

Indicateurs biotiques de l'impact des interventions forestières sur le milieu aquatique dans le bassin versant de la rivière Cascapédia

Marco A. Rodríguez
Michel Lapointe
Pierre Bérubé
Julie Deschênes
Nicolas Martel



CENTRE INTERUNIVERSITAIRE
DE RECHERCHE SUR LE
SAUMON ATLANTIQUE



McGill

Ressources
naturelles,
Faune et Parcs

Québec 

Perturbations environnementales découlant des interventions forestières :

Régime hydrologique

Dynamique des sédiments

Ouverture de la canopée (irradiation, température, apports allochtones)

Apport en débris ligneux

Détection des impacts forestiers sur l'écosystème :

Type de mesures utilisées pour évaluer les impacts

Abiotiques (hydrologie, sédiments)

Biotiques (abondance, croissance, mortalité, diversité)

Type et intensité de l'intervention

Coupe à blanc vs coupe partielle; routes

Échelles spatiale et temporelle

Contexte environnemental

Analyses quantitatives de l'influence des interventions forestières et de la variation environnementale sur deux composantes biotiques des ruisseaux tributaires de la rivière Cascapédia :

(1) Le saumon Atlantique

Incidence et densité



(2) Les invertébrés benthiques

Diversité, densité, biomasse, spectre de biomasse et structure de communautés



Les études visaient à relier, à quatre échelles spatiales, les réponses des communautés aux interventions forestières ayant eu lieu de 1 à 19 ans avant l'échantillonnage.

Afin d'éviter que la variabilité environnementale naturelle ne masque les effets des interventions forestières, des variables caractérisant les ruisseaux ainsi que le paysage ont été intégrées dans les analyses.

Bassin versant de la rivière Grande Cascapedia, Gaspésie



Superficie du bassin : 3172 km²





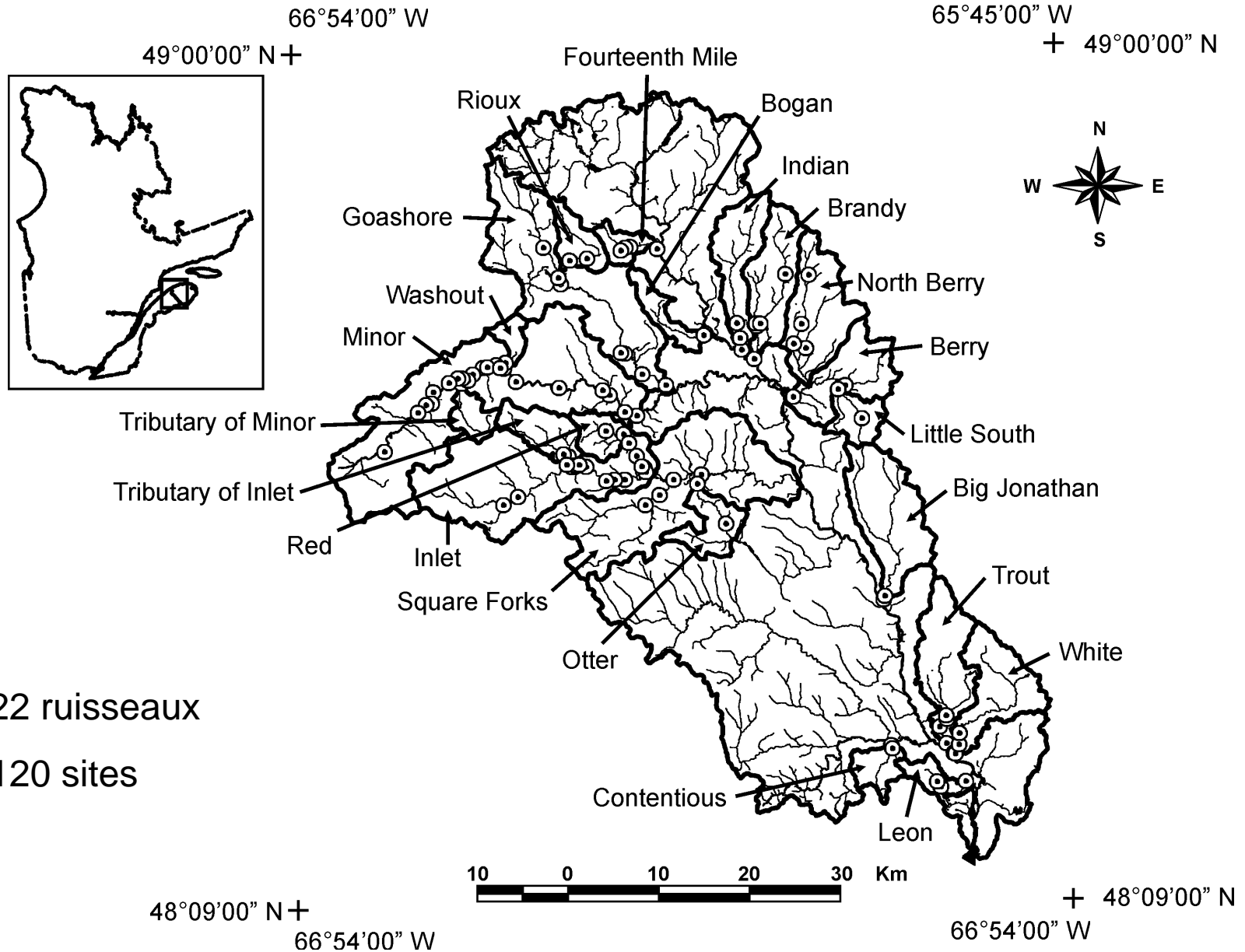
Coupes à blanc :

