

# Network-scale spatial and temporal variation in Chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) redd distributions: patterns inferred from spatially continuous replicate surveys

Daniel J. Isaak and Russell F. Thurow

**Abstract:** Spatially continuous sampling designs, when temporally replicated, provide analytical flexibility and are unmatched in their ability to provide a dynamic system view. We have compiled such a data set by georeferencing the network-scale distribution of Chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) redds across a large wilderness basin (7330 km<sup>2</sup>) in central Idaho for 9 years (1995–2003). During this time, the population grew at a rate of 5.3 recruits per spawner, and redd numbers increased from 20 to 2271. As abundances increased, fish expanded into portions of the stream network that had recently been unoccupied. Even at the highest escapements, however, distributions remained clustered, and a limited portion of the network contained the majority of redds. The importance of the highest density spawning areas was greatest when abundances were low, suggesting these areas may serve as refugia during demographic bottlenecks. Analysis of variance indicated that redd numbers were strongly affected by local habitats and broad climatic controls, but also revealed a space–time interaction that suggested temporal instability in spatial patterns. Our results emphasize the importance of maintaining habitats with high densities of individuals, but also suggest that broader views may be needed to accommodate the dynamics of natural salmonid populations.

**Résumé :** Les plans d'échantillonnage spatial en continu, répétés dans le temps, fournissent une flexibilité d'analyse et sont sans pareil pour générer une perspective dynamique d'un système. Nous avons compilé une telle banque de données en établissant par géoréférencement la répartition à l'échelle du réseau des frayères de saumons quinnat (*Oncorhynchus tshawytscha*) dans un grand bassin versant sauvage (7330 km<sup>2</sup>) du centre de l'Idaho pendant 9 ans (1995–2003). Pendant cette période, la population a crû à un taux de 5,3 recrues par reproducteur et le nombre de frayères est passé de 20 à 2271. Au fur et à mesure de l'accroissement de l'abondance, les poissons ont envahi des sections du réseau hydrologique encore récemment inoccupées. Même dans les escarpements les plus élevés, cependant, la distribution demeure contagieuse et une partie restreinte du réseau abrite la majorité des frayères. L'importance des sites de frai à densité très élevée est maximale aux densités faibles, ce qui laisse croire que ces sites servent de refuges durant les goulots d'étranglement démographiques. Une analyse de variance indique que le nombre de frayères est très affecté par les habitats locaux et les facteurs généraux de contrôle climatique; elle montre aussi une interaction espace-temps qui laisse croire à une instabilité temporelle des patrons spatiaux. Nos résultats mettent l'emphase sur l'importance de préserver les habitats de grande densité de poissons, mais ils laissent aussi entrevoir que des perspectives plus larges seront peut-être nécessaires pour tenir compte de la dynamique des populations naturelles de saumons.

[Traduit par la Rédaction]

## Introduction

Pacific salmon populations have declined during the last century across much of North America outside of Alaska, especially at inland and southern peripheries of historical ranges (Nehlsen et al. 1991; Thurow et al. 2000). Many re-

maining populations persist at low levels, which has prompted federal protection under the US Endangered Species Act and costly restoration efforts. Initial attempts to restore populations focused on curtailment of adult harvests, supplementation of wild stocks with hatchery fish, and modification of hydrosystems to reduce mortality (Independent

Received 30 March 2005. Accepted 6 August 2005. Published on the NRC Research Press Web site at <http://cjfas.nrc.ca> on 20 December 2005.  
J18626

**D.J. Isaak**<sup>1,2</sup> University of Idaho, Ecohydraulics Research Group, College of Engineering, 322 E. Front Street, Suite 340, Boise, ID 83702, USA.

**R.F. Thurow**. USDA Forest Service, Rocky Mountain Research Station, Boise Forest Sciences Laboratory, 316 East Myrtle Street, Boise, ID 83702, USA.

<sup>1</sup>Corresponding author (e-mail: [disaak@fs.fed.us](mailto:disaak@fs.fed.us)).

<sup>2</sup>Present address: USDA Forest Service, Rocky Mountain Research Station, Boise Forest Sciences Laboratory, 316 East Myrtle Street, Boise, ID 83702, USA.