b>Codes alphanumériques :</b> A2a; B2ab(ii,iii); D1
Justification de la désignation : Cette population a connu un déclin très important dans les années 1980 et 1990 en raison de sa faible survie en océan et de la surpêche. Un stock de géniteurs en provenance du lac Sakinaw a été maintenu dans le cadre d'un programme de reproduction en captivité, ce qui a permis de produire des alevins et des saumoneaux qui ont été relâchés dans le lac à partir de 2000. Malgré ces introductions, presque aucun adulte n'est retourné au lac entre 2006 et 2009. L'introduction des saumoneaux du programme de reproduction en captivité s'est poursuivie, et des adultes sont retournés au lac de 2010 à 2014. Certains de ces poissons ont réussi à frayer sur les plages utilisées historiquement pour le frai, démontrant ainsi que le programme connaissait un certain succès dans le ré-établissement de la population. Toutefois, le nombre de poissons éclos en milieu naturel est très faible. Les menaces liées au développement autour du lac, à la faible survie en océan et à la pêche demeurent.	

**Applicabilité des critères**

<b>Critère A :</b> Correspond au critère de la catégorie « espèce en voie de disparition », A2a, car les effectifs de la population sauvage ont diminué de 100 % au cours des 3 dernières générations.
<b>Critère B :</b> Correspond au critère de la catégorie « espèce en voie de disparition », B2ab(ii,iii), car l'IZO est de moins de 500 km <sup>2</sup> , la population existe dans moins de 5 localités, et il se produit un déclin continu de l'IZO et de la qualité de l'habitat.
<b>Critère C :</b> Sans objet.
<b>Critère D :</b> Correspond au critère de la catégorie « espèce en voie de disparition », D1, car le nombre de géniteurs sauvages est inférieur à 250.
<b>Critère E (Analyse quantitative) :</b> Une analyse quantitative n'a pas été effectuée.

## PRÉFACE

La dernière évaluation de la situation de la population de saumons rouges Sakinaw a été faite en 2002 (COSEWIC, 2003a), et cette dernière a alors été désignée « espèce en voie de disparition », mais le gouvernement du Canada ne l'a pas inscrite en 2005, bien qu'il se soit engagé à la protéger et à la reconstituer (Withler *et al.*, 2014). Une ébauche de plan de rétablissement a été préparée par une équipe de rétablissement (Sakinaw Sockeye Recovery Team, 2005). Bien qu'il n'ait pas été officiellement adopté, il a été partiellement mis en œuvre. Le but du plan était de stopper le déclin de la population de saumons rouges du lac Sakinaw et de reconstituer une population autosuffisante se reproduisant naturellement afin d'assurer la préservation des caractéristiques biologiques uniques de cette population. La mise en œuvre d'un programme d'élevage en captivité visant à accroître les effectifs de la population sauvage existante figurait parmi les mesures de rétablissement. Malheureusement, la population de saumons rouges sauvages du lac Sakinaw est devenue « espèce disparue du pays » entre 2006 et 2009, période au cours de laquelle les remontes annuelles vers le lac se chiffraient à zéro ou un individu. La réintroduction du saumon rouge Sakinaw par le biais d'un programme d'élevage en captivité mené à l'écloserie du ruisseau Rosewall, dans l'île de Vancouver, a débuté en 2002 avec une population fondatrice de 84 adultes capturés entre 2002 et 2005. Les premières remontes issues de ce programme se sont manifestées en 2010; 29 adultes sont parvenus au lac. Entre 2011 et 2014, une moyenne de 344 adultes sont revenus dans le lac chaque année. La production d'alevins en écloserie semble adéquate pour maintenir la population à ce niveau. La survie des alevins issus de la fraye naturelle dans le lac demeure faible, et le taux de survie subséquent en mer de tous les smolts demeure inférieur à 1 %, ce qui limite la capacité de la population de se reconstituer. Un résultat important est que la diversité de la population réintroduite de saumons rouges, bien que réduite dans une certaine mesure par rapport à la population d'origine, maintient une bonne partie de l'hétérozygotie observée dans le passé.



## HISTORIQUE DU COSEPAC

Le Comité sur la situation des espèces en péril au Canada (COSEPAC) a été créé en 1977, à la suite d'une recommandation faite en 1976 lors de la Conférence fédérale-provinciale sur la faune. Le Comité a été créé pour satisfaire au besoin d'une classification nationale des espèces sauvages en péril qui soit unique et officielle et qui repose sur un fondement scientifique solide. En 1978, le COSEPAC (alors appelé Comité sur le statut des espèces menacées de disparition au Canada) désignait ses premières espèces et produisait sa première liste des espèces en péril au Canada. En vertu de la *Loi sur les espèces en péril* (LEP) promulguée le 5 juin 2003, le COSEPAC est un comité consultatif qui doit faire en sorte que les espèces continuent d'être évaluées selon un processus scientifique rigoureux et indépendant.

## MANDAT DU COSEPAC

Le Comité sur la situation des espèces en péril au Canada (COSEPAC) évalue la situation, au niveau national, des espèces, des sous-espèces, des variétés ou d'autres unités désignables qui sont considérées comme étant en péril au Canada. Les désignations peuvent être attribuées aux espèces indigènes comprises dans les groupes taxinomiques suivants : mammifères, oiseaux, reptiles, amphibiens, poissons, arthropodes, mollusques, plantes vasculaires, mousses et lichens.

## COMPOSITION DU COSEPAC

Le COSEPAC est composé de membres de chacun des organismes responsables des espèces sauvages des gouvernements provinciaux et territoriaux, de quatre organismes fédéraux (le Service canadien de la faune, l'Agence Parcs Canada, le ministère des Pêches et des Océans et le Partenariat fédéral d'information sur la biodiversité, lequel est présidé par le Musée canadien de la nature), de trois membres scientifiques non gouvernementaux et des coprésidents des sous-comités de spécialistes des espèces et du sous-comité des connaissances traditionnelles autochtones. Le Comité se réunit au moins une fois par année pour étudier les rapports de situation des espèces candidates.

## DÉFINITIONS (2016)

Espèce sauvage	Espèce, sous-espèce, variété ou population géographiquement ou génétiquement distincte d'animal, de plante ou d'un autre organisme d'origine sauvage (sauf une bactérie ou un virus) qui est soit indigène du Canada ou qui s'est propagée au Canada sans intervention humaine et y est présente depuis au moins cinquante ans.
Disparue (D)	Espèce sauvage qui n'existe plus.
Disparue du pays (DP)	Espèce sauvage qui n'existe plus à l'état sauvage au Canada, mais qui est présente ailleurs.
En voie de disparition (VD)*	Espèce sauvage exposée à une disparition de la planète ou à une disparition du pays imminente.
Menacée (M)	Espèce sauvage susceptible de devenir en voie de disparition si les facteurs limitants ne sont pas renversés.
Préoccupante (P)**	Espèce sauvage qui peut devenir une espèce menacée ou en voie de disparition en raison de l'effet cumulatif de ses caractéristiques biologiques et des menaces reconnues qui pèsent sur elle.
Non en péril (NEP)***	Espèce sauvage qui a été évaluée et jugée comme ne risquant pas de disparaître étant donné les circonstances actuelles.
Données insuffisantes (DI)****	Une catégorie qui s'applique lorsque l'information disponible est insuffisante (a) pour déterminer l'admissibilité d'une espèce à l'évaluation ou (b) pour permettre une évaluation du risque de disparition de l'espèce.

\* Appelée « espèce disparue du Canada » jusqu'en 2003.

\*\* Appelée « espèce en danger de disparition » jusqu'en 2000.

\*\*\* Appelée « espèce rare » jusqu'en 1990, puis « espèce vulnérable » de 1990 à 1999.

\*\*\*\* Autrefois « aucune catégorie » ou « aucune désignation nécessaire ».

\*\*\*\*\* Catégorie « DSIDD » (données insuffisantes pour donner une désignation) jusqu'en 1994, puis « indéterminé » de 1994 à 1999. Définition de la catégorie (DI) révisée en 2006.



Environnement et  
Changement climatique Canada  
Service canadien de la faune

Environment and  
Climate Change Canada  
Canadian Wildlife Service

Canada

Le Service canadien de la faune d'Environnement et Changement climatique Canada assure un appui administratif et financier complet au Secrétariat du COSEPAC.

# Rapport de situation du COSEPAC

sur le

## **Saumon sockeye** *Oncorhynchus nerka*

Population Sakinaw

**au Canada**

2016

## TABLE DES MATIÈRES

DESCRIPTION ET IMPORTANCE DE L'ESPÈCE SAUVAGE.....	5
Nom et classification.....	5
Description morphologique.....	5
Structure spatiale et variabilité de la population.....	6
Unités désignables.....	10
Importance de l'espèce.....	11
RÉPARTITION.....	11
Aires de répartition mondiale et canadienne.....	11
Zone d'occurrence et zone d'occupation.....	12
HABITAT.....	14
Besoins en matière d'habitat.....	14
Caractéristiques limnologiques du lac Sakinaw.....	14
Habitat de fraye dans le lac Sakinaw.....	15
Tendances en matière d'habitat.....	15
BIOLOGIE.....	16
Formes.....	16
Cycle vital et reproduction.....	16
Alimentation et croissance.....	17
Physiologie et adaptabilité.....	18
Dispersion et migration.....	19
Relations interspécifiques.....	19
TAILLE ET TENDANCES DE LA POPULATION.....	20
Activités et méthodes d'échantillonnage.....	20
Population manipulée.....	23
Indices d'abondance des géniteurs.....	24
Fluctuations et tendances.....	25
Indices d'abondance des juvéniles.....	26
Effet d'une immigration de source externe.....	27
MENACES ET FACTEURS LIMITATIFS.....	27
Habitat d'eau douce.....	27
Facteurs naturels en mer.....	28
Pêches.....	29
Exposition aux fermes piscicoles.....	32
Introduction d'espèces.....	32
Nombre de localités.....	33

PROTECTION, STATUTS ET CLASSEMENTS .....	33
Statuts et protection juridiques .....	33
Statuts et classements non juridiques .....	34
Protection et propriété de l'habitat .....	34
REMERCIEMENTS ET EXPERTS CONTACTÉS .....	35
Experts contactés .....	35
SOURCES D'INFORMATION .....	36
SOMMAIRE BIOGRAPHIQUE DU RÉDACTEUR DU RAPPORT .....	43

### Liste des figures

Figure 1. Analyse par composantes principales (CP) de la distance génétique de Cavalli-Sforza et Edwards entre populations de saumons rouges de la partie centrale de la côte, fondée sur la différenciation à 10 loci d'ADN microsatellite (tiré de Nelson <i>et al.</i> , 2003). Les diagrammes circulaires indiquent les fréquences relatives des haplotypes de l'ADN mitochondrial (haplotype n° 1 représenté en blanc, haplotype n° 5 en gris, tous les autres haplotypes en noir). Les populations du fleuve Fraser sont incluses dans la comparaison parce qu'elles ont fourni les individus utilisés dans les tentatives de translocation dans le lac Sakinaw (tiré de Murray et Wood, 2002).....	7
Figure 2. Aire de répartition naturelle du saumon rouge et du kokani en Amérique du Nord (zone ombrée, d'après Wood, 1995).....	12
Figure 3. Le lac Sakinaw, ses affluents et les frayères littorales du saumon rouge : frayère n° 1 (ruisseau Sharon's); frayère n° 2 (ruisseau Haskins); frayère n° 3 (baie du ruisseau Ruby); frayère n° 4 (baie du ruisseau Kokomo) et frayère n° 5 (Prospectors) (tiré de DFO, 2015). .....	13
Figure 4. Estimations annuelles de l'abondance des adultes dans la population de saumons rouges Sakinaw de 1947 à 2014 et estimations des échappées lissées suivant une moyenne mobile sur 4 ans. Les estimations de l'abondance de 2010 à 2014 reflètent les retours de saumons d'écloserie.....	24
Figure 5. Tendances de l'abondance des saumons rouges Sakinaw adultes au cours des trois dernières générations, de 1999 à 2014.....	26
Figure 6. Route principale de migration des adultes (lignes pointillées) et emplacement des pêches visant les populations de saumons rouges ne venant pas du Fraser (Nimpkish, Heydon, Fulmore, Phillips, Village Bay et Sakinaw). Le saumon rouge du lac Sakinaw est récolté surtout dans les pêches au filet du détroit de Johnstone et du chenal Sabine (tiré de Murray et Wood, 2002). .....	30

### Liste des tableaux

Tableau 1. Indice $F_{st}$ par paire pour l'ADN mitochondrial (ADNmt; sous la diagonale, tiré de Murray et Wood, 2002) et l'ADN microsatellite (ADN $\mu$ sat; au-dessus de la diagonale, tiré de Nelson <i>et al.</i> , 2003).....	8
---	---

Tableau 2.	Indice $F_{st}$ par paire pour 14 loci d'ADN microsatellite de populations de saumons rouges des côtes sud et centrale de la Colombie-Britannique (R. Withler, données inédites, 2015), de la côte ouest de l'île de Vancouver (COIV) et de la côte est de l'île de Vancouver (CEIV).....	8
Tableau 3.	Effectifs estimés du saumon rouge du lac Sakinaw de 1947 à 2014 et lâchers d'alevins (juvéniles présents dans le lac) et de smolts (juvéniles quittant le lac) après le lancement d'un programme d'élevage en captivité pour accroître la population.....	21

## DESCRIPTION ET IMPORTANCE DE L'ESPÈCE SAUVAGE

### Nom et classification

Le saumon rouge (*Oncorhynchus nerka* Walbaum 1792) fait partie de l'ordre des Salmoniformes, famille des Salmonidés. Il est l'une des sept espèces du genre *Oncorhynchus* au Canada, dont cinq sont des saumons du Pacifique, et deux, des truites (Smith et Stearley, 1989; Stearley et Smith, 1993). Le nom scientifique du genre, *Oncorhynchus*, provient des racines grecques *onchos* (crochet) et *rynchos* (museau), et le nom de l'espèce, *nerka*, est le nom commun russe la désignant (Hart, 1973). Le nom commun sockeye, une déformation du mot salish du littoral *sukkai* (Hart, 1973), est l'un des deux noms communs les plus fréquemment utilisés pour désigner l'espèce, l'autre étant saumon rouge. Parmi ses noms communs, mentionnons les suivants : pour la forme anadrome, *red salmon* (Alaska), *blueback salmon* (fleuve Columbia), *nerka* et *krasnaya ryba* (Russie), et *benizake* et *benimasu* (Japon) (Burgner, 1991); pour la forme non anadrome, kokani et, en anglais, *little redfish* et *kokanee* (Scott et Crossman, 1973). Le nom commun anglais est *sockeye*.

### Description morphologique

Comme tous les saumons du Pacifique, le saumon rouge se distingue des autres espèces de la famille des Salmonidés par sa nageoire anale pourvue de 13 à 19 rayons, et des autres espèces de saumons du Pacifique, par les 28 à 40 branchicténies longues, minces et très rapprochées sur le premier arc branchial, le nombre relativement peu élevé (45 à 115) de cæca pyloriques et les fines mouchetures noires sur le dos (Hart, 1973; Mecklenburg *et al.*, 2002). Le corps des juvéniles est élancé et allongé; il porte des marques de tacon de forme elliptique ou ovale dont le prolongement est très faible ou nul sous la ligne latérale. Le corps des adultes est argenté, élancé et fusiforme; le dos porte des mouchetures vert-bleu pâle, les flancs sont argentés et la face ventrale est blanche. Pendant la maturation, la couleur et la forme du corps changent de façon dramatique : la tête devient vert pâle alors que le corps prend une couleur rouge brunâtre terne qui peut tourner à l'écarlate brillant chez certaines populations. Les mâles développent de grosses dents, une mâchoire en forme de crochet et une bosse sur le dos, alors que le corps des femelles garde dans une large mesure la forme du stade en mer. Le saumon rouge peut atteindre une longueur totale de 84 cm et peser jusqu'à 7 kg, mais la taille à la reproduction varie selon l'âge où il atteint la maturité; tant l'âge à la maturité que la taille atteinte aux différents âges varient largement d'une population à l'autre (Foerster, 1968). Le saumon rouge Sakinaw atteint un poids moyen de 2 kg (Murray et Wood, 2002). Les mâles précoces (*jacks*), qui passent un seul hiver en mer, sont communs dans certaines populations (Burgner, 1991). Par ailleurs, les kokanis sont en général plus petits à la maturité et ne sont pas toujours brillamment colorés parce qu'ils se nourrissent de petits organismes zooplanctoniques dulcicoles tout au long de leur vie. Des kokanis se trouvent aussi dans le lac Ruby, un affluent du lac Sakinaw. Des descriptions détaillées du saumon rouge sont présentées dans Foerster (1968), Hart (1973), Burgner (1991) et Gustafson *et al.* (1997).