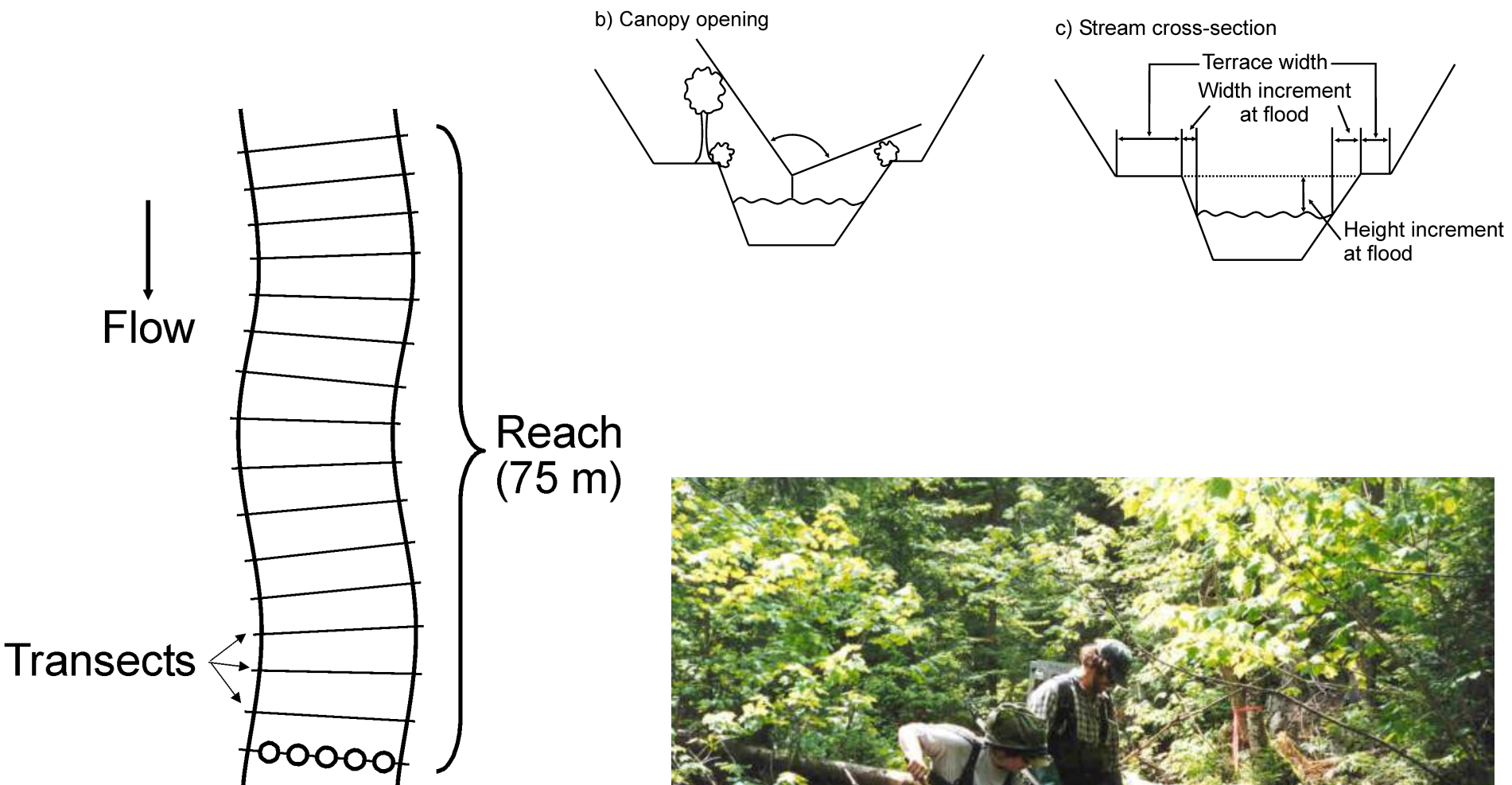
Médiane : 22,7%

Écart : 0 - 43,1%



Incidence et densité des juvéniles du saumon Atlantique





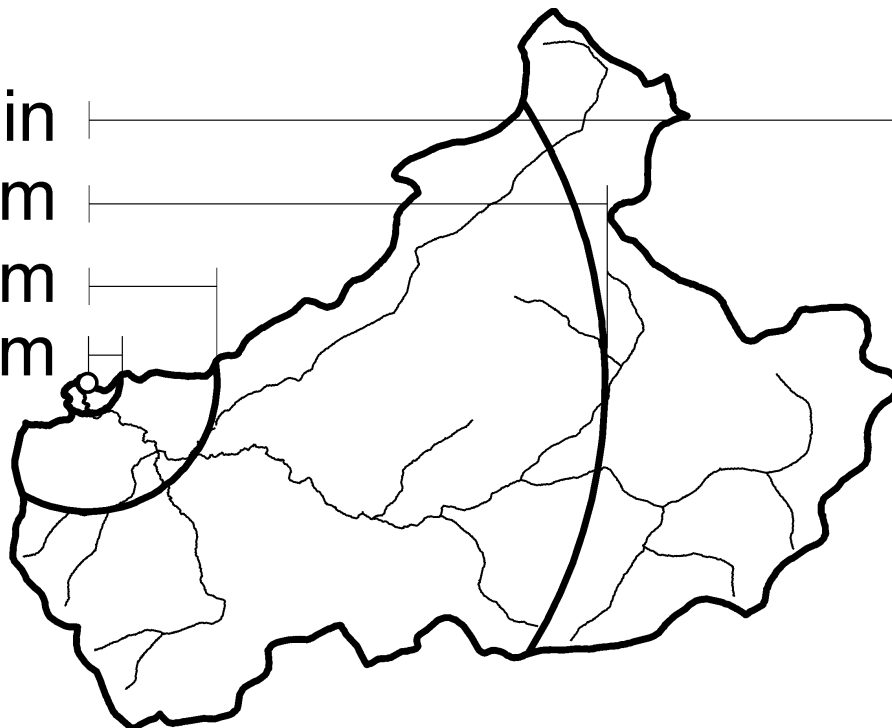
a)

