

**LA PÊCHE SPORTIVE AU LAC SAINT-PIERRE EN 2003
I- PÊCHE SUR LA GLACE :
EFFORT DE PÊCHE, SUCCÈS ET RÉCOLTE
DES PRINCIPALES ESPÈCES DE POISSONS**



par

Gaétan Daigle

Emmanuelle Reny-Nolin

Louis-Paul Rivest

(Service des Consultations Statistiques, Université Laval)

et

Yves Mailhot

Michel Legault

(Ministère des Ressources naturelles et de la Faune)

Mai 2005

Référence à citer :

DAIGLE, G., E. RENY-NOLIN, L.-R. RIVEST, Y. MAILHOT, M. LEGAULT. 2005. Rapport I : La pêche sportive au lac Saint-Pierre en 2003. Pêche sur la glace : effort de pêche, succès et récolte des principales espèces de poissons. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec, Direction de la recherche sur la faune. Université Laval, Service des Consultations Statistiques, 67 p.

Dépôt légal – Bibliothèque nationale du Québec, 2005

ISBN : 2-550-43680-6

AVANT-PROPOS

En 2003, la Société de la faune et des parcs du Québec, aujourd'hui le ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec, en collaboration avec le ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation, a complété le plus grand inventaire exhaustif de la pêche sportive jamais réalisé au lac Saint-Pierre. La pêche sur la glace et la pêche en eau libre ont ainsi fait l'objet d'une étude de grande envergure, dont l'objectif principal était de quantifier avec précision la récolte de la perchaude (*Perca flavescens*) et des autres principales espèces de poissons pêchés ainsi que d'estimer l'ordre de grandeur minimal des retombées économiques de cette exploitation.

La perchaude est depuis longtemps l'espèce la plus convoitée par les pêcheurs sportifs et les pêcheurs commerciaux et son abondance a très fortement décliné depuis le milieu des années 1990, sans jamais recouvrer les niveaux d'antan, en raison du maintien d'une trop forte exploitation. De très nombreuses études scientifiques de grande qualité ont permis de caractériser l'évolution de l'état du stock de perchaude entre 1978 et 2002, mais les connaissances sur l'importance de la récolte commerciale et de la récolte sportive ont toujours été moins précises. Ces renseignements étaient devenus nécessaires afin d'éclairer les décisions de gestion et d'allocation de la perchaude.

Le premier bilan de la pêche sportive avait été réalisé vers le milieu des années 1980. L'actuelle mise à jour des caractéristiques de cette exploitation au lac Saint-Pierre est contenue dans les quatre rapports suivants :

LA PÊCHE SPORTIVE AU LAC SAINT-PIERRE EN 2003 :

- I- Pêche sur la glace : effort de pêche, succès et récolte des principales espèces de poissons
- II- Pêche en eau libre : effort de pêche, succès et récolte des principales espèces de poissons
- III- Pêche sur la glace : évaluation des retombées économiques
- IV- Pêche en eau libre : évaluation des retombées économiques

TABLE DES MATIÈRES

AVANT-PROPOS	iii
TABLE DES MATIÈRES	v
LISTE DES TABLEAUX	vii
LISTE DES FIGURES	xi
LISTE DES ANNEXES	xiii
1. DESCRIPTION DE L'ÉCHANTILLON	1
1.1 Contexte et objectifs	1
1.2 Définition de l'unité échantillonnale	1
1.3 Répartition des groupes interrogés selon différents groupes d'unités échantillonales	2
1.4 Taux de retour des cartes-réponses	3
1.5 Description des données de l'avion ou de recensement au sol	4
1.6 Description des engins de pêche	6
1.7 Caractéristiques des prises de chacune des espèces	8
1.8 Espèce préférée par les pêcheurs et leur satisfaction à l'égard du nombre et de la taille des perchaudes prises	11
2. ESTIMATION DE L'EFFORT DE PÊCHE	14
2.1 Estimation des durées moyennes de pêche	14
2.2 Estimation du nombre total d'engins de pêche de chaque type	17
2.2.1. Cas où les données des entrevues et celles de l'avion ou du recensement sont disponibles	17
2.2.2. Cas où seules les données de l'avion ou du recensement sont disponibles	20
2.2.3. Cas où ni les données des entrevues ni les données de l'avion ou du recensement ne sont disponibles	22
2.2.4. Estimation du nombre total de brimbales et de dandinettes par secteur et par type de groupe	22
2.3 Estimation de l'effort de pêche	23
3. ESTIMATION DES SUCCÈS DE PÊCHE PAR ESPÈCE	25
3.1 Règle de conversion du nombre de dandinettes en équivalents-brimbales	25
3.2 Application des règles de conversion d'une dandinette en équivalents-brimbales dans l'estimation des succès de pêche à la brimbale et à la dandinette	26
3.3 Calcul de la variance des estimations de succès de pêche	28
3.4 Estimation des succès de pêche à la brimbale et à la dandinette par secteur et partype de groupe	30