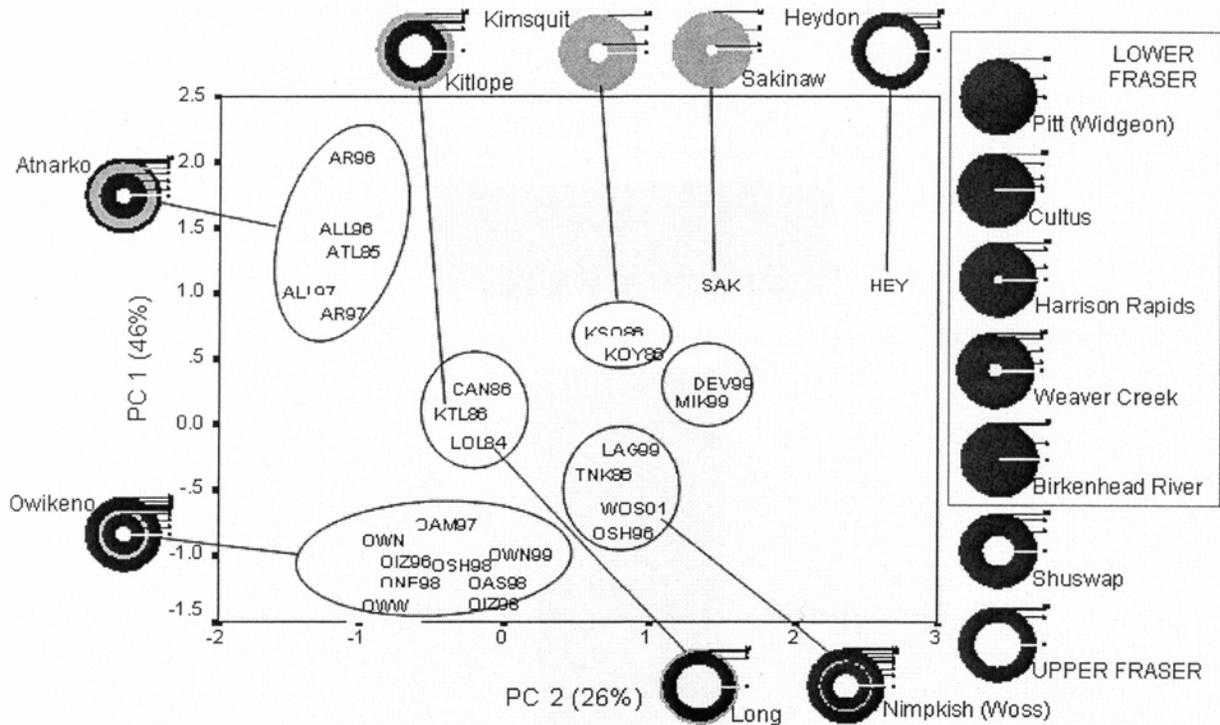
## Structure spatiale et variabilité de la population

À l'instar de la plupart des saumons, le saumon rouge forme des populations isolées sur le plan reproductif; cependant, les populations de saumons rouges sont distinctes à une échelle géographique beaucoup plus petite que la plupart des autres espèces de saumons (Wood, 1995). Cette situation est due au fait que les saumons rouges juvéniles croissent en général dans des lacs de séjour, qui sont par leur nature même des endroits séparés et géographiquement isolés, souvent très différents du point de vue de leurs caractéristiques physiques et biotiques (p. ex. température, régimes hydriques, nutriments, pénétration de la lumière et productivité primaire, compétiteurs et prédateurs, parasites et maladies, et facteurs agissant sur la migration anadrome). L'isolement reproductif entre les populations de saumons rouges habitant des milieux lacustres différents favorise l'évolution d'adaptations uniques aux écosystèmes d'eau douce locaux. Par conséquent, les populations de saumons rouges peuvent différer considérablement par leurs caractéristiques biologiques et phénotypiques (question traitée dans Foerster, 1968, et dans Burgner, 1991).

### Preuves de l'isolement reproductif du saumon rouge Sakinaw

Plusieurs études des variations génétiques dans les alloenzymes (Wood *et al.*, 1994), l'ADN microsatellite (ADN $\mu$ sat; Nelson *et al.*, 2003; Withler, données inédites) et l'ADN mitochondrial (ADNmt; Murray et Wood, 2002; Wood, données inédites) ont démontré la présence d'un isolement reproductif important entre le saumon rouge Sakinaw et d'autres populations de saumons rouges anadromes de la région (figure 1). L'indice  $F_{ST}$  par paire (mesure de la différenciation génétique entre populations) fondé sur la comparaison entre les fréquences des allèles à 10 loci d'ADN $\mu$ sat observées chez le saumon rouge du lac Sakinaw et celles observées chez les populations de saumons rouges les plus proches s'échelonne entre 0,06 (lac Koeve, zone statistique 9) et 0,13 (lac Heydon, zone statistique 13, et rivière Nimpkish [lac Woss], zone statistique 12) (tableau 1, au-dessus de la diagonale; certains de ces lacs sont représentés à la figure 1). Ces valeurs (0,06 à 0,13) sont élevées comparativement à celles observées chez d'autres espèces de salmonidés pour des distances comparables, et elles donnent à penser que les individus issus d'autres populations ayant migré dans le lac Sakinaw ont très rarement réussi à se reproduire. Une étude plus récente fondée sur 14 loci d'ADN $\mu$ sat a révélé des fréquences alléliques chez le saumon rouge du lac Sakinaw et les populations de lacs voisins s'échelonnant entre 0,03 (lac Village Bay) et 0,18 (lac Heydon) dans le cas d'un échantillon prélevé en 1988 dans le lac Sakinaw, et entre 0,04 (lac Village Bay) et 0,19 (lac Heydon), dans le cas d'échantillons prélevés dans la population réintroduite dans le lac Sakinaw (2011-2013), ce qui renforce les constats antérieurs d'un important isolement reproductif (tableau 2).

À une exception près, l'indice  $F_{ST}$  par paire fondé sur la comparaison des fréquences d'haplotypes de l'ADNmt (tableau 1, sous la diagonale) s'échelonne de 0,33 (réseau de la rivière Atnarko, zone statistique 8) à 0,60 (lac Heydon). L'exception est la population du lac Kimsquit, que l'on ne peut pas différencier sur la base de l'ADNmt ( $F_{ST} = 0,0$ , tableau 1); cependant, une très grande différence dans les fréquences alléliques (16 % contre 66 %) au locus *PGM-1*, et des différences plus petites à deux autres loci d'alloenzymes (Wood *et al.*, 1994), combinées aux différences dans l'ADN $\mu$ sat figurant au tableau 1 ( $F_{ST} = 0,09$ ), révèlent qu'il s'agit d'une coïncidence dans la dérive génétique aléatoire.



**Veillez voir la traduction française ci-dessous :**

- Upper Fraser = Haut Fraser
- Lower Fraser = Bas Fraser
- Harrison Rapids = Rapides Harrison
- Weaver Creek = Ruisseau Weaver
- Birkenhead River = Rivière Birkenhead
- PC 1 (46%) = CP 1 (46 %)
- PC 2 (26%) = CP 2 (26 %)

Figure 1. Analyse par composantes principales (CP) de la distance génétique de Cavalli-Sforza et Edwards entre populations de saumons rouges de la partie centrale de la côte, fondée sur la différenciation à 10 loci d'ADN microsatellite (tiré de Nelson *et al.*, 2003). Les diagrammes circulaires indiquent les fréquences relatives des haplotypes de l'ADN mitochondrial (haplotype n° 1 représenté en blanc, haplotype n° 5 en gris, tous les autres haplotypes en noir). Les populations du fleuve Fraser sont incluses dans la comparaison parce qu'elles ont fourni les individus utilisés dans les tentatives de translocation dans le lac Sakinaw (tiré de Murray et Wood, 2002).

**Tableau 1. Indice  $F_{st}$  par paire pour l'ADN mitochondrial (ADNmt; sous la diagonale, tiré de Murray et Wood, 2002) et l'ADN microsatellite (ADN $\mu$ sat; au-dessus de la diagonale, tiré de Nelson *et al.*, 2003).**

Population	Taille de l'échantillon		Numéro de la population																					
	ADNmt	ADN $\mu$ sat	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	
1 Haut Fraser	158		0																					
2 Shuswap	19		0,06	0																				
3 Rivière Birkenhead	25		0,36	0,39	0																			
4 Ruisseau Weaver	23		0,25	0,04	0,45	0																		
5 Rapides Harrison	25		0,22	0,07	0,18	0,10	0																	
6 Cultus	25		0,36	0,24	0,48	0,15	0,25	0																
7 Pitt (Widgeon)	13		0,53	0,40	0,84	0,20	0,43	0,52	0															
8 Sakinaw	27	113	0,51	0,56	0,79	0,55	0,61	0,60	0,86	0	0,13	0,13	0,08	0,09	0,06	0,12	0,09	0,11	0,10	0,13	0,11	0,10	0,09	
9 Heydon	24	34	0,10	0,11	0,60	0,22	0,35	0,30	0,60	0,60	0	0,14	0,11	0,12	0,13	0,17	0,15	0,15	0,09	0,16	0,11	0,11	0,12	
10 Nimpkish	24	50	0,17	0,03	0,47	0,04	0,18	0,23	0,32	0,47	0,11	0	0,06	0,03	0,08	0,10	0,11	0,11	0,08	0,11	0,04	0,10	0,10	
11 Long	25	51	-0,01	0,09	0,42	0,28	0,24	0,36	0,65	0,56	0,11	0,18	0	0,04	0,06	0,08	0,06	0,07	0,05	0,10	0,05	0,08	0,08	
12 Owikeno	59	104	0,20	0,05	0,38	0,03	0,14	0,20	0,25	0,38	0,16	0,02	0,20	0	0,06	0,08	0,09	0,06	0,05	0,06	0,04	0,09	0,09	
13 Koeeye		80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0,09	0,09	0,07	0,07	0,10	0,07	0,08	0,08	
14 Rivière Atnarko	79	52	0,26	0,09	0,44	0,06	0,19	0,25	0,22	0,33	0,21	0,04	0,26	0,04	0,00	0	0,15	0,11	0,08	0,09	0,08	0,12	0,11	
15 Kimsquit	13	62	0,41	0,39	0,72	0,42	0,49	0,48	0,81	0,00	0,43	0,31	0,39	0,27	0,24	-	0	0,15	0,08	0,12	0,07	0,12	0,14	
16 Tankeeah		78	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0,06	0,12	0,12	0,11	0,10	
17 Lagoon		50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0,09	0,07	0,08	0,09	
18 Canoona		79	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0,08	0,14	0,15	
19 Kitlope	15	41	0,02	0,04	0,36	0,18	0,15	0,27	0,59	0,45	0,13	0,10	-	0,02	0,11	0,16	-	0,25	-	-	-	0	0,10	0,11
20 Mikado		62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0,00
21 Devon		100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0

**Tableau 2. Indice  $F_{st}$  par paire pour 14 loci d'ADN microsatellite de populations de saumons rouges des côtes sud et centrale de la Colombie-Britannique (R. Withler, données inédites, 2015), de la côte ouest de l'île de Vancouver (COIV) et de la côte est de l'île de Vancouver (CEIV).**

Population	N°	Nom	Côte sud				COIV		CEIV		Fraser						
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Lac Sakinaw 1988	-	0,0178	0,110	0,026	0,194	0,169	0,137	0,140	0,128	0,082	0,063	0,230	0,177	0,101	0,114	0,095
1	Lac Sakinaw 2011-2013		0,190	0,118	0,041	0,210	0,187	0,149	0,152	0,143	0,094	0,075	0,250	0,202	0,111	0,126	0,108
2	Lac Heydon	-		0,132	0,163	0,191	0,245	0,138	0,134	0,165	0,132	0,113	0,220	0,198	0,092	0,117	0,110
3	Rivière Phillips			-	0,103	0,194	0,172	0,114	0,112	0,090	0,070	0,076	0,236	0,153	0,079	0,094	0,081

Population		Côte sud				COIV		CEIV		Fraser								
N°	Nom	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
4	Lac Village Bay				-	0,200	0,144	0,105	0,108	0,120	0,071	0,056	0,226	0,163	0,085	0,098	0,080	
5	Lac Quatse					-	0,254	0,198	0,195	0,206	0,164	0,158	0,295	0,219	0,162	0,188	0,149	
6	Lac Schoen						-	0,147	0,158	0,198	0,146	0,153	0,340	0,238	0,151	0,195	0,175	
7	Lac Nimpkish							-	0,003	0,140	0,102	0,091	0,228	0,176	0,088	0,113	0,106	
8	Lac Woss								-	0,145	0,105	0,091	0,226	0,176	0,093	0,115	0,109	
9	Lac Bowron									-	0,053	0,079	0,245	0,121	0,084	0,079	0,075	
10	Cours inférieur de la Shuswap										-	0,044	0,198	0,105	0,048	0,060	0,053	
11	Rivière Pitt											-	0,150	0,123	0,031	0,049	0,043	
12	Marécage Widgeon (rivière Pitt)												-	0,268	0,176	0,169	0,161	
13	Lac Cultus													-	0,127	0,110	0,128	
14	Rivière Harrison														-	0,038	0,033	
15	Ruisseau Weaver																-	0,044
16	Rivière Birkenhead																	-

### Preuves de l'adaptation locale

Les lacs Sakinaw et Village Bay (île Quadra) abritent les deux seules populations de saumons rouges lacustres du détroit de Georgia à l'extérieur du bassin du Fraser. Le saumon rouge Sakinaw constitue une population qui se distingue des autres populations de saumons rouges présentes dans la région du Pacifique Nord-Ouest (données résumées par Gustafson *et al.*, 1997; Nelson *et al.*, 2003; Beacham *et al.*, 2006) par les caractéristiques suivantes : entrée en milieu fluvial hâtive et sur une longue période, résidence prolongée dans le lac avant la fraye, petite taille corporelle des adultes donnant lieu à une faible fécondité et à une faible taille des œufs, grande taille au moment de la smoltification et proportion inhabituelle de smolts d'âge 2+ malgré la grande taille des smolts d'âge 1+ qui quittent généralement le lac à l'âge d'un an. Ces caractéristiques sont décrites en détail dans la section **BIOLOGIE**.

L'adaptation locale explique l'échec général des tentatives de translocation de saumons rouges d'un système lacustre à un autre (Withler, 1982; Wood, 1995; Gustafson *et al.*, 1997; Withler *et al.*, 2000) ou de reconstitution de populations sauvages dans un habitat modifié (Williams, 1987). Les données sur l'ADN mitochondrial présentées par Murray et Wood (2002, tableau 1) fournissent une preuve solide de l'échec des cinq tentatives (chaque année de 1902 à 1906) de translocation dans le lac Sakinaw d'alevins de saumons rouges provenant de divers endroits du bas Fraser ainsi que du lac Shuswap. Seulement deux haplotypes d'ADNmt (lignées maternelles distinctes) ont été répertoriés chez le saumon rouge adulte se reproduisant dans le lac Sakinaw en 1988, 2000 et 2001. Ces deux haplotypes ont été nommés haplotype n° 5 et haplotype n° 1. L'haplotype n° 5 était prédominant chez le saumon rouge du lac Sakinaw à une fréquence de 88 % ( $\pm 12$  %, 19 fois sur 20), mais il était absent des échantillons provenant du fleuve Fraser, y

compris les échantillons provenant de tous les systèmes lacustres d'où provenaient les alevins transplantés. Sauf dans le cas de l'haplotype n° 1, aucun des haplotypes observés dans les systèmes lacustres d'où provenaient ces alevins (haplotypes n°s 1, 2, 3, 4 et 6) n'a été observé dans le lac Sakinaw. L'haplotype n° 1 est observé pratiquement partout dans l'aire de répartition asiatique et nord-américaine de l'espèce.

Pour étayer l'hypothèse selon laquelle le saumon rouge transplanté dans le lac Sakinaw pourrait avoir survécu, il faudrait démontrer que les échantillons d'ADNmt ne sont pas représentatifs et qu'un échantillonnage plus complet pourrait modifier les conclusions, ou encore que les populations du Fraser ayant fourni les alevins, qui auraient renfermé jadis une très forte proportion d'individus porteurs de l'haplotype n° 5, auraient vu ces derniers disparaître, ou encore que seule une minorité des poissons transplantés (ceux qui étaient porteurs de l'haplotype n° 1) auraient survécu dans le lac Sakinaw. Étant donné que les haplotypes ne diffèrent que pour quelques nucléotides redondants (troisièmes paires de bases), il est presque certain qu'ils ne sont pas exprimés dans le phénotype et seraient donc considérés comme « invisibles » (neutres) pour la sélection naturelle. Ces changements présumés dans les proportions des haplotypes ne pourraient donc être dus qu'au hasard (dérive génétique) et seraient extrêmement peu probables compte tenu du nombre de poissons transplantés (380 000 alevins sur cinq ans). Les résultats donnent à penser que la reconstitution de la population de saumons rouges Sakinaw au moyen de translocations d'alevins ne réussirait pas.

### **Unités désignables**

Pratiquement toutes les populations de saumons rouges du Canada, du sud-est de l'Alaska et du nord de l'État de Washington ont été établies après la dernière glaciation, qui a commencé il y a 60 000 à 70 000 ans pour atteindre son apogée il y a 18 000 à 23 000 ans (Wood *et al.*, 2008). D'après les indications géologiques et la répartition géographique des assemblages de poissons, McPhail et Lindsey (1970) ont conclu que les saumons du Pacifique ont persisté durant la dernière glaciation dans des refuges isolés situés dans la région de la mer de Béring (Béringie) et le sud de l'inlandsis de la Cordillère, dans la région du fleuve Columbia (Cascadia). Les tendances de variation des alloenzymes chez les populations canadiennes de saumons rouges donnent à penser que le saumon rouge a persisté dans au moins un autre refuge isolé sur la côte de la Colombie-Britannique (Wood *et al.*, 1994). Toutefois, les tentatives de translocation d'individus de diverses populations pour reconstituer ou rétablir les populations appauvries de saumons rouges du fleuve Fraser et du lac Sakinaw ont généralement échoué (Aro, 1979; Wood, 1995; Gustafson *et al.*, 1997; Withler *et al.*, 2000), ce qui confirme le caractère génétique unique de la population Sakinaw.

Le saumon rouge Sakinaw est considéré comme une unité désignable selon les lignes directrices du COSEPAC. L'électrophorèse des protéines et les analyses de l'ADN moléculaire révèlent que cette population est considérablement isolée sur le plan reproductif d'autres populations de saumons rouges; elle satisfait donc au critère du caractère distinct. Les caractéristiques de son cycle vital (entrée en milieu fluvial hâtive et sur une longue période, résidence prolongée dans le lac avant la fraye, petite taille

corporelle des adultes, faible fécondité, et grande taille des smolts) confirment son importance dans l'évolution. Les indications de flux génique très restreint entre la population Sakinaw et d'autres populations, ainsi que la distance la séparant de la plus proche population de saumons rouges existante, confirment également qu'il n'y a pratiquement pas de possibilité d'immigration naturelle de source externe à partir de populations voisines de saumons rouges. Toutes les tentatives passées de translocation de saumons rouges dans le lac Sakinaw ont presque certainement échoué. Par conséquent, le rétablissement d'une remonte de saumons rouges dans le lac Sakinaw si la population introduite disparaît est hautement improbable.