Sub-basin

8km

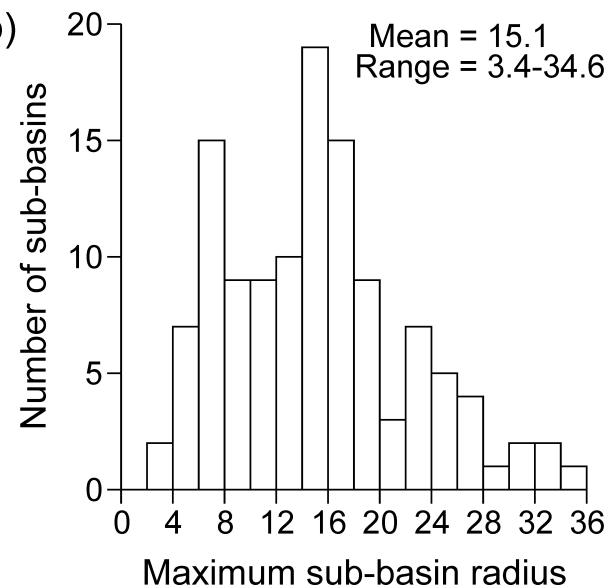
2km

0.5 km



Les activités forestières ont été quantifiées par SIG à quatre échelles spatiales : sous-bassin versant, 8 km, 2 km et 0,5 km en amont de chaque site

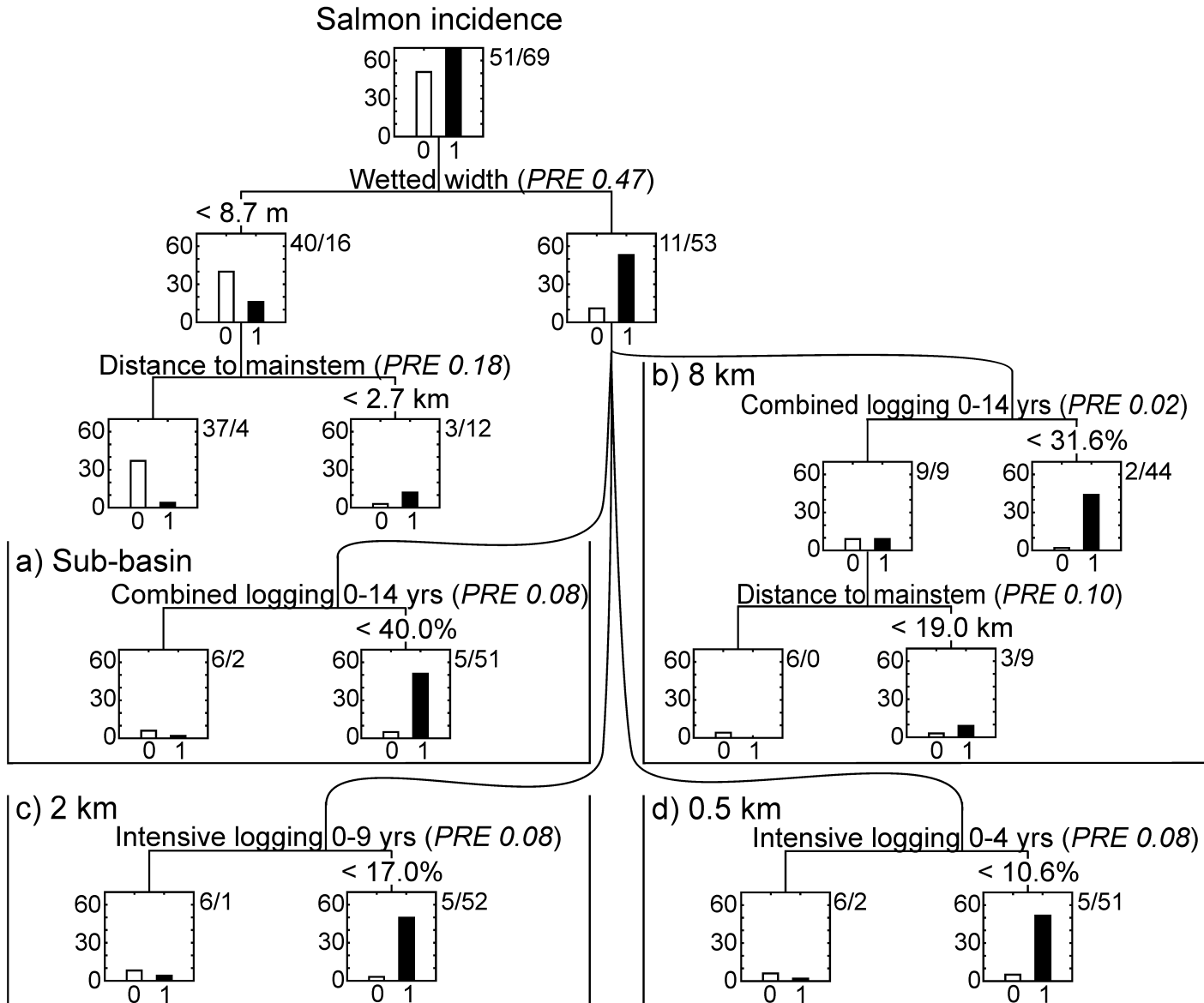
b)

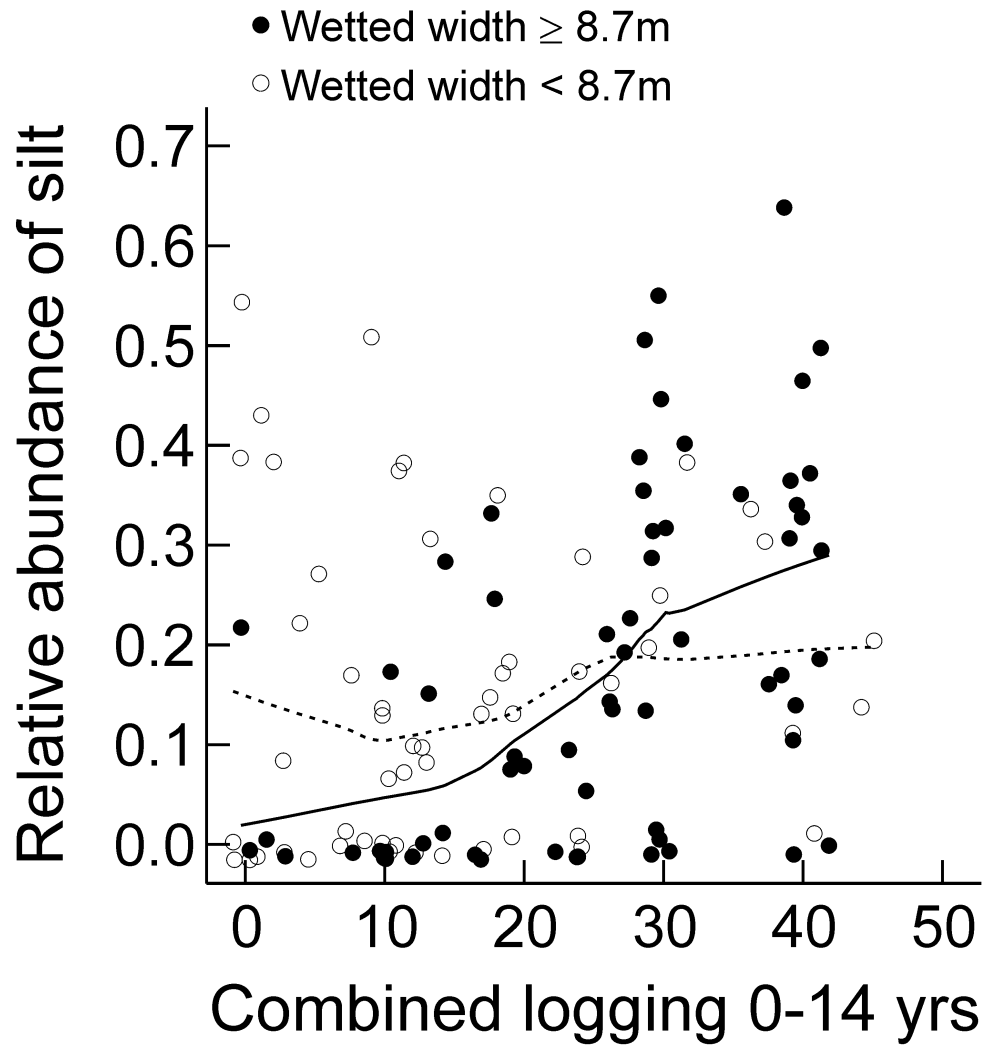


Variables environnementales et forestières

Variables common to all scales	Type	Scale-dependent variables	Type
Mean depth (cm)	Local habitat	Total equivalent clear-cut areas (ECA; %)	Logging
Mean current velocity (cm·s ⁻¹)	Local habitat	Pre-commercial thinning ECA	Logging
Mean wetted width (m)	Local habitat	Windfall ECA	Logging
Mean substratum size	Local habitat	Logging ECA	Logging
Plant abundance index	Local habitat	Severe outbreak ECA	Logging
Cover index	Local habitat	Total road density (km·km ⁻²)	Logging
Canopy opening (°)	Local habitat	Primary road density	Logging
Large woody debris	Local habitat	Secondary road density	Logging
Number of pools	Local habitat	Tertiary road density	Logging
Stream slope (°)	Local habitat	Logging 0-4 years old (%)	Logging
Terrace width (m)	Landscape	Logging 5-9 years old (%)	Logging
Height at flood (m)	Landscape	Logging 10-14 years old (%)	Logging
Width at flood (m)	Landscape	Logging 15-19 years old (%)	Logging
Valley width (m)	Landscape	Logging 0-9 years old (%)	Logging
Entrenchment (%)	Landscape	Logging 0-14 years old (%)	Logging
Altitude (m)	Landscape	Logging 0-19 years old (%)	Logging
Distance to mainstem (km)	Accessibility	Average stream slope (°)	Landscape
Distance to mouth (km)	Accessibility	Softwood stands (%)	Landscape
Barrier strength	Accessibility	Hardwood stands (%)	Landscape