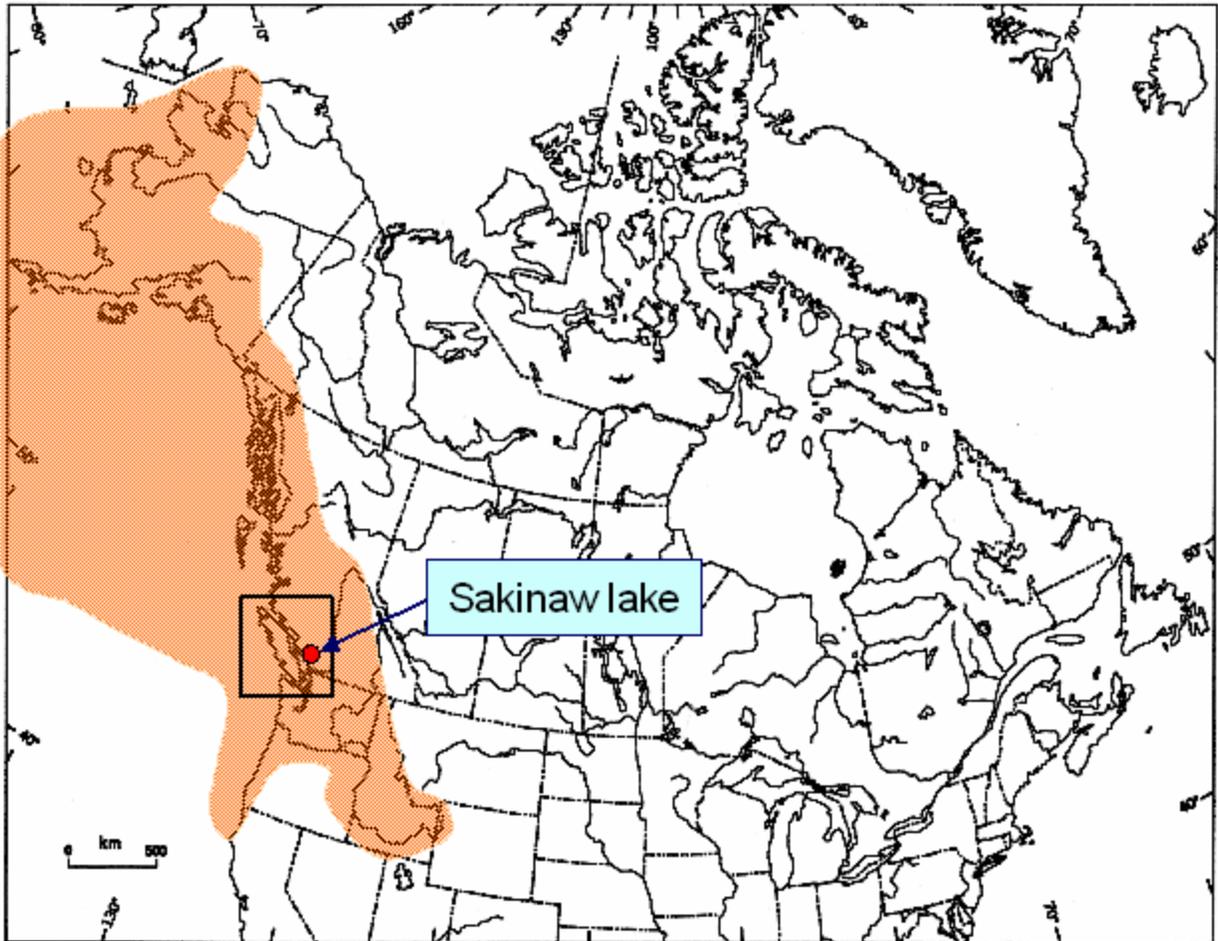
### **Importance de l'espèce**

Du point de vue économique, le saumon rouge, qui entre dans les prises des pêches commerciales, récréatives et autochtones de la côte du Pacifique de l'Amérique du Nord, est l'espèce de saumon du Pacifique la plus importante. Le nombre de populations a diminué dans les parties méridionales de l'aire de répartition de l'espèce. Des populations nord-américaines de saumons rouges sont actuellement considérées comme en voie de disparition dans trois localités, dont deux au Canada (lac Sakinaw et lac Cultus, en Colombie-Britannique; COSEWIC, 2003a,b) et une aux États-Unis (rivière Snake, en Idaho; NOAA, 2014). La population du lac Sakinaw constitue l'une des deux seules populations de saumons rouges anadromes lacustres se trouvant dans un tronçon de 200 km du détroit de Georgia (l'autre est la population du lac Village Bay, dans l'île Quadra, qui est situé 100 km plus loin, à l'extrémité nord du détroit). La conservation du saumon rouge Sakinaw est hautement prioritaire pour la Première Nation de Sechelt parce que ce saumon revient frayer dans leur territoire traditionnel. Le saumon rouge joue peut-être aussi un rôle important dans le maintien de la productivité de l'écosystème du lac en y important des nutriments du milieu marin. Les juvéniles contribuent à la complexité du réseau trophique du lac, car ils consomment des invertébrés et servent de proies à des poissons, à des oiseaux et à des mammifères indigènes. Les adultes qui reviennent dans le lac sont la proie de nombreuses espèces, notamment les loutres de rivière, les ours et les lamproies (qui les parasitent), et leurs carcasses fournissent de la nourriture au Pygargue à tête blanche et à d'autres espèces. Le saumon rouge Sakinaw joue donc un rôle important dans l'écologie de l'écosystème du lac.

## **RÉPARTITION**

### **Aires de répartition mondiale et canadienne**

Le saumon rouge du lac Sakinaw se reproduit uniquement dans ce lac de la péninsule Sechelt, située dans le détroit de Georgia (Colombie-Britannique) (figure 2). Il est donc endémique au Canada. Cependant, il partage avec de nombreuses autres populations de saumons rouges ses corridors de migration en mer et ses aires d'alimentation dans le Pacifique Nord.



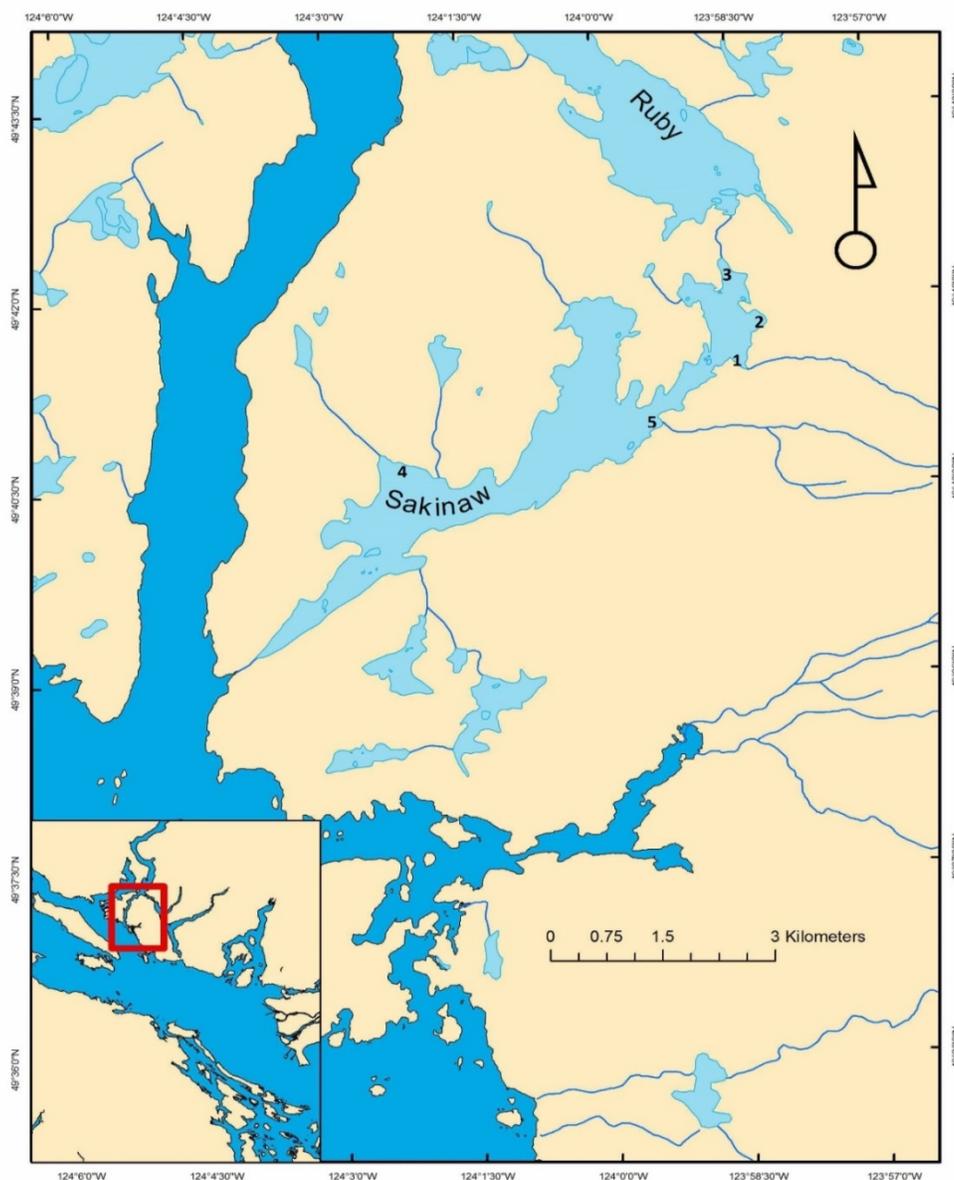
Veillez voir la traduction française ci-dessous :  
 Sakinaw Lake = Lac Sakinaw

Figure 2. Aire de répartition naturelle du saumon rouge et du kokani en Amérique du Nord (zone ombrée, d'après Wood, 1995).

### Zone d'occurrence et zone d'occupation

Comme la plupart des populations de saumons rouges du Pacifique Nord-Est, le saumon rouge Sakinaw migre vers la haute mer, où il évolue dans le sens antihoraire avant de revenir à son lieu de naissance pour frayer et mourir (Burgner, 1991). Les résultats de récentes études de marquage confirment que la plupart des individus se sont déplacés directement vers le nord après avoir quitté le lac, sortant du détroit de Georgia par les détroits de Johnstone et de la Reine-Charlotte (Wood *et al.*, 2011). Un petit nombre de smolts marqués ont migré vers le sud par le détroit de Juan de Fuca. La zone d'occurrence du saumon rouge Sakinaw dans l'océan Pacifique dépasse facilement 20 000 km<sup>2</sup> (figure 2).

La fraye du saumon rouge Sakinaw a été observée dans au moins 5 frayères littorales du lac (figure 3). Toutefois, dans les dernières années, la fraye n'a eu lieu que dans une seule frayère (ruisseau Sharon's). Dans l'hypothèse de la présence d'une frayère littorale dans une grille à carrés de 2 km de côté du COSEPAC, l'IZO était de 20 km<sup>2</sup> dans le passé, alors qu'elle est de 4 km<sup>2</sup> à l'heure actuelle.



**Veillez voir la traduction française ci-dessous :**

Kilometers = Kilomètres

0.75; 1.5 = 0,75; 1,5

Figure 3. Le lac Sakinaw, ses affluents et les frayères littorales du saumon rouge : frayère n° 1 (ruisseau Sharon's); frayère n° 2 (ruisseau Haskins); frayère n° 3 (baie du ruisseau Ruby); frayère n° 4 (baie du ruisseau Kokomo) et frayère n° 5 (Prospectors) (tiré de DFO, 2015).

## HABITAT

### Besoins en matière d'habitat

Les besoins du saumon rouge Sakinaw en matière d'habitat sont en général les mêmes que ceux des saumons rouges d'autres populations (voir Foerster, 1968; Burgner, 1991). Le saumon rouge Sakinaw a besoin d'un habitat convenable pour la fraye et la croissance des juvéniles dans le lac Sakinaw, où il se reproduit, ainsi que d'un habitat dans le Pacifique Nord, où il peut s'alimenter et atteindre sa taille adulte. Il doit également disposer d'une voie de passage pour se déplacer librement entre ces deux habitats. Les smolts en migration vers la mer doivent traverser les détroits de Georgia et de Johnstone ou de Juan de Fuca pour atteindre le Pacifique Nord, où ils passent deux étés avant de retourner au lac Sakinaw par le même chemin. Dans l'océan, les saumons rouges se tiennent en général dans les eaux fraîches (2 à 7 °C) de la surface (à moins de 15 m de profondeur), et ceux de la Colombie-Britannique demeurent habituellement au nord du 48<sup>e</sup> degré nord de latitude et à l'est du 160<sup>e</sup> degré ouest de longitude (French *et al.*, 1976). Leur survie dépend des conditions existantes dans tous ces habitats.

### Caractéristiques limnologiques du lac Sakinaw

Le lac Sakinaw a une superficie de seulement 6,9 km<sup>2</sup> et un périmètre de 35 km (Shortreed *et al.*, 2003). Il comprend deux bassins distincts, séparés au niveau de la frayère littorale n° 1 (figure 3). Le bassin inférieur, le plus grand, atteint une profondeur maximale de 140 m, sa profondeur moyenne étant de 43 m. Le bassin supérieur est petit et peu profond, avec une profondeur maximale de 40 m seulement. Dans les deux bassins, l'eau est claire, la zone euphotique s'étendant jusqu'à un peu plus de 15 m (Shortreed *et al.*, 2003). Le bassin versant entier mesure seulement 64 km<sup>2</sup>, mais englobe plusieurs petits cours d'eau et lacs, dont le plus grand, le lac Ruby, a une profondeur maximale de 112 m.

Les conditions chimiques, la température et la salinité de l'eau observées au lac Sakinaw sont inhabituelles parce qu'il s'agit d'un plan d'eau méromictique dans lequel une couche d'eau douce de 30 m recouvre des eaux salées chaudes et anoxiques (Northcote et Johnson, 1964); cette configuration empêche le mélange saisonnier des eaux et crée une forte stratification thermique (Hutchinson, 1957; Walker et Likens, 1975). En été, l'épilimnion s'étend jusqu'à 7 m de profondeur et devient trop chaud pour le saumon rouge, mais, entre 7 et 30 m, une couche d'eau fraîche, bien oxygénée et riche en zooplancton, constitue un habitat très propice à la croissance des saumons rouges juvéniles (Shortreed *et al.*, 2003). La productivité primaire totale dans le lac Sakinaw est plus élevée que dans d'autres lacs côtiers de la Colombie-Britannique, mais plus faible que dans la plupart des lacs du réseau du Fraser, y compris le lac Cultus (Shortreed *et al.*, 2003). La concentration de matières totales dissoutes se situe entre 113 et 140 ‰. Entre 30 et 60 m, la température, la salinité et la conductivité de l'eau augmentent toutes de façon marquée en fonction de la profondeur. La température passe de 5 °C à un maximum de 9 °C à 60 m. La salinité continue d'augmenter légèrement avec la profondeur jusqu'à une valeur maximale légèrement supérieure à 11 ‰. Une forte odeur de sulfure d'hydrogène se dégage des

échantillons d'eau prélevés à plus de 30 m de profondeur, et les échantillons prélevés à plus de 60 m peuvent écumer lorsqu'ils sont ramenés à la surface. Il ne semble pas y avoir intrusion d'eau de mer dans le bassin supérieur.

### **Habitat de fraye dans le lac Sakinaw**

Le saumon rouge Sakinaw fraye presque exclusivement dans le lac, en bordure du rivage. D'après un relevé effectué sur le rivage en 1979, seule une petite partie du rivage offre un habitat convenable à la fraye. Aucune grande frayère n'a été repérée dans le bassin inférieur (principal), et les recherches subséquentes y ont été centrées sur deux petites aires de fraye. À toutes les frayères, la fraye se déroulait à des profondeurs allant de 0,25 à 25 m, le plus grand nombre de nids se trouvant entre 3 et 10 m de profondeur. Toutes les frayères principales se trouvaient près de ruisseaux ou de sources évidentes d'eaux souterraines. Il y avait de nettes indications de dégradation de l'habitat étant donné que toutes les frayères étaient jonchées de débris ligneux laissés par l'inondation du lac en 1952 et que des plantes aquatiques croissaient jusqu'à une profondeur de 3 m dans la frayère n° 5 (Prospectors). La plupart des géniteurs ont été observés dans le bassin supérieur du lac, et presque tous (95 %) se trouvaient dans le secteur qui aurait été le plus touché par un projet d'aménagement de l'avant-plage des frayères n°s 1 et 2 (figure 3). Des relevés récents des frayères littorales indiquent que seule la frayère n° 1 (ruisseau Sharon's) continue d'être utilisée régulièrement (Sakinaw Sockeye Recovery Team, 2013).

### **Tendances en matière d'habitat**

La dégradation de l'habitat, causée par les débris ligneux et l'envasement, a été le plus marquée avant le relevé effectué par des plongeurs en 1979; mais elle a continué (Murray et Wood, 2002). Des relevés effectués par des plongeurs en 1999 et en 2000 ont révélé que le saumon rouge n'utilisait plus que 15 % de la superficie de la frayère n° 1 (900 m<sup>2</sup> comparativement à 6 000 m<sup>2</sup>). La frayère n° 2 n'était plus utilisée, et l'habitat convenable y a été réduit des trois quarts depuis 1979 (1 500 m<sup>2</sup> comparativement à 6 000 m<sup>2</sup>).

Un projet de restauration de l'habitat de fraye à la plage Haskins (frayère n° 2) a été exécuté en 2000. Les endroits où se produisait une remontée d'eaux souterraines ont été circonscrits, puis une plage artificielle a été aménagée au moyen de cailloux de drainage. La remontée d'eaux souterraines a traversé le nouveau gravier de limon, mais les géniteurs ont utilisé seulement la frayère n° 1 au cours des années subséquentes (Murray et Wood, 2002). Néanmoins, les travaux de restauration des frayères littorales se poursuivent (Sakinaw Sockeye Recovery Team, 2013).