Incidence : arbres de classification





Densité (sites où le saumon était présent) : arbres de régression

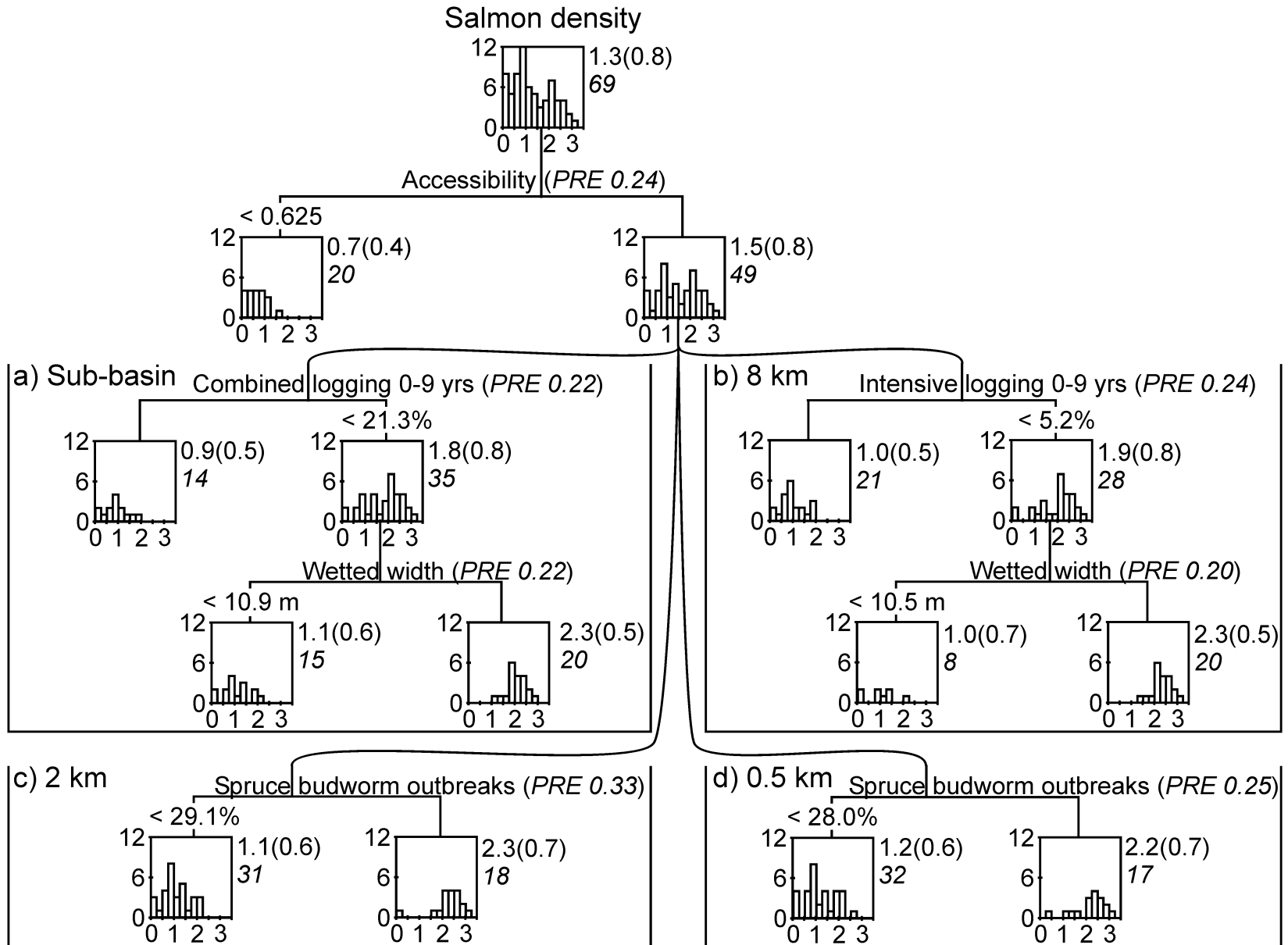


Table 3. Classification success (CCR, specificity, and sensitivity) and proportional reduction in error (PRE) of classification tree models, and PRE of regression tree models, by spatial scale. All values are percentages.

Spatial scale	Classification trees			Regression trees	
	CCR	Specificity	Sensitivity	PRE	PRE
Sub-basin	88.3	84.3	91.3	72.5	68.7
8 km	90.0	84.3	94.2	76.5	68.4
2 km	89.2	84.3	92.8	72.5	57.5
0.5 km	88.3	84.3	91.3	72.5	49.1

Communautés de macroinvertébrés benthiques

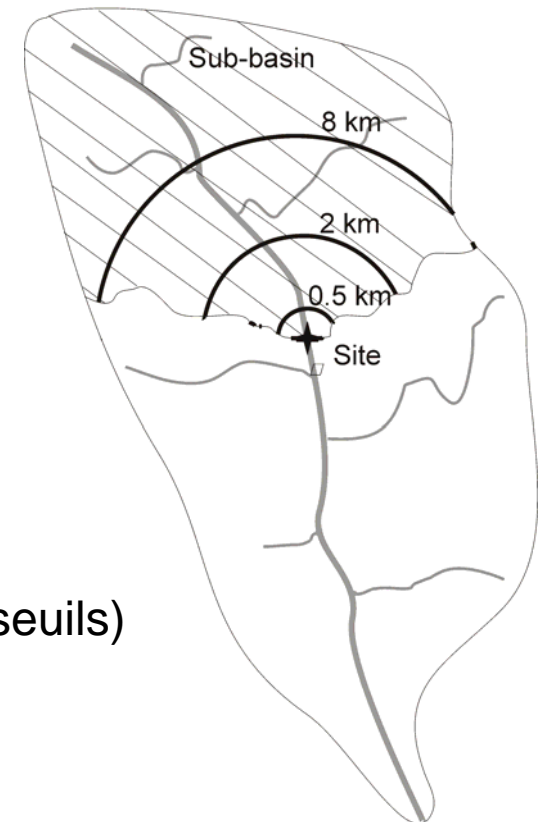
Nous avons examiné, à l'aide des régressions multiples et d'analyses canoniques des correspondances, l'influence des interventions forestières et des variables environnementales sur :

la diversité (richesse taxonomique raréfiée)

l'abondance totale (densité et biomasse)

la distribution de taille (spectre de biomasse normalisé)

la structure des communautés



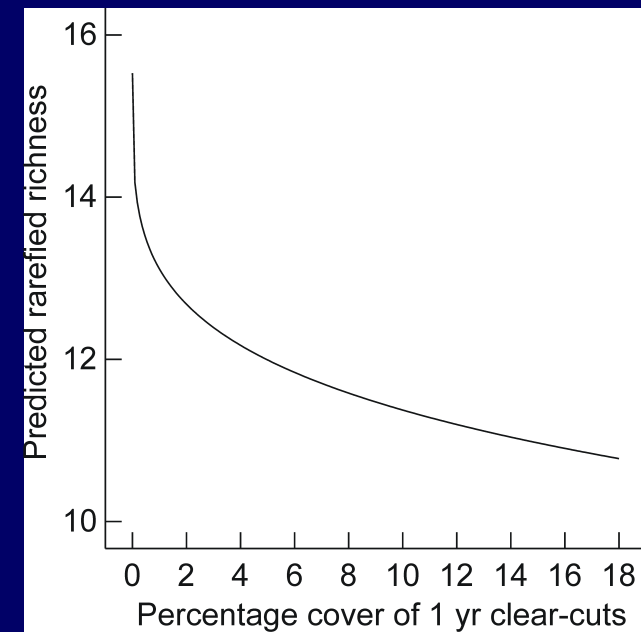
22 ruisseaux

90 sites (rapides et seuils)

Filet Surber

Multiple regression results for the rarefied taxonomic richness at four spatial scales. Standardized coefficients, p-values for individual variables, and R² are reported.

Variable name	Scale (influence radii)			
	Catchment	8 km	2 km	0.5 km
Canopy opening				-0.179 (0.046)
Stream gradient				-0.257 (0.004)
Julian day	-0.233 (0.015)	-0.284 (0.002)	-0.297 (<0.001)	-0.359 (<0.001)
1-yr clear cuts	-0.384 (<0.001)	-0.266 (0.002)	-0.171 (0.041)	-0.184 (0.030)
2-4 yr partial cuts	-0.305 (0.003)			
9-14 yr partial cuts	0.318 (0.002)	0.390 (<0.001)		
15-19 yr clear cuts			0.491 (<0.001)	0.407 (<0.001)
15-19 yr partial cuts	0.204 (0.030)			
R²	0.386	0.413	0.447	0.479



Multiple regression results for the density at four spatial scales.
 Standardized coefficients, p-values for individual variables, and R² are reported.

Variable name	Scale (influence radii)			
	Catchment	8 km	2 km	0.5 km
Valley width	0.184 (0.035)			
Vegetation in sample	0.310 (<0.001)	0.290 (0.004)	0.300 (0.004)	0.300 (0.004)
Water temperature	-0.213 (0.015)	-0.393 (<0.001)	-0.399 (<0.001)	-0.399 (<0.001)
Distance to mouth		0.301 (0.006)	0.378 (0.001)	0.378 (0.001)
Vegetation in site		0.308 (0.002)	0.326 (0.002)	0.326 (0.002)
Width at flood			-0.189 (0.044)	-0.189 (0.044)
2-4 yr partial cuts	0.395 (<0.001)	0.262 (0.004)		
15-19 yr partial cuts	0.213 (0.015)			
R ²	0.449	0.437	0.406	0.406