La croissance et la survie en mer des saumons du Pacifique peuvent être affectées par des épisodes périodiques de réchauffement des eaux à l'échelle locale (El Niño) et par des changements dans les conditions du milieu océanique dans le Pacifique Nord (p. ex. Francis, 1993; Beamish *et al.*, 1997; Mueter *et al.*, 2002a, 2002b). McKinnell *et al.* (2011) fournit des éléments de preuve à l'appui d'un changement du régime océanique en 1989 qui a mené à une réduction de la survie du saumon rouge du Fraser et probablement aussi du saumon rouge Sakinaw.

## BIOLOGIE

Les ouvrages sur la biologie du saumon rouge sont nombreux, mais il existe plusieurs compendiums utiles, notamment Foerster (1968), Burgner (1991) et Gustafson *et al.* (1997). L'essentiel de la présente section repose sur ces rapports.

### Formes

Le saumon rouge est une espèce anadrome. Il fraye principalement en milieu fluvial, bien que, chez certaines populations, comme le saumon rouge Sakinaw, la fraye a lieu dans les lacs où les juvéniles se développent. Toutefois, il existe aussi des formes non anadromes, qui se développent, frayent et meurent en eau douce sans jamais se rendre dans l'océan. Ces formes portent le nom de « kokanis » lorsqu'elles sont génétiquement distinctes du saumon rouge anadrome, ou de « saumons rouges résidents » lorsqu'il s'agit de la progéniture (surtout mâle) de saumons rouges anadromes. Quelques mâles non anadromes ont été trouvés dans le lac Sakinaw, mais on ne sait pas encore s'il s'agit de saumons résidents ou de kokanis. De plus, les kokanis sont reconnus comme étant relativement abondants dans le lac Ruby, et il se pourrait que des juvéniles du lac Ruby passent dans le lac Sakinaw.

### Cycle vital et reproduction

Le saumon rouge arrive dans le lac Sakinaw tout au long de l'été, de juin à septembre, le pic de la migration ayant été observé entre le 20 juillet et le 17 août sur une période de 40 ans. La fraye commence à l'automne et atteint un sommet à la fin de novembre; elle commence et se termine en moyenne entre le 20 octobre et le 11 décembre. Ce comportement, caractérisé par une remonte hâtive, la privation de possibilités d'alimentation dans l'océan et un séjour de trois ou quatre mois dans le lac d'origine avant la fraye, est atypique chez le saumon rouge, mais il n'est pas rare dans les lacs côtiers et semble correspondre à une adaptation aux régimes de température. (Hodgson et Quinn, 2002).

Chez le saumon rouge, le taux de fécondité est élevé (2 000 à 5 200 œufs) et les œufs sont de petite taille (5,3 à 6,6 mm de diamètre) comparativement à ceux des autres saumons de même taille (Burgner, 1991). Chez la population du lac Sakinaw, la fécondité et la taille des adultes se situent au bas de la fourchette pour le saumon rouge (voir Murray et Wood, 2002; Gustafson *et al.*, 1997). Il se peut que le saumon rouge Sakinaw ait acquis sa taille et sa période de remonte par évolution; en réponse aux propriétés hydrologiques et à l'emplacement uniques du lac Sakinaw, il aurait développé une migration de courte durée et l'accès au lac seulement pendant des conditions d'écoulement de l'eau précises.

Le saumon rouge du lac Sakinaw a besoin d'un habitat convenable à l'incubation dans le lac de séjour, situé en général le long du rivage dans les secteurs où se produisent des remontées d'eaux souterraines près de cônes alluviaux. L'habitat choisi pour l'incubation a une incidence sur la disponibilité de l'oxygène dissous et le régime thermique (et par conséquent sur le taux de développement) pendant l'incubation, ainsi que sur l'exposition aux prédateurs et l'accès au lac de séjour. Des expériences ont confirmé que le moment de la fraye et le comportement d'orientation (rhéotaxie) des alevins au moment de l'émergence correspondent à des adaptations génétiques aux conditions locales chez le saumon rouge (Raleigh, 1967; Brannon, 1967, 1972, 1987).

La plupart des saumons rouges anadromes du lac Sakinaw atteignent la maturité et reviennent frayer à l'âge de 4 ans (à la fin de leur quatrième année de vie) après avoir passé 2 hivers en mer. La durée d'une génération est de 4 ans. La composition par âge du groupe de géniteurs d'une année de ponte s'établit en moyenne comme suit : 3 % d'individus de 3 ans, 87 % d'individus de 4 ans et 10 % d'individus de 5 ans. Malgré leur grande taille au moment de la smoltification, les saumons rouges du lac Sakinaw sont petits à la maturité comparativement à ceux des autres populations de saumons rouges du Canada et du nord-ouest du Pacifique, probablement en raison de la courte période de résidence en mer (Gustafson *et al.*, 1997).

### **Alimentation et croissance**

Dans toute l'aire de répartition de l'espèce, les alevins du saumon rouge émergent en général lorsqu'ils atteignent une longueur de 25 à 32 mm. Au début, les alevins nageants se nourrissent près du rivage et se déplacent ensuite vers les eaux plus profondes de la zone limnétique. Les saumons rouges juvéniles sont des prédateurs visuels qui consomment surtout des copépodes (*Cyclops*, *Epischura* et *Diaptomus*), des cladocères (*Bosmina*, *Daphnia* et *Diaphanosoma*) et des larves d'insectes (Burgner, 1991). Leur croissance dépend de plusieurs facteurs, dont les réserves de nourriture, la température de l'eau, la stratification du lac, la longueur de la saison de croissance, la turbidité de l'eau et l'évitement des prédateurs (Goodlad *et al.*, 1974; Burgner, 1991). De plus, la disponibilité de la nourriture est largement liée à la densité des saumons rouges juvéniles (Johnson, 1961) et d'autres poissons de la zone limnétique, en particulier, des épinoches à trois épines (*Gasterosteus aculeatus*) (O'Neill et Hyatt, 1987), des ménés deux-barres (*Mylocheilus caurinus*) et des populations sympatriques de kokanis (Wood *et al.*, 1999). Un taux de croissance plus élevé peut accroître la survie du saumon rouge pendant son séjour dans le lac et aussi ultérieurement en favorisant la production de smolts de grande taille (Ricker, 1962; Koenings et Burkett, 1987; Henderson et Cass, 1991).

Les smolts du saumon rouge Sakinaw sont de plus grande taille (100 à 150 mm) que ceux qui sont produits dans la plupart des autres lacs de séjour (< 100 mm). Ils sont pourtant d'une taille similaire à celle des smolts du lac Washington, lac de séjour très productif pour le saumon rouge (Doble et Eggers, 1978; Burgner, 1991). La comparaison d'écailles prélevées sur des adultes révèle que la croissance en eau douce dans le lac Sakinaw est supérieure à celle de toutes les autres populations de saumons rouges de la Colombie-Britannique. La plupart des saumons rouges juvéniles ne passent qu'un hiver

dans le lac Sakinaw (à l'état de poissons nageant librement) avant de migrer vers la mer à l'âge 1+. D'après la méthode de détermination de l'âge utilisée par les biologistes spécialistes du saumon, ces poissons ont réellement presque deux ans lorsqu'ils entrent en mer. Environ 3 % demeurent 2 hivers dans le lac et deviennent des smolts encore plus grands. L'âge auquel la smoltification se déclenche est déterminé principalement par le taux de croissance, mais la taille seuil déclenchant le processus est un caractère héréditaire (p. ex. Thorpe *et al.*, 1982) et varie selon les populations en tant qu'adaptation. Les smolts issus des populations côtières sont en général plus petits et plus jeunes (ce qui signifierait que la taille seuil déclenchant la smoltification serait plus faible) que ceux des lacs de l'intérieur présentant une productivité comparable. Ainsi, la population du lac Sakinaw est atypique par rapport aux autres populations côtières.

### **Physiologie et adaptabilité**

La productivité globale des populations nord-américaines de saumons rouges et leur perpétuation subséquente semblent être déterminées en grande partie par les conditions dans le milieu marin (Peterman et Dorner, 2011). Welch *et al.* (1998) ont analysé des données de relevé recueillies sur une période de 40 ans portant sur la répartition du saumon rouge dans le Pacifique Nord. Ils ont noté que les prises se limitaient à des profondeurs de moins de 10 m et à des températures à la surface généralement inférieures à 10 °C; presque aucune prise n'a été réalisée à une température supérieure à 15 °C. Étant donné ces contraintes, dans les conditions de réchauffement des eaux océaniques en cours et futur, le saumon rouge doit adapter son comportement afin d'acquérir la capacité de migrer vers la mer de Béring (et de revenir), commencer à migrer verticalement pour rester au-dessous de la thermocline pendant la plus grande partie de la journée et migrer vers les eaux de surface pour s'alimenter de façon opportuniste pendant de courtes périodes, ou subir les pénalités énergétiques ou autres associées aux milieux thermiques qu'il évite maintenant fortement (Welch *et al.*, 1998). Compte tenu du puissant comportement d'orientation en surface du saumon rouge et d'autres salmonidés, le réchauffement des eaux océaniques est susceptible de compromettre la productivité et la viabilité futures de l'espèce, en particulier près de la limite sud de son aire de répartition, y compris le lac Sakinaw.

Comme pour de nombreuses autres espèces, des tentatives de translocation ou de reconstitution de nombreuses populations de saumons rouges ont été faites à la fin du 19<sup>e</sup> siècle et au début du 20<sup>e</sup> siècle. Malgré maintes tentatives d'empoisonnement, l'établissement de remontes de saumons rouges se perpétuant d'elles-mêmes a été documenté à trois endroits seulement : 1) le lac Washington (Royal et Seymour, 1940; Kolb, 1971), 2) le lac Frazer, dans l'île Kodiak (Blackett, 1979) et 3) le cours supérieur de la rivière Adams, dans le réseau du Fraser (Williams, 1987). Les translocations fructueuses documentées ont toutes mis en jeu des populations sources se trouvant à moins de 100 km du site de translocation (Wood, 1995).

## Dispersion et migration

La migration des smolts hors du lac Sakinaw commence au début d'avril et se poursuit jusqu'à la mi-juin, le pic se produisant au début de mai. La période de migration a été similaire pendant quatre années durant lesquelles les smolts ont été recensés (1994 à 1997, Bates et August, 1997), avec de légères fluctuations du pic de migration, peut-être dues à des variations du débit sortant du lac, de la température et des conditions météorologiques. Dans le cadre d'une récente étude de la dévalaison des smolts du saumon rouge Sakinaw marqués, s'inscrivant dans le cadre du projet Pacific Ocean Shelf Tracking (POST), Wood *et al.* (2011) ont déterminé que la majorité des smolts avaient migré vers le nord à des vitesses de 17 à 22 km/jour après une période d'acclimatation initiale de 7 à 14 jours près de l'embouchure du lac, en empruntant le détroit de Georgia et le détroit de Johnstone, alors qu'une faible proportion est sortie du lac par le détroit de Juan de Fuca. Il a été estimé que les smolts ont quitté le site de lâcher à un taux de 30 %/jour.

Les saumons rouges adultes du lac Sakinaw arrivent dans le détroit de Johnstone dès le 28 juin, comme en témoigne une étude de la composition des prises menée en 1975 et fondée sur l'analyse des écailles (Henry, 1961; Argue, 1975). Dans le cadre d'un échantillonnage mené par la Commission du saumon du Pacifique visant à déterminer la composition des stocks du fleuve Fraser, un saumon rouge Sakinaw a été capturé dans le sud du détroit de la Reine-Charlotte (zone statistique 12) le 12 juillet 2010. Des expériences de marquage indiquent que le saumon rouge du fleuve Fraser migre depuis l'extrémité ouest du détroit de Johnstone jusqu'à l'île Texada (zone statistique 16) en 7 à 14 jours (Verhoeven et Davidoff, 1962). Les seules données de marquage disponibles pour le saumon rouge du lac Sakinaw proviennent d'un seul poisson relâché le 10 août 1925 dans la baie Deepwater (zone statistique 13) et récupéré huit jours plus tard dans le ruisseau Sakinaw (Williamson, 1927). Ces données restreintes concordent avec les observations plus nombreuses concernant le moment de l'arrivée dans le lac Sakinaw. Dans 34 années où ont été effectués des dénombrements visuels à la passe migratoire (à partir de la fin de juin), la date moyenne de la première arrivée enregistrée a été le 7 juillet et la date moyenne de la dernière arrivée enregistrée a été le 29 août. La date moyenne du pic migratoire a été le 30 juillet, et la durée moyenne de la montaison saisonnière, de 53 jours (fourchette de 33 à 88 jours). Quand le débit des eaux est faible et que la température de l'eau est élevée, la migration vers le lac Sakinaw peut être perturbée.

## Relations interspécifiques

Parmi les prédateurs potentiels des saumons rouges juvéniles dans le lac Sakinaw ou à proximité, mentionnons les suivants : truite fardée (*O. clarki*), saumons cohos (*O. kisutch*) et saumons quinnats (*O. tshawytscha*) juvéniles, chabot piquant (*Cottus asper*) et lamproies (*Lampetra tridentata* et *L. ayresi*). Des copépodes parasites des branchies ont été trouvés chez des smolts. Les principaux oiseaux prédateurs sont les suivants : Plongeon huard (*Gavia immer*), Grèbe jougris (*Podiceps grisegena*), Grand Harle (*Mergus merganser*), Martin-pêcheur d'Amérique (*Megaceryle alcyon*), Balbuzard pêcheur (*Pandion haliaetus*), Pygargue à tête blanche (*Haliaeetus leucocephalus*) et diverses espèces de

Laridés (*Larus* spp.). De petites populations de saumons cohos et de saumons kétas (*O. keta*) sont également présentes dans le lac Sakinaw et peuvent entrer en compétition avec le saumon rouge pour l'habitat de fraye. Dans les eaux littorales et en haute mer, la prédation exercée par les poissons, les oiseaux et les mammifères marins, ainsi que la compétition avec d'autres espèces de poissons pour les ressources alimentaires, peuvent nuire à la croissance et à la survie du saumon rouge.

Parmi les mammifères prédateurs qui consomment des adultes s'inscrivent probablement les espèces suivantes : loutre de rivière (*Lontra canadensis*), phoque commun (*Phoca vitulina*), épaulard (*Orca orca*), vison d'Amérique (*Mustela vison*) et ours noir (*Ursus americanus*). Les phoques communs et les loutres de rivière sont communs près de l'émissaire du lac et consomment probablement tant des smolts que des adultes dans le petit estuaire du ruisseau Sakinaw et le chenal Agamemnon avoisinant. Environ 10 à 15 % des saumons rouges adultes qui ont franchi la passe migratoire entre 1957 et 1987 portaient des cicatrices de lamproies. Christensen et Trites (2011) ont résumé les récents renseignements sur les prédateurs du saumon rouge du Fraser, dont la plupart consomment probablement aussi du saumon rouge Sakinaw. Aucun prédateur particulier susceptible d'être à l'origine des déclinés récents du taux de survie du saumon rouge n'a été identifié.

La prédation exercée sur les saumons en migration est en général dépensatoire (voir par exemple Wood, 1987), de sorte que son importance dans la limitation du taux de survie des smolts jusqu'à l'âge adulte peut avoir augmenté à mesure que l'abondance du saumon rouge du lac Sakinaw diminuait. Cependant, ce phénomène dépend des tendances des effectifs des autres proies, y compris des autres salmonidés. Une exploitation aquicole établie à la pointe Daniel (juste au sud du lac Sakinaw) au début des années 1990 peut aussi avoir attiré des mammifères prédateurs et avoir augmenté leur nombre à proximité des poissons en migration quittant le lac Sakinaw et y revenant.

## **TAILLE ET TENDANCES DE LA POPULATION**

### **Activités et méthodes d'échantillonnage**

Les rapports anecdotiques de l'échappée remontent à 1933, alors que les évaluations régulières ont débuté en 1947. Les résultats de ces dernières sont inscrits dans les formulaires de dénombrement annuel des géniteurs (BC 16) et consignés dans le Système de données sur la remonte des salmonidés (SDRS) du MPO (Murray et Wood, 2002). Le manque d'uniformité dans les méthodes utilisées au fil des ans soulève des préoccupations. Les méthodes de calcul des estimations de l'échappée signalée n'ont pas été normalisées, mais elles comportent habituellement le dénombrement des saumons selon l'espèce à mesure qu'ils franchissent le barrage pour entrer dans le lac ainsi que l'établissement d'un lien entre les dénombrements et le moment des observations pour obtenir une estimation de la population totale (Murray et Wood, 2002). Les marées et les niveaux d'eau, les conditions météorologiques, le moment des relevés et les changements de personnel ont une incidence sur les dénombrements.

Les saumons rouges adultes qui reviennent au lac Sakinaw sont le plus souvent dénombrés lorsqu'ils remontent vers l'amont, de la mi-juin à la mi-septembre, par la passe migratoire aménagée à l'émissaire du lac (tableau 3). La passe migratoire faisait l'objet d'une surveillance régulière jusqu'en 1989. De 1990 à 1999, des observations des frayères littorales ont été effectuées, mais elles sont considérées comme non représentatives de l'abondance réelle parce que la fraye a eu lieu à des profondeurs de plus de 9 m. De 1999 à 2002, des relevés des principales frayères littorales ont été effectués par des plongeurs en novembre et décembre pour dénombrer les géniteurs et les nids connexes (Murray et Wood, 2002). Depuis 2002, les effectifs des remontes d'adultes ont été exclusivement estimés à partir des dénombrements réalisés à la passe migratoire au moyen d'un système vidéo de détection des mouvements sans interruption de marque Avigilon, desquels les prélèvements d'individus aux fins de constitution d'un stock de géniteurs en éclosérie sont défalqués (Withler *et al.*, 2014).