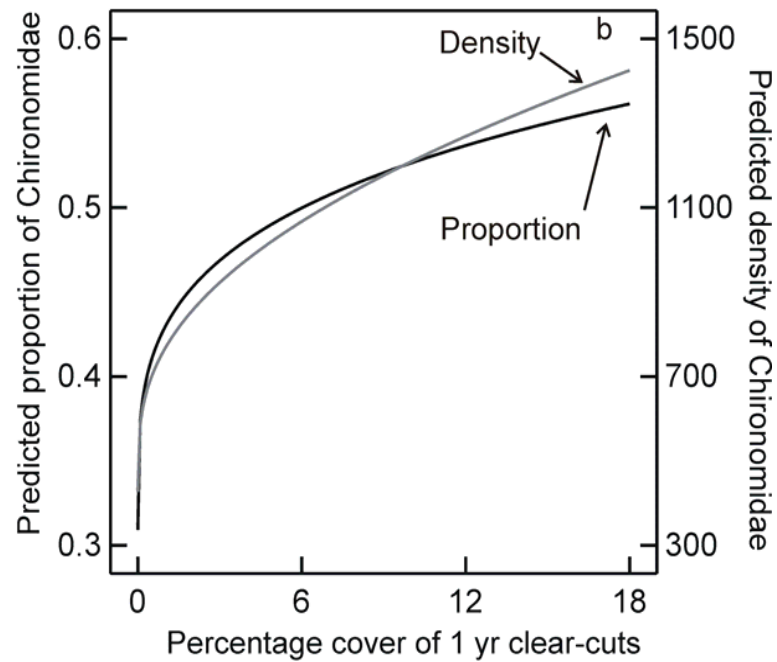
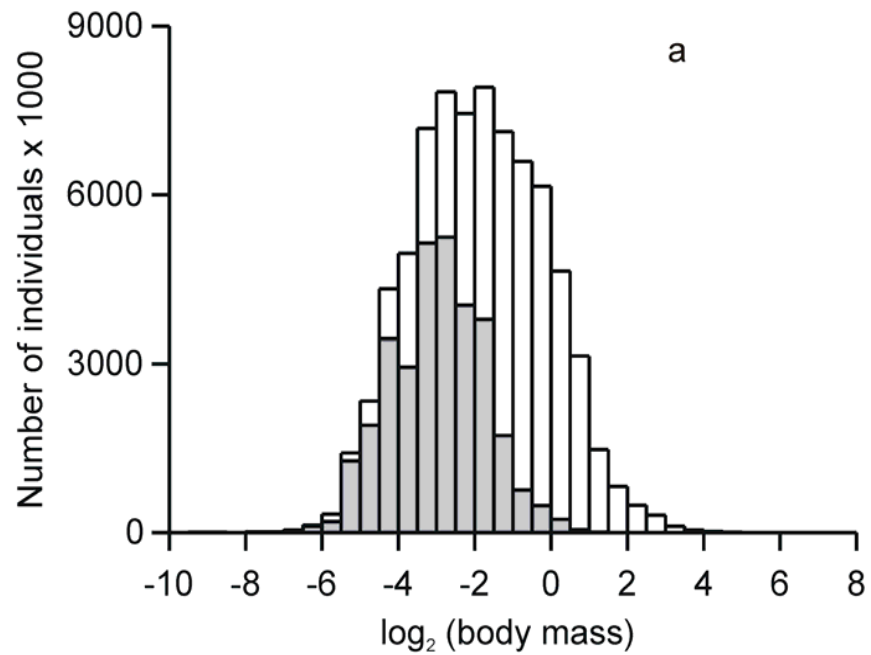
Multiple regression results for the biomass at four spatial scales.

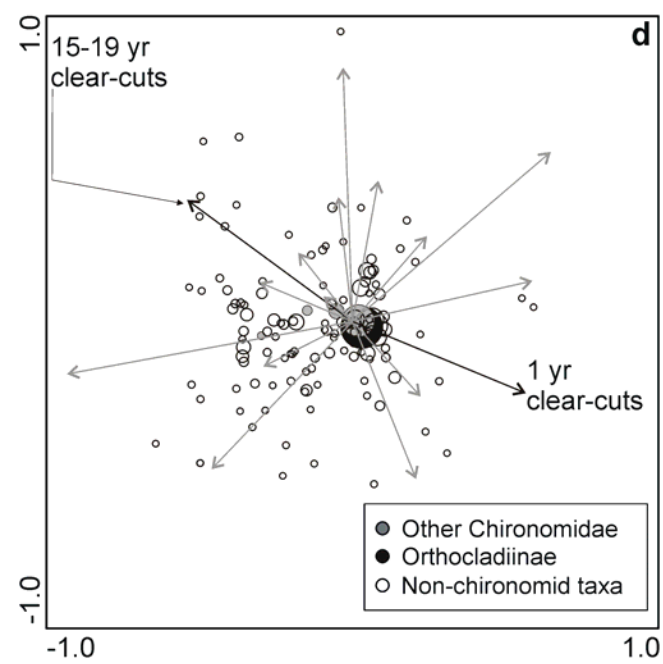
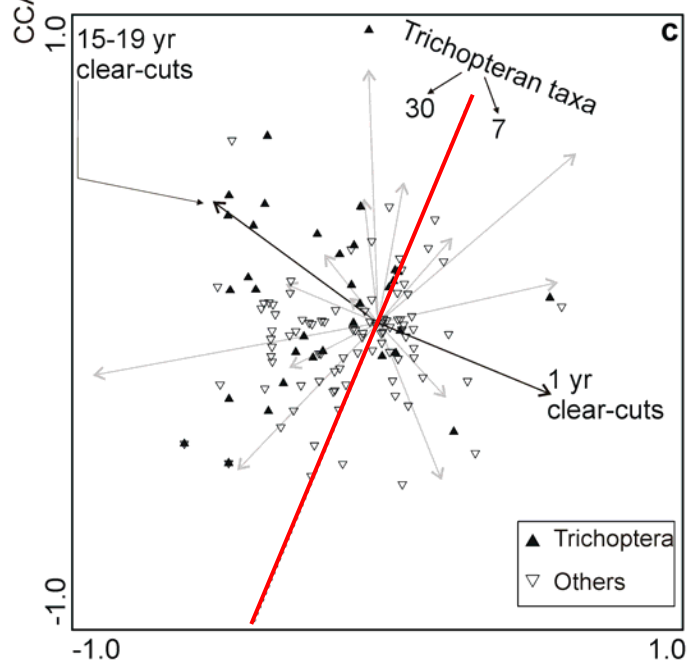
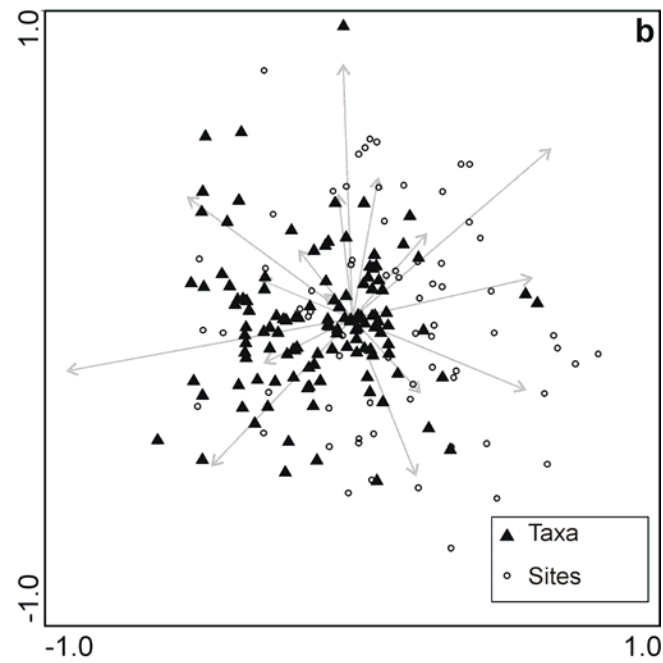
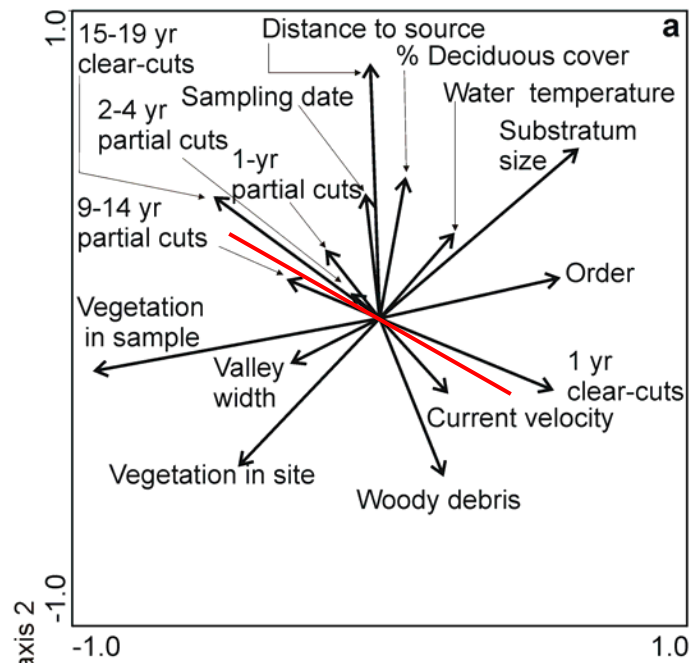
Standardized coefficients, p-values for individual variables, and R² are reported.

Variable name	Scale (influence radii)			
	Catchment	8 km	2 km	0.5 km
Altitude	0.176 (0.029)	0.172 (0.020)		
Mean stream width	0.398 (<0.001)		0.530 (<0.001)	0.526 (<0.001)
Vegetation in site	0.210 (0.008)			0.185 (0.045)
Distance to mainstem			0.320 (<0.001)	0.259 (0.006)
Stream gradient		-0.361 (<0.001)		
Water temperature		0.282 (<0.001)		
1 yr clearcuts			0.164 (<0.001)	
5-9 yr partial cuts	0.379 (<0.001)	0.366 (<0.001)	0.224 (0.005)	0.189 (0.025)
R ²	0.566	0.595	0.547	0.479

Multiple regression results for the slope of the normalized biomass spectrum at four spatial scales. Standardized coefficients, p-values for individual variables, and R^2 are reported.

Variable name	Scale (influence radii)			
	Catchment	8 km	2 km	0.5 km
Vegetation in sample	-0.380 (<0.001)	-0.342 (<0.001)	-0.494 (<0.001)	-0.494 (<0.001)
Water temperature	0.302 (0.001)	0.277 (0.002)	0.261 (0.009)	0.261 (0.009)
Width at flood			0.200 (0.039)	0.200 (0.039)
2-4 yr clear cuts	-0.192 (0.037)	-0.258 (0.005)		
2-4 yr partial cuts	-0.391 (<0.001)	-0.328 (<0.001)		
15-19 yr partial cuts		-0.227 (0.011)		
R^2	0.423	0.423	0.329	0.329





CCA axis 1

Un mécanisme reliant les coupes au saumon ?

- (1) Transport de sédiments fins des petits ruisseaux à fort gradient vers des segments plus larges et à plus faible gradient en aval
- (2) Dominance, dans les sites ayant plus de sédiments fins, de petits invertébrés généralistes ayant un court cycle vital, tels les chironomidés, au détriment des proies de plus grande taille préférées par le saumon, telles les trichoptères
- (3) Effets négatifs plus forts sur le saumon dans les sites propices à l'accumulation de sédiments fins

Conclusions générales

Bien que les effets des interventions forestières étaient principalement négatifs, ils variaient considérablement en fonction de l'échelle d'analyse et du contexte environnemental.

La capacité à déceler des impacts forestiers sur le milieu aquatique peut varier en fonction de la mesure biologique utilisée ainsi que de l'échelle spatiale de l'étude.

L'impact des coupes sur la structure des communautés était généralement plus important aux plus grandes échelles spatiales.

Fonds de recherche
sur la nature
et les technologies

Québec 



**NSERC
CRSNG**

Société Cascapédia, inc.



**FONDATION DE LA FAUNE
DU QUÉBEC**