**Tableau 3. Effectifs estimés du saumon rouge du lac Sakinaw de 1947 à 2014 et lâchers d'alevins (juvéniles présents dans le lac) et de smolts (juvéniles quittant le lac) après le lancement d'un programme d'élevage en captivité pour accroître la population.**

Année de ponte	Échappée (dossiers C.-B. 16)	N <sup>bre</sup> d'alevins marqués libérés, par année de ponte	N <sup>bre</sup> d'alevins non marqués libérés, par année de ponte	N <sup>bre</sup> de smolts marqués libérés, par année de ponte	N <sup>bre</sup> de smolts non marqués libérés, par année de ponte	Taux de survie des stades alevins à smolts libérés, par année de ponte
1947	3 500					
1948	4 600					
1949	3 931					
1950	2 473					
1951	3 450					
1952	6 222					
1953	1 131					
1954	4 143					
1955	5 079					
1956	2 150					
1957	4 300					
1958	4 250					
1959	13 000					
1960	4 500					
1961	750					
1962	3 500					
1963	7 500					
1964	3 500					
1965	750					
1966	3 500					
1967	6 000					
1968	14 000					
1969	1 200					
1970	5 000					
1971	8 000					
1972	4 500					
1973	1 500					
1974	6 000					
1975	16 000					

Année de ponte	Échappée (dossiers C.-B. 16)	N <sup>bre</sup> d'alevins marqués libérés, par année de ponte	N <sup>bre</sup> d'alevins non marqués libérés, par année de ponte	N <sup>bre</sup> de smolts marqués libérés, par année de ponte	N <sup>bre</sup> de smolts non marqués libérés, par année de ponte	Taux de survie des stades alevins à smolts libérés, par année de ponte
1976	6 000					
1977	1 200					
1978	4 000					
1979	11 000					
1980	2 800					
1981	3 000					
1982	3 400					
1983	1 600					
1984	1 115					
1985	2 400					
1986	5 400					
1987	4 200					
1988	2 500					
1989	1 000					
1990	1 200					
1991	500					
1992	1 000					
1993	250					
1994	250					
1995	<sup>a</sup>					
1996	222					
1997	3 <sup>b</sup>					
1998	1 <sup>b</sup>					
1999	14					
2000	112	14 981	0			
2001	87	31 922	0	8 080	4 334	
2002	78	2 784	0	39	103	25,3 %
2003	3	0	0	2	11	1,4 %
2004	99	25 927	0	8 357	2 926	
2005	28	95 465	0	3 739	272	32,2 %
2006	1	84 626	0	11 982	182	3,9 %
2007	0	420 781	0	62 370	222	14,2 %
2008	0	0	726 376	404	69 538	14,8 %
2009	1	0	329 360	0	32 892	9,6 %
2010	29	0	1 373 822	0	162 877	10,0 %
2011	555	963 328	0	224 575	27 960	11,9 %
2012	243	856 205	0	121 468	4 435	23,3 %
2013	143	320 416	0			14,2 %
2014	464					

<sup>a</sup> Non évaluée.

<sup>b</sup> Les estimations étaient considérées comme non représentatives (DFO, 2015) et n'ont donc pas été utilisées dans la détermination des tendances des effectifs.

<sup>c</sup> Les dossiers C.-B. 16 sont les rapports du MPO portant sur les relevés de l'échappée annuelle effectués au cours de l'année de ponte.

## Population manipulée

La présente section porte sur la manière dont le saumon rouge Sakinaw devrait être traité selon les Lignes directrices du COSEPAC concernant les populations manipulées. La ligne directrice n° 1 exige que les populations manipulées soient clairement identifiées; il doit être indiqué si elles font partie ou non de l'espèce sauvage évaluée et si elles sont sujettes à l'application des critères quantitatifs.

Le MPO a établi une équipe de rétablissement et élaboré une stratégie de conservation du saumon rouge Sakinaw suite à l'évaluation de sa situation par le COSEPAC et sa désignation comme « espèce en voie de disparition » en 2002. La stratégie comprenait un programme d'élevage en captivité fondé sur 84 adultes sauvages prélevés de 2002 à 2005 pour constituer le premier stock de géniteurs (DFO, 2015). Tous les géniteurs subséquents ont été soit capturés dans le lac, soit élevés en écloserie jusqu'à la maturité. En résumé, le programme d'élevage en captivité a produit une population manipulée destinée à préserver l'espèce et, par conséquent, elle devrait être considérée comme faisant partie de l'espèce sauvage (ligne directrice n° 2).

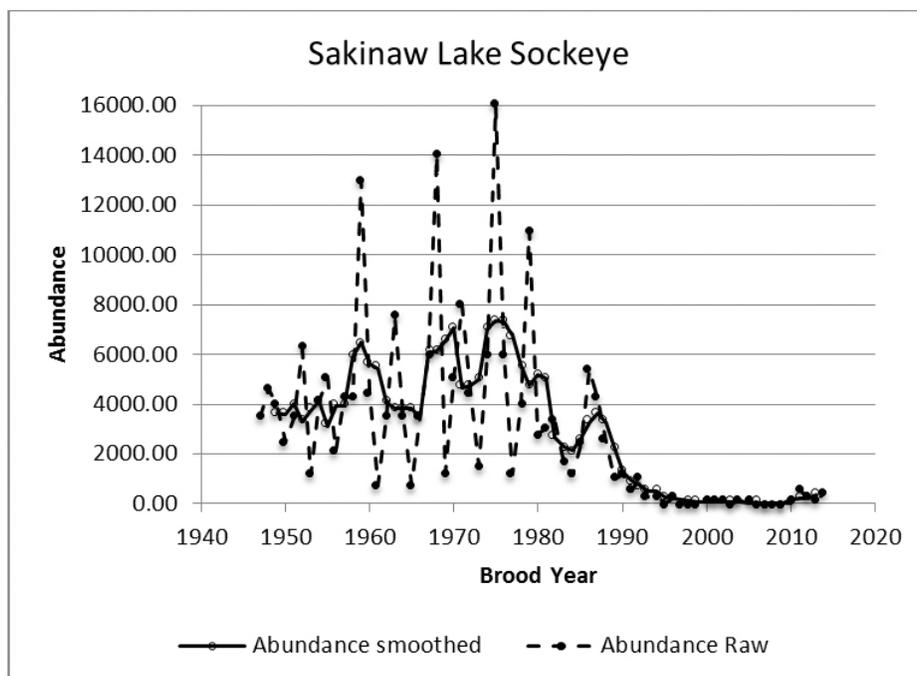
La plupart des années de ponte (ou années de fraye), les alevins d'écloserie ont été marqués par ablation de la nageoire adipeuse avant le lâcher dans le lac. Les smolts ont été examinés au moment de la dévalaison pour établir s'ils portaient une entaille à la nageoire adipeuse, tout comme les adultes au moment de la montaison (Withler *et al.*, 2104). Les alevins d'écloserie n'ont toutefois pas été ainsi marqués durant les années de ponte de 2008 à 2010. L'ablation de la nageoire adipeuse des alevins d'écloserie a repris durant l'année de ponte de 2011.

La population de saumons rouges du lac Sakinaw a disparu du pays à l'état sauvage entre 2006 et 2009, période de 4 ans au cours de laquelle on a observé 0 ou 1 adulte entrer dans le lac par année (Withler *et al.*, 2014). Pour une espèce semelpare dont la durée d'une génération est de 4 ans, ceci signifie qu'aucun individu « sauvage » n'a survécu. L'UD a été préservée grâce au programme d'élevage en captivité et, par conséquent, elle est considérée comme existante.

Entre 29 et 555 saumons d'écloserie sont retournés dans le lac de 2010 à 2014 (tableau 3, DFO, 2015). Des 29 individus revenus en 2010, 16 ont été capturés aux fins du programme d'élevage en captivité. Il était impossible de savoir si les autres géniteurs qui sont retournés dans le lac en 2010 ont eux-mêmes produit des géniteurs qui sont revenus en 2014 parce que les individus d'écloserie libérés au cours de l'année de ponte de 2010 n'avaient pas été marqués par ablation de la nageoire adipeuse. Il est donc impossible à ce moment-ci de déterminer si une deuxième génération de saumons est revenue dans le lac et si la population manipulée a un effet positif net sur l'espèce sauvage. Selon la ligne directrice n° 3, les remontes de 2010-2014 ne devraient pas être utilisées dans l'évaluation des critères quantitatifs.

## Indices d'abondance des géniteurs

Chez le saumon rouge, le nombre d'individus matures dans une population est habituellement estimé comme étant le nombre de géniteurs parce qu'ils atteignent la maturité, se reproduisent et meurent au cours de la même année. Dans la plupart des populations, le nombre de géniteurs équivaut à peu près au nombre de poissons qui échappent aux pêches côtières et atteignent leur habitat natal (désigné « échappée de géniteurs »). Les estimations des échappées dans le SDRS ne permettent pas de dégager une tendance nette entre 1947 et 1987, car elles fluctuent entre 750 et 16 000 adultes, la moyenne étant d'environ 4 500 (tableau 3). Depuis 1987, les estimations des échappées ont diminué de façon constante (figure 4). Dans une certaine mesure, les activités de dénombrement et le manque d'uniformité des méthodes ont compromis l'exactitude des estimations annuelles de 1989 à 1998, mais il est indubitable que le déclin a été draconien (tableau 3). Les relevés en plongée dans les frayères menés de 1999 à 2002, qui sont plus systématiques, ont produit des estimations s'échelonnant de 14 (23 nids) à 112 géniteurs (60 nids).



**Veillez voir la traduction française ci-dessous :**

Sakinaw Lake Sockeye  
Saumon rouge Sakinaw  
Brood Year  
Année de ponte  
Abundance smoothed  
Abundance lissée  
Abundance raw  
Abundance brute

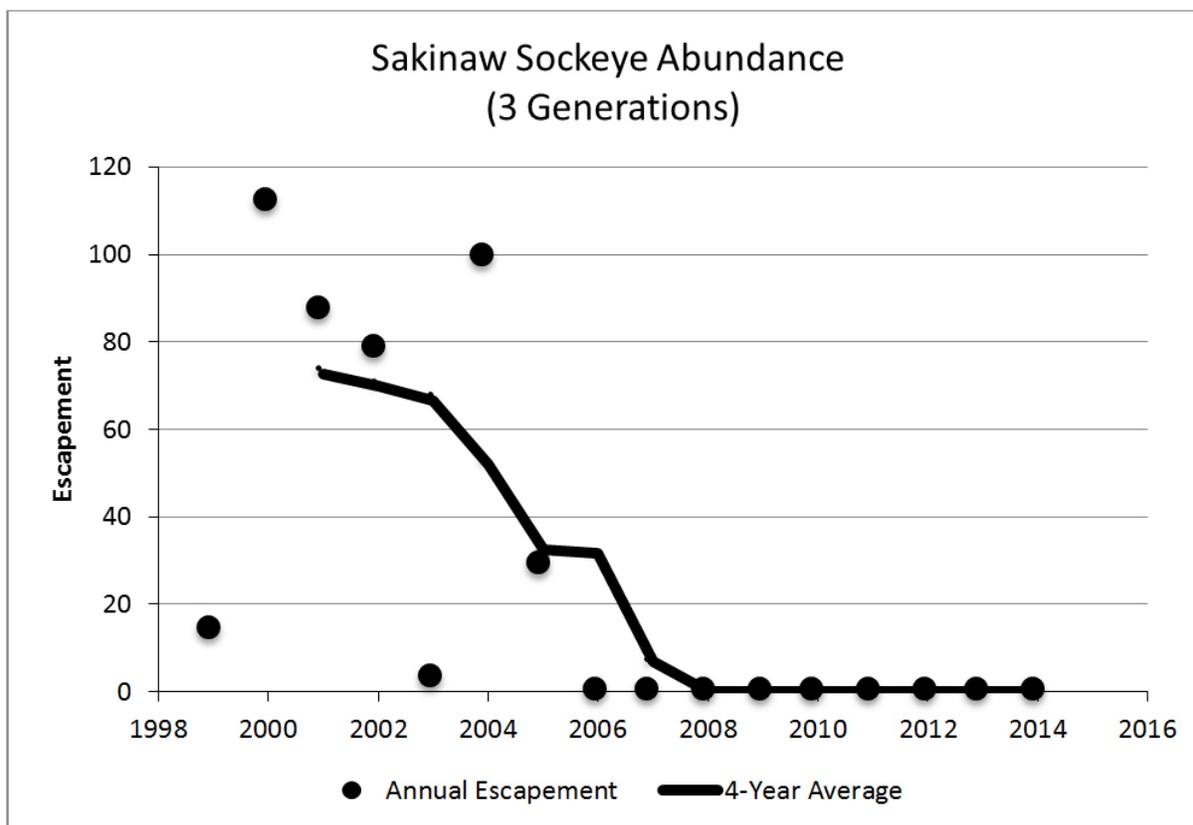
Figure 4. Estimations annuelles de l'abondance des adultes dans la population de saumons rouges Sakinaw de 1947 à 2014 et estimations des échappées lissées suivant une moyenne mobile sur 4 ans. Les estimations de l'abondance de 2010 à 2014 reflètent les retours de saumons d'écloserie.

En 2002, les saumons rouges ont été dénombrés à la passe migratoire et à l'aide d'un relevé en plongée, ce qui permet une comparaison directe; à la barrière, 78 géniteurs ont été recensés alors que, sur les frayères littorales, les plongeurs n'en ont compté que 44. D'après ces résultats, il semble que les relevés effectués par les plongeurs sous-estiment l'abondance réelle; toutefois, cette situation est étonnante compte tenu des excellentes conditions de visibilité et de la possibilité de compter un même poisson une deuxième fois lors d'un relevé subséquent. D'un autre côté, ces résultats peuvent indiquer qu'il y a une forte mortalité chez le saumon rouge après son entrée dans le lac Sakinaw. Cette dernière explication semble plus plausible parce que le saumon rouge entre dans le lac plusieurs mois avant la fraye et est vulnérable à la prédation, en particulier celle d'une lamproie parasite non anadrome (probablement *L. tridentata*). Tous les saumons rouges capturés comme géniteurs en 2002 portaient des cicatrices laissées par des lamproies, mais aucun ne présentait une blessure fraîche.

En 2003, seuls 3 géniteurs en montaison vers le lac ont été dénombrés, et les 2 années suivantes, 99 et 28, respectivement. De 2006 à 2009, 0 ou 1 saumon rouge est revenu dans le lac, et la population a été présumée disparue du pays à l'état sauvage. Par la suite, des adultes (fourchette de 29 à 555) en voie de maturation sont revenus dans le lac pour y frayer de 2010 à 2014; ils étaient issus de lâchers d'alevins dans ce plan d'eau (tableau 3), produits dans le cadre du programme d'élevage en captivité (Withler *et al.*, 2014).

## **Fluctuations et tendances**

Les dénombrements annuels des géniteurs devraient représenter tous les poissons matures de la population pour chaque année, mais ils présentent souvent de grandes fluctuations à cause des variations interannuelles dans l'abondance et la survie des géniteurs de la génération parentale. Dans le cas des populations de saumons rouges, il faut aussi tenir compte du phénomène de la dominance cyclique (montaison), lorsqu'il y a d'abondantes remontes de géniteurs tous les 4 ans chez certaines populations du sud de la Colombie-Britannique, suivies de remontes beaucoup plus faibles dans les années intermédiaires. Une telle tendance est évidente dans les estimations des échappées depuis 1950 jusqu'au début des années 1980 (figure 4). Une série chronologique d'échappées par rapport à une moyenne mobile sur 4 ans a été calculée afin de lisser cette dominance cyclique, une pratique commune appliquée à d'autres populations de saumons rouges (Grant *et al.*, 2011). La figure 5 présente l'échappée moyenne sur 4 ans au cours de la dernière période de 3 générations (reposant sur l'argument ci-dessus). Elle révèle clairement une réduction de 100 % du nombre d'individus matures au cours de cette période; une analyse statistique n'est donc pas requise.



**Veillez voir la traduction française ci-dessous :**  
 Sockeye Sakinaw Abundance = Abondance du saumon rouge Sakinaws  
 (3 generations) = (3 générations)  
 Escapement = Échappée  
 Annual Escapement = Échappée annuelle  
 4-year average = Moyenne sur 4 ans

Figure 5. Tendence de l'abondance des saumons rouges Sakinaw adultes au cours des trois dernières générations, de 1999 à 2014.

### Indices d'abondance des juvéniles

Les smolts ont été recensés au moyen d'expériences de marquage-recapture à l'émissaire du lac Sakinaw de 1994 à 1997. Le nombre total de smolts qui ont migré vers la mer pendant ces années a été estimé respectivement à 15 880, 12 760, 2 500 et 5 200, sur la base d'un taux de piégeage de 3 à 5 % (Bates et August, 1997). Si le taux de survie des smolts jusqu'au stade adulte était de 4,5 %, soit la valeur moyenne pour d'autres populations de saumons rouges où les smolts sont de grande taille (Forester, 1968), les remontes totales d'adultes correspondantes avant la mortalité par pêche aurait été de 715, 574, 113 et 232 adultes en 1996, 1997, 1998 et 1999, respectivement. Les échappées signalées pour les années en question étaient beaucoup plus faibles (1 à 222 adultes), probablement à cause d'une sous-estimation lors du relevé visuel et des pertes dues à la fois à la mortalité par pêche et à la prédation dans le lac. Cependant, même en ne tenant pas compte des estimations des échappées de géniteurs et en supposant un taux de

survie en mer élevé et une mortalité par pêche négligeable, les estimations de l'abondance des smolts indiquent que les effectifs d'adultes doivent avoir diminué d'un ordre de grandeur depuis les dénombrements plus fiables des années 1980.

Depuis le lancement du programme d'élevage en captivité, un nombre croissant d'alevins ont été libérés dans le lac Sakinaw depuis l'année de ponte 2005 à l'écloserie du ruisseau Rosewall. Le taux de survie jusqu'à la smoltification s'élevait en moyenne à 15 % (fourchette de 4 à 32 %), mais le taux de survie subséquent en mer jusqu'au stade de géniteurs en montaison est demeuré très faible, se situant à moins de 1 % (Withler *et al.*, 2014). Compte tenu des taux de survie actuels, il semble qu'environ 1,7 million de smolts devraient être libérés chaque année pour reconstituer la population jusqu'à 5 000 adultes.

### **Effet d'une immigration de source externe**

La reconstitution de la population de saumons rouges Sakinaw à partir d'autres populations de saumons rouges est impossible. Le saumon rouge Sakinaw est isolé sur le plan de la reproduction des autres populations d'après l'électrophorèse des protéines et les analyses de l'ADN moléculaire. Les caractéristiques particulières de son cycle vital indiquent qu'il est distinct sur le plan évolutif des autres populations de saumons rouges présentes en Amérique du Nord. Le flux génique très limité entre le saumon rouge du lac Sakinaw et d'autres populations de saumon rouges (tableaux 1 et 2), ainsi que la distance géographique par rapport à la population existante de saumons rouges la plus proche, confirment qu'il n'y a virtuellement aucune possibilité d'immigration naturelle de source externe à partir de populations de saumons rouges voisines. Toutes les tentatives antérieures de translocation de saumons rouges dans le lac Sakinaw ont presque certainement échoué (Withler *et al.*, 2000). Par conséquent, si la population de saumons rouges réintroduite dans le lac Sakinaw venait à disparaître, la reconstitution d'une remonte de saumons rouges vers le lac échouerait. Un programme d'élevage en captivité récemment établi permet de maintenir la population, mais à un très faible niveau comparativement à son abondance historique.

## **MENACES ET FACTEURS LIMITATIFS**

Divers facteurs limitatifs et menaces anthropiques et naturelles agissent sur la survie du saumon rouge du lac Sakinaw tant en eau douce qu'en mer. Bien qu'ils ne portent pas sur le saumon rouge du lac Sakinaw, les rapports de la Commission Cohen (Cohen, 2012) résument les connaissances au sujet des menaces pesant sur le saumon rouge du Fraser, qui pourraient aussi nuire au saumon rouge Sakinaw. Certaines de ces menaces sont abordées ci-dessous.

### **Habitat d'eau douce**

Les frayères littorales (en particulier la frayère n° 1) utilisées dans le lac Sakinaw sont vulnérables aux glissements de terrain dus aux hausses rapides du débit des cours d'eau et aux crues, particulièrement en hiver lorsque la pluie tombe sur le sol enneigé. La

moyenne des précipitations annuelles s'échelonne entre 850 mm à faible altitude et 2 500 mm à haute altitude. Les précipitations les plus abondantes tombent en hiver sous forme de pluie; moins de 10 % des précipitations totales tombent sous forme de neige au niveau de la mer, mais cette proportion augmente nettement avec l'altitude (voir dans Murray et Wood, 2002, et Shortreed *et al.*, 2003, pour des descriptions détaillées du climat et des caractéristiques limnologiques).

Les activités humaines ou les phénomènes naturels qui réduisent les remontées d'eaux souterraines ou la perméabilité du substrat en entraînant une accumulation de limon ou de débris ligneux près des frayères peuvent causer de la mortalité pendant l'incubation en entravant l'arrivée d'eau oxygénée et l'élimination des déchets métaboliques. Les frayères ont été dégradées par la construction d'une rampe de mise à l'eau de bateaux de plaisance et les effets cumulatifs de l'accumulation de débris ligneux après l'inondation du lac en 1952. La dégradation de l'habitat la plus marquée était évidente avant le premier relevé en plongée effectué en 1979, mais les impacts se poursuivent. D'après les relevés effectués par des plongeurs en 1999 et en 2000, le saumon rouge n'utilisait plus que 15 % de la superficie de la frayère n° 1, et aucun saumon n'utilisait la frayère n° 2, où il ne restait plus que 25 % d'habitat convenable (Murray et Wood, 2002). D'anciennes frayères, qui ne sont plus utilisées par le saumon rouge, sont recouvertes d'une épaisse couche de boue, de débris organiques et de grumes.

Le lac Sakinaw se trouve à une altitude de 5 m seulement, mais il est possible que le saumon rouge ait de la difficulté à y entrer et à en sortir pendant les périodes de basses eaux (COSEWIC, 2002). L'émissaire du lac a été partiellement ou totalement bloqué depuis le début du 20<sup>e</sup> siècle par des barrages construits pour retenir l'eau et les grumes. En 1952, le MPO a construit sur l'émissaire un barrage permanent pourvu d'une passe migratoire. Depuis ce temps, le niveau d'eau du lac a été régulé de façon à y retenir l'eau à la fois pour la migration du saumon rouge et, indirectement, pour les activités récréatives et les habitants des chalets. Un faible débit d'eau et une élévation de la température de l'eau peuvent perturber la migration dans le lac Sakinaw, et le saumon rouge emprunte la passe migratoire seulement la nuit à marée haute. La présence de prédateurs, surtout des loutres de rivière, dans la passe migratoire ou à proximité, peut perturber la montaison. Lorsque la migration est perturbée, les poissons qui retournent vers l'océan n'ont pas accès à la passe migratoire avant la nuit suivante à cause du niveau de l'eau. En 1995, on a amélioré la voie de passage vers la passe migratoire en installant dans le ruisseau, en aval du barrage, deux gros déversoirs en roche créant de grands bassins. Ces derniers servent de marches aux saumons en migration et leur offrent une certaine protection contre la pêche illégale, mais les exposent à la prédation. De plus, des efforts ont été déployés pour restructurer l'émissaire de façon à ce que ses eaux demeurent concentrées dans un chenal étroit pour faciliter les déplacements des poissons.

### **Facteurs naturels en mer**

Il est généralement admis que la mortalité naturelle en mer est due en majeure partie à la prédation et que les facteurs physiques (température, salinité, courants) ainsi que les facteurs biotiques intrinsèques (adaptation génétique, alimentation, parasites et maladies) ont une

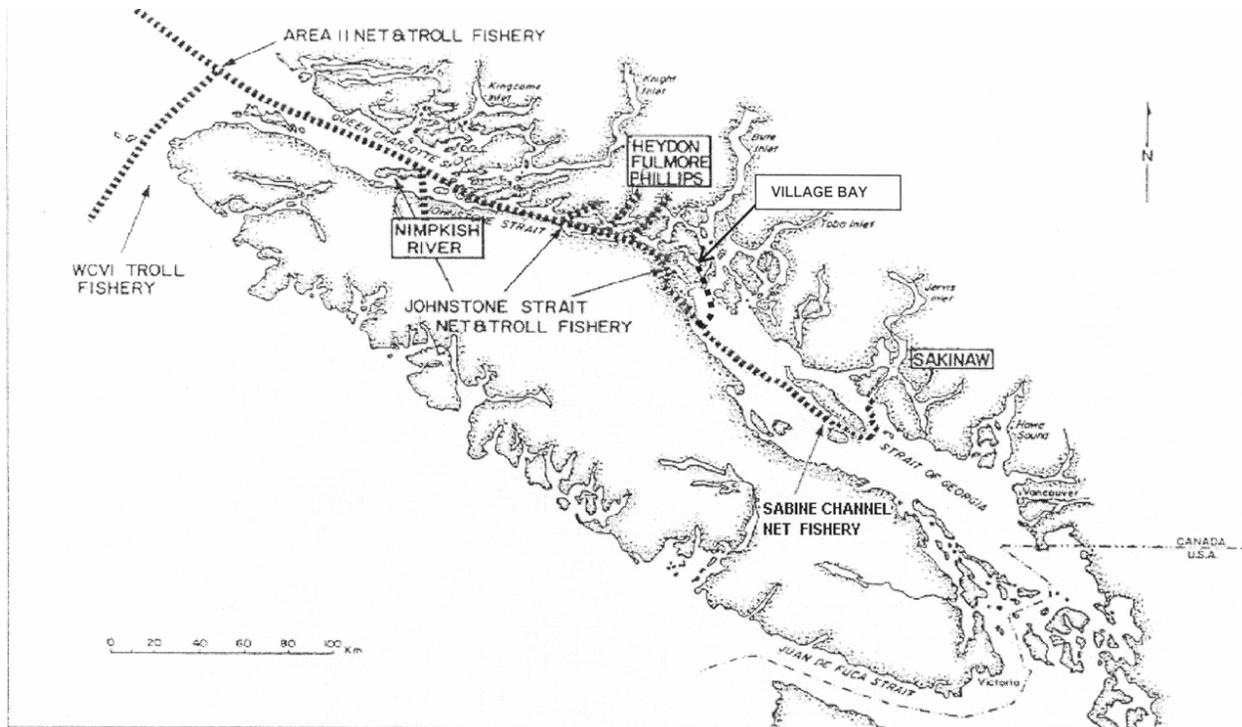
incidence sur la vulnérabilité à la prédation (voir Cohen, 2012, v. 2; Christensen et Trites, 2011; Kent, 2011). En mer, les prédateurs incluent une grande variété d'espèces, depuis les oiseaux plongeurs et les poissons piscivores jusqu'aux pinnipèdes et aux épaulards. Selon certaines indications fournies par la présence de cicatrices et les prises au chalut, le saumon rouge du lac Sakinaw serait particulièrement vulnérable au parasitisme par la lamproie à queue noire (*Lampetra ayresii*), qui est relativement abondante dans le détroit de Georgia près du lac Sakinaw. Il y a également des signes de parasitisme des alevins et des smolts du saumon rouge par la lamproie dans le lac Sakinaw. La croissance et la survie en mer de toutes les espèces de saumons du Pacifique peuvent être affectées par les épisodes de réchauffement de l'eau (El Niño) à l'échelle locale et par des variations des conditions océaniques dans le Pacifique Nord (voir par exemple Francis, 1993; Mueter *et al.*, 2002a,b; McKinnell *et al.*, 2011). Compte tenu des effectifs réduits du saumon rouge Sakinaw, la prédation dépensatoire peut jouer un rôle important dans le maintien de la population au faible niveau actuel.

## Pêches

Le saumon rouge Sakinaw fait l'objet d'une pêche dirigée terminale, mais se retrouve aussi dans les prises accessoires des pêches de stocks mélangés visant des populations plus nombreuses de saumons rouges et de saumons roses (*O. gorbuscha*). La pêche terminale n'a pas été pratiquée au cours des dernières années; des estimations fiables des prises dans les pêches terminales estuaire sont disponibles pour trois ans seulement, soit 1947, 1952 et 1972. Le taux de prise de ces pêches pendant ces années a été estimé à 1,4, 14,0 et 23 à 29 %, respectivement (Murray et Wood, 2002). Le saumon rouge revient dans le lac Sakinaw par le détroit de Johnstone (figure 6). Il partage ce corridor de migration avec d'autres populations de saumons rouges, notamment celles qui reviennent dans des lacs situés à proximité du détroit de Johnstone (lacs Nimpkish, Heydon, Phillips et Village Bay) et les saumons rouges du réseau du Fraser qui se détournent de leur voie migratoire habituelle pour approcher le fleuve par le nord. Le « taux de détournement vers le nord » s'entend de la proportion de saumons rouges du Fraser qui passent par le détroit de Johnstone plutôt que par le détroit de Juan de Fuca. Un taux de détournement plus élevé sous-entend un effort de pêche plus grand dans les pêches qui interceptent du saumon rouge Sakinaw.

L'intensité globale de la pêche de stocks mélangés dans les détroits de Johnstone et de Georgia a augmenté en général jusqu'à la fin des années 1990 en raison de la forte abondance et de forts taux de détournement du saumon rouge du fleuve Fraser par le détroit de Johnstone. Bien que l'effort de pêche, tel que mesuré par les jours de pêche, ait diminué, le rendement de la pêche à la senne a augmenté grâce à la technologie. L'effort de pêche au filet maillant a également augmenté dans les années 1980. Murray et Wood (2002) donnent une description détaillée de cette pêche. Il convient toutefois de noter que l'augmentation de l'effort de pêche dans les pêches de stocks mélangés ne se traduit pas nécessairement en une hausse de la mortalité par pêche dans le cas de petites populations comme celle du saumon rouge du lac Sakinaw. Il faut des données détaillées sur le moment de la montaison et les routes migratoires empruntées après les zones de pêche pour obtenir des estimations fiables des taux de récolte propres aux diverses populations dans les pêches de stocks mélangés, et ces données sont rarement

disponibles dans le cas des petits stocks. L'effort de pêche est régi d'après selon les indices fournis par les pêches expérimentales concernant l'abondance des grosses populations de saumons rouges du Fraser.



**Veillez voir la traduction française ci-dessous :**

- AREA 11 NET & TROLL FISHERY = PÊCHE AU FILET ET À LA TRAÎNE DE LA ZONE 11
- WCVI TROLL FISHERY = PÊCHE À LA TRAÎNE DE LA COIV
- JOHNSTONE STRAIT NET & TROLL FISHERY = PÊCHE AU FILET ET À LA TRAÎNE DU DÉTROIT DE JOHNSTONE
- SABINE CHANNEL NET FISHERY = PÊCHE AU FILET DU CHENAL SABINE
- NIMPKISH RIVER = RIVIÈRE NIMPKISH
- Juan de Fuca Strait = Déroit de Juan de Fuca
- Strait of Georgia = Déroit de Georgia
- Howe Sound = Baie Howe
- U.S.A. = É.-U.
- Queen Charlotte Strait = Déroit de la Reine-Charlotte
- Johnstone Strait = Déroit Johnstone
- Kingcome Inlet = Bras Kingcome
- Knight Inlet = Bras Knight
- Bute Inlet = Bras Bute
- Tobe Inlet = Bras Tobe
- Jervis Inlet = Bras Jervis

Figure 6. Route principale de migration des adultes (lignes pointillées) et emplacement des pêches visant les populations de saumons rouges ne venant pas du Fraser (Nimkish, Heydon, Fulmore, Phillips, Village Bay et Sakinaw). Le saumon rouge du lac Sakinaw est récolté surtout dans les pêches au filet du déroit de Johnstone et du chenal Sabine (tiré de Murray et Wood, 2002).

La Commission du saumon du Pacifique (CSP) a effectué une analyse des écailles pour estimer la proportion de saumons rouges Sakinaw dans les captures au filet dans les détroits de Johnstone et de Georgia dans la saison 1975. D'après ces estimations de la composition des prises, les prises et le taux d'exploitation totaux du saumon rouge du lac Sakinaw pour l'année en question ont atteint respectivement 14 300 poissons et 47 % (Argue, 1975). Il n'existe pas de données de même nature pour le saumon rouge du lac Sakinaw pour d'autres années. Cependant, Starr *et al.* (1984) ont conclu, d'après des analyses de reconstitution de la remonte, que le taux d'exploitation total du saumon rouge du lac Sakinaw a varié entre 20 et 67 % (moyenne de 41 %) de 1970 à 1982.

Murray et Wood (2002) ont déduit le taux d'exploitation total minimal du saumon rouge du lac Sakinaw pour les périodes 1986-1989 et 1992-1994 en utilisant deux méthodes. La première reposait sur des hypothèses quant à la composition des stocks faisant l'objet d'une pêche dans le détroit de Johnstone et au taux de migration vers le lac Sakinaw. Les estimations du taux de capture total de saumons rouges de montaison hâtive de la Stuart dans le cadre des pêches pratiquées dans le détroit de Johnstone (et, par extension, de saumons rouges Sakinaw) s'échelonnent entre 1 et 56 % (moyenne de 21 %) pour une migration de 7 jours, et entre 1 et 97 % (moyenne de 57 %), pour une migration de 14 jours. Dans leur deuxième méthode, ces chercheurs ont reconstitué la prise probable de saumons rouges Sakinaw d'après les estimations de la CSP concernant les prises totales hebdomadaires de saumons ne venant pas du Fraser. Parmi les populations ne venant pas du Fraser, le saumon rouge de la rivière Nimpkish fréquente seulement deux zones de pêche; le saumon rouge des lacs Heydon, Fulmore et Phillips est présent dans trois zones; le saumon rouge Sakinaw fréquente les quatre zones. D'après leur contribution aux prises, les taux d'exploitation du saumon rouge Sakinaw se situaient en moyenne entre 49 et 57 % (selon l'hypothèse adoptée quant au taux de migration) pour la période 1986–1989, et entre 89 et 99 %, pour 1993 et 1994.

Folkes *et al.* (2006, données inédites) ont fait d'autres estimations du taux d'exploitation du saumon rouge Sakinaw pour 2004 et 2005 en utilisant des méthodes et des hypothèses semblables quant à la forme de la courbe du moment de la montaison, les décomptes quotidiens aux barrières de dénombrement et les données sur le taux de récolte quotidien pour reconstituer la taille de la remonte. Selon les estimations, le taux d'exploitation en 2004 s'élevait à 15 %, et en 2005, à 4 %. Après la disparition du pays de la population à l'état sauvage entre 2006 et 2009 et les retours d'individus issus du programme d'élevage en captivité en 2010 et 2011, l'équipe de rétablissement du saumon rouge Sakinaw (Sakinaw Sockeye Recovery Team, 2013) a estimé le taux d'exploitation en 2010 à 15 à 21 %, selon l'hypothèse choisie quant au lissage des taux d'exploitation quotidiens. L'équipe a estimé qu'il s'élevait à 7 % en 2011 en utilisant les mêmes méthodes. Inévitablement, la mortalité par pêche continuera d'être une menace à la reconstitution de la population de saumons rouges du lac Sakinaw, et ce, malgré la réduction des pêches depuis 1998 visant à protéger les populations menacées de divers salmonidés.

## Exposition aux fermes piscicoles

D'après le suivi des saumons rouges juvéniles du Fraser marqués, ceux-ci empruntent principalement le détroit de Johnstone lors de leur migration vers les eaux du Pacifique, ce qui les expose à l'infestation par le pou du poisson lorsqu'ils passent à proximité des fermes piscicoles installées dans le détroit. Le rôle que joue ce type d'infestation dans la survie des juvéniles demeure incertain. Connors (2011) a évalué la corrélation entre la pisciculture et la survie du saumon rouge du Fraser, mais n'a pas trouvé d'association entre la survie du saumon rouge sauvage et le nombre de poux du poisson présents sur les poissons d'élevage, l'incidence de maladies chez les poissons d'élevage ou le nombre total de poissons d'élevage produits. Il a toutefois remarqué que le taux de survie du saumon rouge du Fraser diminuait lorsque la production de poissons d'élevage était élevée, que la température à la surface de la mer dans le Pacifique était basse et que le saumon rose était abondant. De même, Noakes (2011) n'a pas relevé d'effets directs de la pisciculture sur la survie subséquente du saumon rouge du Fraser. Toutefois, Dill (2011) a indiqué qu'en raison de la courte série chronologique des données disponibles il ne peut pas être conclu que les fermes piscicoles n'ont aucune incidence sur la survie du saumon rouge. Une étude récente offre quelques indications selon lesquelles la présence accrue de poux sur les saumons rouges a une incidence directe sur sa capacité d'alimentation et de compétition (Godwin *et al.*, 2015). Par conséquent, l'exposition des saumons rouges Sakinaw juvéniles aux fermes piscicoles doit être considérée comme une menace potentielle.

## Introduction d'espèces

Des alevins du saumon rouge ont étéensemencés dans le lac Sakinaw chaque année de 1902 à 1906. Ces alevins avaient été élevés à l'écloserie du fleuve Fraser près de New Westminster, qui a été exploitée de 1884 à 1915. Ils étaient issus des stocks Harrison (sites de Big Silver, du ruisseau Weaver, du lac Trout et des rapides de la rivière Harrison), de celui de la rivière Pitt (cours inférieur et supérieur), de celui de la rivière Birkenhead et de celui du lac Shuswap (ruisseaux Scotch et Tappin, rivière Adams). Environ 380 000 alevins provenant de ces stocks ont étéensemencés dans le lac Sakinaw (Aro, 1979). D'après les analyses génétiques, ces transplantations ont échoué (Wood, 1995).

La Fish and Wildlife Branch de la Colombie-Britannique a tenté d'accroître la population naturelle de truites fardées anadromes dans le lac Sakinaw en y ensemencant 297 931 juvéniles (la plupart pesant plus de 10 g) entre 1965 et 1989. Or, les prédateurs lacustres peuvent restreindre la production de smolts du saumon rouge, et la truite fardée est un prédateur reconnu des jeunes saumons rouges en tout temps de l'année (Foerster, 1968). Par conséquent, l'ensemencement de truites fardées dans le lac Sakinaw peut y avoir diminué le taux de survie des saumons rouges juvéniles.

## Nombre de localités

La population de saumons rouges du lac Sakinaw existait seulement dans cette localité avant sa disparition du pays entre 2006 et 2009. Le programme d'élevage en captivité visant à préserver et à reconstituer la population est mené par le MPO à l'écloserie du ruisseau Rosewall, dans l'île de Vancouver. Les saumons rouges réintroduits dans le lac Sakinaw ont commencé à y frayer de nouveau en 2011, mais la population est maintenue par un apport d'individus d'écloserie. Une population de saumons rouges Sakinaw existe maintenant effectivement dans deux localités. Toutefois, une éclosion de maladie dans l'écloserie ou un quelconque autre événement catastrophique qui détruirait la population de géniteurs captifs mènerait probablement à la disparition de l'UD du saumon rouge Sakinaw.

## PROTECTION, STATUTS ET CLASSEMENTS

### Statuts et protection juridiques

Le saumon rouge du lac Sakinaw ne jouit pas de la protection que lui procurerait le fait de se trouver dans un parc ou une zone de protection marine. Les mesures de protection existantes pour cette population sont similaires à celles qui s'appliquent au saumon coho du Fraser intérieur, résumées antérieurement par Irvine (2002) et énoncées de nouveau ici : à l'échelle internationale, le Canada a signé la Convention sur la diversité biologique en vertu de laquelle les gouvernements sont tenus d'élaborer des lois et des politiques pour la protection des écosystèmes et des habitats et le maintien de populations viables pour les diverses espèces. Au Canada, la *Loi sur les océans* (1996) confère au MPO la responsabilité de gérer les ressources marines du Canada de façon à préserver la diversité biologique et les milieux naturels. En vertu de la *Loi sur les pêches* du gouvernement fédéral, il y a longtemps que tout projet de modification de l'habitat doit être autorisé par le MPO. Par ailleurs, en Colombie-Britannique, le gouvernement provincial et les administrations municipales réglementent aussi de nombreuses activités d'utilisation des terres et de l'eau pouvant avoir une incidence sur les populations de poissons. Par exemple, la *Water Sustainability Act* provinciale régit l'allocation de l'eau et des permis d'utilisation de l'eau et réglemente les travaux effectués dans les cours d'eau.

En 1998, le MPO a publié *Une nouvelle orientation pour les pêches du saumon du Pacifique au Canada* (DFO, 1998). Les deux premiers principes de cette politique affirment que la conservation des stocks de saumons du Pacifique est l'objectif premier du MPO et doit avoir la priorité sur les autres objectifs dans la gestion de la ressource, et que le principe de précaution doit continuer d'être appliqué dans la gestion des pêches. Ce document a suscité l'élaboration de la Politique concernant le saumon sauvage (DFO, 2005), qui vise à promouvoir la viabilité à long terme des populations de saumons du Pacifique et à conserver leur habitat naturel. La réduction de l'effort de pêche visant les stocks mélangés dans le détroit de Johnstone depuis 1997 est l'une des conséquences de l'accent placé par le MPO sur la conservation, conformément à la nouvelle orientation. À la suite de la désignation par le COSEPAC, en 2002, du saumon rouge Sakinaw comme espèce « en voie de disparition » et de sa non-inscription à la LEP, le MPO a élaboré le

Programme de conservation du saumon rouge (*Oncorhynchus nerka*), population du lac Sakinaw (2008) pour la reconstituer. Conformément à ce programme, le Plan de gestion intégrée des pêches (IFMP, 2015) prévoit des restrictions sur les pêches afin de réduire les impacts sur le saumon rouge Sakinaw. La migration du saumon rouge Sakinaw s'étale sur une longue période, qui commence dans le détroit de Johnstone à la fin mai et se poursuit jusqu'en juillet. Les adultes arrivent à l'entrée du lac Sakinaw en juillet et en août. Ils sont le plus vulnérables aux pêches dirigées sur les stocks de saumons rouges du Fraser pratiquées de juillet jusqu'à la mi-août. Par conséquent, avant la dernière semaine de juillet, la plupart des pêches qui peuvent intercepter des saumons rouges Sakinaw sont reportées pour s'assurer qu'une grande partie de la remonte peut franchir les principales pêches dans le détroit de Johnstone (IFMP, 2015). Le plan prévoit ce qui suit :

- Des restrictions imposées sur les pêches autochtones à des fins alimentaires, sociales et cérémonielles pratiquées au filet maillant et à la traîne jusqu'au 25 juillet dans le détroit de Johnstone et jusqu'au 15 août dans le nord du détroit de Georgia.
- La fermeture des pêches récréatives avec rétention des saumons rouges dans le détroit de la Reine-Charlotte, le détroit de Johnstone et la partie nord du détroit de Georgia jusqu'au 25 juillet. La fermeture de la pêche pendant toute la saison dans les eaux situées près de l'embouchure du ruisseau Sakinaw, dans la zone 16. La remise à l'eau des saumons rouges capturés dans la zone 16 jusqu'au 15 août, date à laquelle des possibilités de rétention des saumons rouges devraient être offertes dans le chenal Sabine.
- La fermeture des pêches commerciales dans le détroit de la Reine-Charlotte et le détroit de Johnstone jusqu'au 25 juillet, et dans la partie nord du détroit de Georgia (y compris le chenal Sabine) jusqu'au 15 août.

En plus des mesures visant les pêches, les efforts se poursuivent en vue d'améliorer l'habitat (enlèvement des débris dans les frayères), tout comme les recherches sur les impacts de la prédation (phoques, loutres et lamproies). Le programme d'élevage en captivité se poursuit en tant qu'assurance pour réduire la possibilité de disparition du saumon rouge Sakinaw.

### **Statuts et classements non juridiques**

Le saumon rouge Sakinaw n'a pas été désigné par d'autres organisations nationales ou internationales.

### **Protection et propriété de l'habitat**

Le périmètre du lac Sakinaw est constitué d'un mélange de terres publiques et privées. De plus, la Première Nation de Sechelt a une réserve à l'émissaire du lac, et elle a un intérêt direct à l'égard de la préservation de l'habitat. Les aménagements riverains existants se composent d'un mélange de maisons et de chalets, dont la majorité est en place depuis 30 ans ou plus. Au début des années 1980, le groupe Sakinaw Lake Heritage Investment a acheté la propriété de la plage Haskins qui était destinée au développement

afin de préserver le site, qui abritait l'une des principales frayères du saumon rouge Sakinaw (G. McBain, MPO, comm. pers., 2015). Plusieurs détenteurs de droits de coupe ont des tenures dans la région, notamment la Terminal Forest Products Ltd., l'International Forest Products Ltd., la Canadian Forest Products Ltd. et BC Timber Sales.

Une population humaine de taille modérée réside sur les rives du lac Sakinaw, au moins en été. Une partie des rives, y compris la zone riveraine, a été modifiée. Le développement de la partie ouest du lac est limité en raison de sa topographie, et les forêts riveraines semblent moins perturbées (Sakinaw Sockeye Recovery Team, 2005).

Comme le développement se poursuit dans le bassin versant, il continuera de poser des problèmes et des défis quant à la quantité et à qualité de l'eau. Un plan détaillé de gestion de l'eau pour la région, cernant les enjeux inhérents à son utilisation, doit être préparé. Les milieux riverains et les milieux terrestres de terrain élevé situés sur les terres forestières de la Couronne sont protégés en vertu de la *Forest and Range Practices Act* de la Colombie-Britannique, et ceux situés sur les terres relevant du district régional de Sunshine Coast, en vertu des lignes directrices sur l'aménagement des terres. La protection accordée à la zone littorale du lac dans le plan communautaire officiel A pour la région de Pender Harbour est toutefois limitée (Sakinaw Sockeye Recovery Team, 2005). La *Loi sur les pêches* fédérale protège aussi le lac et ses plages, qu'elles soient situées sur des terres publiques ou privées.

## REMERCIEMENTS ET EXPERTS CONTACTÉS

Elise Keppel a rédigé le rapport pré-COSEPAC sur le saumon rouge Sakinaw dans le cadre d'un marché conclu avec Pêches et Océans Canada; elle a également fourni des données récentes sur les effectifs de la population. Chris Wood, Ph. D., a rédigé le rapport précédent sur l'état du stock de saumons rouges Sakinaw en 2002. Les discussions avec Sean MacConnachie, Dave O'Brien, Steve Baillie, Ruth Withler et Grant McBain, membres du personnel du MPO, et leurs conseils ont été très utiles à la préparation du présent document.

### Experts contactés

Rhonda L. Millikin, Ph. D., chef par intérim, Évaluation des populations, Centre de recherche sur la faune du Pacifique, Service canadien de la faune, Environnement Canada, R.R. 1. 5421, chemin Robertson, Delta (Colombie-Britannique) V4K 3N2.

Christie Whelan, conseillère scientifique, Science des populations de poissons, Pêches et Océans Canada, 200, rue Kent, Ottawa (Ontario) K1A 0E6.

Patrick Nantel, Ph. D., biologiste de la conservation, Programme des espèces en péril, Direction de l'intégrité écologique, Parcs Canada, 25, rue Eddy, 4<sup>e</sup> étage, Gatineau (Québec) K1A 0M5.

Gregory A. Wilson, Aquatic Species At Risk Specialist, Ecosystem Protection and Sustainability Branch, Ministry of Environment, P.O. Box 9338, Station Provincial Government, 4th Floor, 2975 Jutland Road, Victoria (Colombie-Britannique) V8W 9M1.

Katrina Stipek, B.C. Conservation Data Centre, Wildlife Inventory Section, Resources Inventory Branch, Ministry of Environment, Lands and Parks, P.O. Box 9344, Station Provincial Government, Victoria (Colombie-Britannique) V8W 9M1.

Neil Jones, coordonnateur des CTA, Secrétariat du COSEPAC, Service canadien de la faune, Environnement Canada, 351, boul. St. Joseph, Gatineau (Québec) K1A 0H3.

Sonia Schnobb, Secrétariat du COSEPAC, Service canadien de la faune, Environnement Canada, 351, boul. St. Joseph, 14<sup>e</sup> étage, Gatineau (Québec) K1A 0H3.

### SOURCES D'INFORMATION

Argue, A.W. 1975. 1975 Net catch of Sakinaw sockeye. Note de service d'Environnement Canada (32-5-2-1-FD3 5900-85-S45) à R.P. Kraft, 20 novembre 1975.

Aro, K.V. 1979. Transfers of eggs and young of Pacific salmon within British Columbia. Fish. Mar. Serv. Tech. Rep. 861:151 p.

Bates, D.J. et R. August. 1997. Sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*) smolt production from Sakinaw Lake, Sechelt Peninsula, BC. Sechelt Indian Band, Resource Management, Fisheries Section. Tech. Rep. No. AFS97-02:19 p.

Beacham, T. D., B. McIntosh, C. MacConnachie, K.M. Miller et R.E. Withler. 2006. Pacific Rim population structure of sockeye salmon as determined from microsatellite analysis. Transactions of the American Fisheries Society 135:174-187.

Beamish, R.J., C.M. Neville et A.J. Cass. 1997. Production of Fraser River sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*) in relation to decadal-scale changes in the climate and the ocean. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 54:543-554.

Blackett, R.F. 1979. Establishment of sockeye (*Oncorhynchus nerka*) and chinook (*O. tshawytscha*) salmon runs at Frazer Lake, Kodiak, Island, Alaska. J. Fish. Res. Board Can. 36:1265-1277.

Brannon, E.L. 1967. Genetic control of migrating behavior of newly emerged sockeye salmon fry. Intern. Pac. Salmon Fish. Comm. Progr. Rep. 16:31 p.

Brannon, E.L. 1972. Mechanisms controlling migration of sockeye salmon fry. Intern. Pac. Salmon Fish. Comm. Bull. 21:86 p.

Brannon, E.L. 1987. Mechanisms stabilizing salmonid fry emergence timing. pp. 120-124, In H.D. Smith, L. Margolis, et C.C. Wood (ed.) Sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*) population biology and future management. Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci. 96.

- Burgner, R.L. 1991. Life History of Sockeye Salmon (*Oncorhynchus nerka*). p 1-118, *In* : Pacific Salmon Life Histories. C. Groot and L. Margolis (ed.) UBC Press, University of British Columbia ,Vancouver BC.
- Christensen, V. et A.W. Trites. 2011. Predation on Fraser River sockeye salmon. Cohen Commission Tech. Rept. 8:129 p. Vancouver, B.C. [www.cohencommission.ca](http://www.cohencommission.ca). [Également disponible en français : Christensen, V. et A.W. Trites. 2011. La prédation sur le saumon rouge du fleuve Fraser. Rapport technique de la Commission Cohen n° 8, 150 p. Vancouver (C.-B.) [www.cohencommission.ca](http://www.cohencommission.ca).]
- Cohen, B.I. 2012. Commission of inquiry into the decline of sockeye salmon in the Fraser River (Canada). [Également disponible en français : Cohen, B.I. 2012. La Commission d'enquête sur le déclin des populations de saumon rouge du fleuve Fraser (Canada).]
- Connors, B. 2011. Examination of relationships between salmon aquaculture and sockeye salmon population dynamics. Cohen Commission Tech. Rep. 5B. 115 p. Vancouver, B.C. [www.cohencommission.ca](http://www.cohencommission.ca). [Également disponible en français : Connors, B. 2011. Étude de l'interaction entre la salmoniculture et la dynamique des populations de saumons rouges. Rapport technique de la Commission Cohen n° 5B. 118 p. Vancouver (C.-B.) [www.cohencommission.ca](http://www.cohencommission.ca).]
- COSEWIC. 2003a. COSEWIC assessment and status report on the Sockeye Salmon *Oncorhynchus nerka* Sakinaw population in Canada. Committee on the Status of Endangered Wildlife in Canada. Ottawa. ix + 35 pp. [Également disponible en français : COSEPAC. 2003a. Évaluation et Rapport de situation du COSEPAC sur le saumon sockeye (saumon rouge) (*Oncorhynchus nerka*) (population Sakinaw) au Canada. Comité sur la situation des espèces en péril au Canada. Ottawa. xi + 41 p.]
- COSEWIC. 2003b. COSEWIC assessment and status report on the sockeye salmon *Oncorhynchus nerka* (Cultus population) in Canada. Committee on the Status of Endangered Wildlife in Canada. Ottawa. ix + 57 pp. [Également disponible en français : COSEPAC. 2003b. Évaluation et Rapport de situation du COSEPAC sur le saumon sockeye (saumon rouge) *Oncorhynchus nerka* (population Cultus) au Canada. Comité sur la situation des espèces en péril au Canada. Ottawa. ix + 61 p.]
- Department of Fisheries and Oceans (DFO). 1998. Discussion paper : a new direction for Canada's Pacific salmon fisheries [http://www-comm.pac.dfo-mpo.gc.ca/publications/newdirections/default\\_e.htm](http://www-comm.pac.dfo-mpo.gc.ca/publications/newdirections/default_e.htm). [Également disponible en français : Ministère des Pêches et des Océans (MPO). 1998. Une nouvelle orientation pour les pêches du saumon pacifique au Canada. <http://www.pac.dfo-mpo.gc.ca/fm-gp/species-especes/salmon-saumon/pol/docs/nouvelle-fra.pdf>.]
- Department of Fisheries and Oceans (DFO). 2005. [Canada's Policy for Conservation of Wild Pacific Salmon](#). [Également disponible en français : Ministère des Pêches et des Océans (MPO). 2005. [La Politique du Canada pour la conservation du saumon sauvage du Pacifique](#).]

- Department of Fisheries and Oceans (DFO). 2015. Pre-COSEWIC review of the Sakinaw Sockeye Salmon (*Oncorhynchus nerka*) population in 2014. Canadian Science Advisory Secretariat Science Response 2015/020. 16 pp. [Également disponible en français : Ministère des Pêches et des Océans (MPO). 2015. Examen pré-COSEPAC de la population du saumon rouge (*Oncorhynchus nerka*) du lac Sakinaw en 2014. Secrétariat canadien de consultation scientifique, Réponse des Sciences 2015/020. 18 p.]
- Dill, L.M. 2011. Impacts of salmon farms on Fraser River sockeye salmon: results of the Dill investigation. Cohen Commission Tech. Rept. 5D. 81p. Vancouver, B.C. [www.cohencommission.ca](http://www.cohencommission.ca). [Également disponible en français : Dill, L.M. 2011. Impacts des fermes salmonicoles sur le saumon rouge du fleuve Fraser : résultats de l'étude Dill. Rapport technique de la Commission Cohen n° 5D. 94 p. Vancouver (C.-B.) [www.cohencommission.ca](http://www.cohencommission.ca).]
- Doble B.D. et D.M. Eggers. 1978. Diel feeding chronology, rate of gastric evacuation, daily ration, and prey selectivity in lake Washington juvenile sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*). Trans. Am. Fish. Soc. 107:36-45.
- Foerster, R.E. 1968. The Sockeye Salmon, *Oncorhynchus nerka*. Fish. Res. Board Can. Bull. 162:422 p.
- Francis, R.C. 1993. Climate change and salmonid production in the North Pacific Ocean. P. 33-43, In : K.T. Redmond et V.L. Tharp [ed.]. Proceedings of the Ninth Annual Pacific Climate (PACCLIM) Workshop. Calif. Dept. Water Resources. Interagency Ecological Studies Program Tech. Rept. 34.
- French, R., H. Bilton, M. Osako et A. Hartt. 1976. Distribution and origin of sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*) in offshore waters of the north Pacific Ocean. Intern. N. Pac. Fish. Comm. Bull. 34:113 p.
- Godbout, L., Wood, C.C., Withler, R.E., Latham, S., Nelson, R.J., Wetzell, L., Barnett-Johnson, R., Grove, M.J., Schmitt, A.K. et K.D. McKeegan. 2011. Sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*) return after an absence of nearly 90 years: a case of reversion to anadromy. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 68:1590-1602.
- Godwin, S.C., L.M. Dill, J.D. Reynolds et M. Krkosek. 2015. Sea lice, sockeye salmon, and foraging competition: lousy fish are lousy competitors. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 72:1113-1120.
- Goodlad, J.C., T.W. Gjernes et E.L. Brannon. 1974. Factors affecting sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*) growth in four lakes of the Fraser River system. J. Fish. Res. Board Can. 31:871-892.
- Grant, S.C.H., MacDonald, B.L., Cone, T.E., Holt, C.A., Cass, A., Porszt, E.J., Hume, J.M.B. et Pon, L.B. 2011. Evaluation of Uncertainty in Fraser Sockeye (*Oncorhynchus nerka*) Wild Salmon Policy Status using Abundance and Trends in Abundance Metrics. DFO. Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2011/087. viii + 183 p.
- Gustafson, R.G., T.C. Wainwright, G.A. Winans, F.W. Waknitz, L.T. Parker et R.S. Waples. 1997. Status review of sockeye salmon from Washington and Oregon. U.S. Dept. Commerce, NOAA Tech. Memo. NMFS-NWFSC-33:282 p.

- Hart, J.L. 1973. Pacific fishes of Canada. Bull. Fish. Res. Board Can. 180:740 p.
- Henderson, M.A. et A.J. Cass. 1991. Effect of smolt size on smolt-to-adult survival for Chilko Lake sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*). Can. J. Fish. Aquat. Sci. 48:988-994.
- Henry, K.A. 1961. Racial identification of Fraser River sockeye by means of scales and its application to salmon management. Internat. Pacific Salmon Fish. Comm. Bull. 12:97 p.
- Hodgson, S. et T.P. Quinn. 2002. The timing of adult sockeye salmon migration into fresh water: adaptations by populations to prevailing thermal regimes. Can. J. Zool. 80:542–555.
- Hutchinson, G.E. 1957. A treatise on limnology. Volume 1. John Wiley & Sons, New York and London. 1015 p.
- IFMP 2015. Southern Pacific Salmon 2015 Integrated Fisheries Management Plan Summary. <http://www.pac.dfo-mpo.gc.ca/fm-gp/mplans/2015/smon/smon-sc-cs-2015-sm-en.html>. [Également disponible en français : PGIP. 2015. Résumé du Plan de gestion intégrée des pêches au saumon du Pacifique du Sud de la C.-B. <http://www.pac.dfo-mpo.gc.ca/fm-gp/mplans/2015/smon/smon-sc-cs-2015-sm-fr.html>.]
- Irvine, J.R. 2002. COSEWIC status report on the coho salmon *Oncorhynchus kisutch* (Interior Fraser population) in Canada, in COSEWIC assessment and status report on the coho salmon *Oncorhynchus kisutch* (Interior Fraser population) in Canada. Committee on the Status of Endangered Wildlife in Canada. Ottawa. 1-34 pp. [Également disponible en français : Irvine, J.R. 2002. Rapport de situation du COSEPAC sur le saumon coho (*Oncorhynchus kisutch*) (population du Fraser intérieur) au Canada, in Évaluation et Rapport de situation du COSEPAC sur le saumon coho (*Oncorhynchus kisutch*) (population du Fraser intérieur) au Canada. Comité sur la situation des espèces en péril au Canada. Ottawa. Pages 1-39.]
- Johnson, W.E. 1961. Aspects of the ecology of a pelagic, zooplankton-eating fish. Int. Ver. Theor. Angew. Limnol. Verh. 14:727-731.
- Kent, M. 2011. Infectious diseases and potential impacts on survival of Fraser River sockeye salmon. Cohen Commission Tech. Rept. 1:58 p. Vancouver, B.C. [www.cohencommission.ca](http://www.cohencommission.ca). [Également disponible en français : Kent, M. 2011. Les maladies infectieuses et leurs impacts potentiels sur la survie du saumon rouge du fleuve Fraser. Rapport technique de la Commission Cohen n° 1. 62 p. Vancouver (C.-B.) [www.cohencommission.ca](http://www.cohencommission.ca).]
- Koenings, J.P. et R.D. Burkett. 1987. Population characteristics of sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*) smolts relative to temperature regimes, euphotic volume, fry density, and forage base within Alaskan lakes. p. 216-234, In: H.D. Smith, L. Margolis, et C.C. Wood. (ed.) Sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*) population biology and future management. Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci. 96.

- Kolb, R. 1971. A review of Lake Washington sockeye (*Oncorhynchus nerka*) age and racial characteristics as determined by scale analysis. Suppl. Prog. Rep. Mar. Fish. Invest., Wash. Dep. Fish., p. 1-9.
- McBain, G. 2015. Correspondance par courriel adressée à J. Schweigert, juillet 2015.
- McKinnell, S.M., E. Curchitser, C. Groot, M. Kaeriyama et K.W. Myers. 2011. The decline of Fraser River sockeye salmon *Oncorhynchus nerka* (Steller, 1743) in relation to marine ecology. PICES Advisory Report. Cohen Commission Tech. Rept. 4 : 195p. Vancouver, B.C. [www.cohencommission.ca](http://www.cohencommission.ca). [Également disponible en français : McKinnell, S.M., E. Curchitser, C. Groot, M. Kaeriyama et K.W. Myers. 2011. Le déclin du saumon rouge (*Oncorhynchus nerka*) du fleuve Fraser dans le contexte de l'écologie marine du Pacifique Nord. Rapport consultatif de la PICES. Rapport technique de la Commission Cohen n° 4. 209 p. Vancouver (C.-B.). [www.cohencommission.ca](http://www.cohencommission.ca).]
- McPhail, J.D. et C.C. Lindsey. 1970. Freshwater fishes of northwestern Canada and Alaska. Bull. Fish. Res. Bd. Can. 173:381 p.
- Mecklenburg, C.W., T.A. Mecklenburg et L.K. Thorsteinson. 2002. Fishes of Alaska. Amer. Fish. Soc., Bethesda, MD, 1037 p.
- Mueter, F.J., R.M. Peterman et B.J. Pyper. 2002a. Opposite effects of ocean temperature on survival rates of Pacific salmon (*Oncorhynchus* spp.) in northern and southern areas. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 59:456-463.
- Mueter, F.J., D.M. Ware et R.M. Peterman. 2002b. Spatial correlation patterns in coastal environmental variables and survival rates of Pacific salmon in the northeast Pacific Ocean. Fish. Oceanogr. 11:205-218.
- Murray, C. et C.C. Wood. 2002. Status of Sakinaw Lake sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*). Canadian Science Advisory Secretariat (CSAS) Res. Doc.2002/088:100 p. <http://www.dfo-mpo.gc.ca/csas/>.
- Nelson, R.J., C.C. Wood, G. Cooper, C. Smith et B. Koop. 2003. Population structure of sockeye salmon of the central coast of British Columbia: implications for recovery planning. N. Am. J. Fish. Manag. 23:704-721.
- NOAA. 2014. Snake River Sockeye. Site Web de la NOAA, consulté le 25 septembre 2015. [http://www.westcoast.fisheries.noaa.gov/protected\\_species/salmon\\_steelhead/salmon\\_and\\_steelhead\\_listings/sockeye/snake\\_river\\_sockeye.html](http://www.westcoast.fisheries.noaa.gov/protected_species/salmon_steelhead/salmon_and_steelhead_listings/sockeye/snake_river_sockeye.html).
- Noakes, D.J. 2011. Impacts of salmon farms on Fraser River sockeye salmon: results of the Noakes investigation. Cohen Commission Tech. Rept. 5C. 113 p. Vancouver, B.C. [www.cohencommission.ca](http://www.cohencommission.ca). [Également disponible en français : Noakes, D.J. 2011. Impacts des fermes salmonicoles sur le saumon rouge du fleuve Fraser : résultats de l'étude Noakes. Rapport technique de la Commission Cohen n° 5C. 116 p. Vancouver (C.-B.). [www.cohencommission.ca](http://www.cohencommission.ca).]
- Northcote, T.G. et W.E. Johnston. 1964. Occurrence and distribution of sea water in Sakinaw Lake, British Columbia. J. Fish. Res. Board Can. 21:1321-1324.

- Ocean's Act. 1996. <http://laws-lois.justice.gc.ca/eng/acts/O-2.4/>. [Également disponible en français : Loi sur les océans. 1996. <http://laws-lois.justice.gc.ca/fra/lois/O-2.4/>.]
- O'Neill, S.M. et K.D. Hyatt. 1987. An experimental study of competition for food between sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*) and threespine stickleback (*Gasterosteus aculeatus*) in a British Columbia coastal lake. p. 143-160, *In*: H.D. Smith, L. Margolis, and C.C. Wood. (ed.) Sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*) population biology and future management. Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci. 96.
- Peterman, R.M. et B. Dorner. 2011. Fraser River sockeye production dynamics. Cohen Commission Tech. Rept. 10:134 p. Vancouver, B.C. [www.cohencommission.ca](http://www.cohencommission.ca). [Également disponible en français : Peterman, R.M. et B. Dorner. 2011. Dynamique de la production du saumon rouge du fleuve Fraser Rapport technique de la Commission Cohen n° 10. 149 p. Vancouver (C.-B.). [www.cohencommission.ca](http://www.cohencommission.ca).]
- Raleigh, R.F. 1967. Genetic control in the lakeward migrations of sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*) fry. J. Fish. Res. Board Can. 24:2613-2622.
- Ricker, W.E. 1962. Comparison of ocean growth and mortality of sockeye during their last two years. J. Fish. Res. Board Canada, 19:531-560.
- Ricker, W.E. 1982. Size and age of sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*) in relation to environmental factors and the fishery. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. No.1115:126 p.
- Royal, L. A. et A. Seymour. 1940. Building new salmon runs, Puget Sound sockeye salmon plantings show varying degrees of success. Prog. Fish Cult. (Memo I-131) 52:7 p.
- Sakinaw Sockeye Recovery Team. 2005. Conservation Strategy for Sockeye Salmon (*Oncorhynchus nerka*), Sakinaw Lake Population, in British Columbia. Recovery of Nationally Endangered Wildlife (RENEW). Ottawa, Ontario, 61 pp.
- Sakinaw Sockeye Recovery Team. 2013. Update on the 2008 Conservation Strategy for Sakinaw Lake Sockeye Salmon. Document inédit. Pêches et Océans Canada. 33 p.
- Scott, W.B. et E.J. Crossman. 1973. Freshwater fishes of Canada. Bull. Fish. Res. Board Can. 184:966 p. [Également disponible en français : Scott, W.B. et E.J. Crossman. 1974. Poissons d'eau douce du Canada. Bulletin – Office des recherches sur les pêcheries du Canada n° 184F. 1026 p.]
- Shortreed, K., K. Morton et J. Hume. 2003. Sakinaw Lake: results from an August 2002 limnological survey. Rapport inédit du MPO, 26 p., disponible auprès de l'auteur (shortreedk@dfo-mpo.gc.ca).
- Smith, G.R. et R.F. Stearley. 1989. The classification and scientific names of rainbow and cutthroat trouts. Fisheries (Bethesda) 14:4-10.
- Starr, P.J., A.T. Charles et M.A. Henderson 1984. Reconstruction of British Columbia sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*) stocks : 1970-1982. Can. Man. Rep. Fish. Aquat. Sci. No. 1780:123 p.

- Stearley, R.F. et G.R. Smith. 1993. Phylogeny of the Pacific trouts and salmon ( *Oncorhynchus* ) and genera of the family Salmonidae. Trans. Am. Fish. Soc. 122:1-33.
- Thorpe, J.E., C. Talbot et C. Villarreal. 1982. Bimodality of growth and smolting in Atlantic salmon, *Salmo salar* L. Aquacult. 28:123-132.
- Verhoeven, L.A. et E.B. Davidoff. 1962. Marine tagging of Fraser River Sockeye. Internat. Pacific Salmon Fish. Comm. Bull. 13:132 p.
- Walker, K.F. et G.E. Likens. 1975. Meromixis and reconsidered typology of lake circulation patterns. Verh. Internat. Verein. Limnol. 19:442-458.
- Waples, R.S. 1991. Definition of "species" under the *Endangered Species Act*: Application to Pacific salmon. NOAA Tech. Memo. NMFS F/NWC 194:29 p.
- Welch, D.W., Y. Ishida et K. Nagasawa. 1998. Thermal limits and ocean migrations of sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*): long-term consequences of global warming. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 55:937-948.
- Williams, I.V. 1987. Attempts to re-establish sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*) populations in the Upper Adams River, British Columbia, 1949-84. p. 235-242 In : H.D. Smith, L. Margolis, et C.C. Wood (ed.) Sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*) population biology and future management. Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci. 96.
- Williamson, H.C. 1927. Pacific Salmon Migration: Report on the Tagging Operations in 1925. Contrib. Can. Biol. Fish. New Series Vol. 3 No. 9:265-306.
- Withler, F.C. 1982. Transplanting Pacific salmon. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci.1079:27 p.
- Withler, R.E., K.D. Le, R.J. Nelson, K.M. Miller et T.D. Beacham. 2000. Intact genetic structure and high levels of genetic diversity in bottlenecked sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*) populations of the Fraser River, British Columbia, Canada. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 57:1985–1998.
- Withler, R.E., D.S. O'Brien, N.M. Watson et K.J. Supernault. 2014. Maintenance of genetic diversity in natural spawning of captively-reared endangered sockeye salmon, *Oncorhynchus nerka*. Diversity 6:354-379.
- Wood, C.C. 1987. Predation of juvenile Pacific salmon by the common merganser (*Mergus merganser*) on eastern Vancouver Island. I: Predation of seaward-migrating juvenile salmon. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 44:941-949.
- Wood, C.C. 1995. Life history variation and population structure in sockeye salmon. In J.L. Nielsen (ed.), Evolution and the aquatic ecosystem: defining unique units in population conservation. Am. Fish. Soc. Symp. 17:195-216.
- Wood, C.C., C.J. Foote et D.T. Rutherford. 1999. Ecological interactions between juveniles of reproductively isolated and non-anadromous morphs of sockeye salmon, *Oncorhynchus nerka*, sharing the same nursery lake. Env. Biol. Fish. 54:161-173.

- Wood, C.C., B.E. Riddell, D.T. Rutherford et R.E. Withler. 1994. Biochemical genetic survey of sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*) in Canada. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 51 (Suppl. 1):114-131.
- Wood, C.C., J.W. Bickham, R.J. Nelson, C.J. Foote et J.C. Patton. 2008. Recurrent evolution of life history ecotypes in sockeye salmon: implications for conservation and future evolution. *Evol. Appl.* 1(2):207-221.
- Wood, C.C., Welch, D.W., Godbout, L. et Cameron, J. 2011. Marine migratory behavior of hatchery-reared anadromous and wild non-anadromous sockeye salmon revealed by acoustic tags. *Amer. Fish. Soc. Symp.* 76, 289–311.

### **SOMMAIRE BIOGRAPHIQUE DU RÉDACTEUR DU RAPPORT**

M. Jacob (Jake) Schweigert a obtenu un baccalauréat ès sciences (avec spécialisation) de l'Université de Toronto en 1974 et une maîtrise ès sciences (zoologie) de l'Université du Manitoba en 1976. M. Schweigert est scientifique émérite à la Station biologique du Pacifique (SBP) de Pêches et Océans Canada (MPO), située à Nanaimo, en Colombie-Britannique. Avant sa retraite, M. Schweigert travaillait en tant que scientifique au MPO depuis 1981; plus récemment, il occupait le poste de chef de la section Biologie de la conservation à la SBP. Il a consacré la majeure partie de sa carrière à la recherche et à l'évaluation des stocks de harengs du Pacifique et d'autres espèces-fourrages. Jake est l'auteur ou le coauteur de plus de 30 articles publiés dans des revues scientifiques évaluées par des pairs et de plus de 70 autres publications, notamment les rapports du COSEPAC sur les stocks de sardines du Pacifique et de saumons cohos du Fraser intérieur.