4. ESTIMATION DU NOMBRE DE POISSONS CONSERVÉS (RÉCOLTE) ET DU NOMBRE DE POISSONS CAPTURÉS INCLUANT CEUX REMIS À L'EAU (CAPTURE).....	33
4.1 Estimation de la récolte totale	33
4.1.1 <i>Estimation de la récolte illégale</i>	37
4.1.2 <i>Estimation de la récolte totale en prenant compte des mesures d'accessibilité au lac</i>	38
4.2 Estimation de la capture totale et du nombre de perchaudes remises à l'eau	39
5. ESTIMATION DU POIDS MOYEN DES POISSONS POUR CHACUNE DES ESPÈCES ÉTUDIÉES	41
5.1 Estimation du poids moyen des perchaudes illégales et des perchaudes remises à l'eau	45
6. ESTIMATION DU TONNAGE DE LA RÉCOLTE PAR ESPÈCE ET QUELQUES VARIANTES	46
6.1 Estimation du tonnage de perchaudes conservées illégalement et du tonnage de perchaudes remises à l'eau	48
7. CONCLUSION	50
REMERCIEMENTS.....	53
ANNEXES	55

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1.	Répartition des groupes interrogés selon la semaine, la période du jour, le secteur, les journées de semaine et de fin de semaine et selon le type de groupe.....	3
Tableau 2.	Taux de retour des cartons-réponses par secteur.....	4
Tableau 3.	Paramètres de régression ($ntot_veh_vol = \beta \ ntot_veh_sol$).....	5
Tableau 4	Répartition des véhicules vus par l'avion par type de groupe	5
Tableau 5.	Répartition des véhicules observés par les enquêteurs par type de groupe.....	6
Tableau 6	Type d'engin de pêche utilisé par les groupes interrogés	6
Tableau 7	Répartition du type d'engins de pêche selon le type de groupe.....	7
Tableau 8	Composition du parc de véhicules telle qu'observée par les enquêteurs selon l'engin de pêche utilisé.....	7
Tableau 9.	Poids moyen (g) des captures de chaque espèce par engin de pêche	8
Tableau 10	Longueur et poids moyens des poissons mesurés par espèce	8
Tableau 11.	Poids moyen (g) des captures de chaque espèce par secteur et par type de groupe.....	9
Tableau 12.	Espèce préférée par les groupes de pêcheurs.....	11
Tableau 13.	Satisfaction des pêcheurs interrogés à l'égard du nombre et de la taille des perchaudes capturées.....	11
Tableau 14.	Taux ajusté d'insatisfaction à l'égard du nombre de perchaudes prises par secteur et par type de groupe.	12
Tableau 15.	Taux ajusté d'insatisfaction à l'égard de la taille des perchaudes prises par secteur et par type de groupe.....	13
Tableau 16.	Estimations des durées moyennes (heures) de pêche à la brimbale et à la dandinette par secteur et par type de groupe.....	17
Tableau 17.	Nombre r de brimbales qui équivalent à une dandinette selon l'espèce étudiée et le type de groupe considéré.	18

Tableau 18.	Estimations des paramètres de chacun des modèles de régression.	19
Tableau 19.	Facteurs de correction à appliquer aux estimations du nombre de brimbales et de dandinettes obtenues en solutionnant le système d'équations (2.2.2.1).	21
Tableau 20.	Estimations du nombre de brimbales par secteur et par type de groupe.	23
Tableau 21.	Estimations du nombre de dandinettes par secteur et par type de groupe.	23
Tableau 22.	Estimations de l'effort de pêche brimbale (nombre de brimbales- heures) par secteur et par type de groupe.	24
Tableau 23.	Estimations de l'effort de pêche dandinette (nombre de dandinettes- heures) par secteur et par type de groupe.	24
Tableau 24.	Estimation par maximum de vraisemblance des paramètres β , r et σ_{ε}^2 par type de groupe et par espèce.	26
Tableau 25	Facteurs de correction pour les estimations de succès à la brimbale obtenues à partir de l'équation 3.2.2.	28
Tableau 26.	Estimations de la composante de variance intra-unités pour le succès de pêche brimbale pour chacune des espèces et par type de groupe.	29
Tableau 27.	Estimations des succès de pêche à la brimbale et à la dandinette par secteur et par type de groupe.	31
Tableau 28.	Estimations de la récolte totale (en nombre de poissons) de chacune des espèces étudiées par secteur, par type de groupe, et par engin de pêche.	34
Tableau 29.	Répartition par type de groupe des 9709 perchaudes mesurées par les enquêteurs selon la classe de longueur et estimation de la récolte ($\hat{N}$) par classe de taille.	37
Tableau 30.	Estimations de la récolte totale (en nombre de poissons) par espèce en tenant compte ou non des mesures d'accessibilité au lac.	39
Tableau 31.	Estimation du taux de remise à l'eau des perchaudes au moment de l'entrevue et au terme de la session de pêche.	39
Tableau 32.	Estimation du nombre de perchaudes conservées, remises à l'eau et capturées.	40

Tableau 33.	Résultats de l'attribution d'un engin de pêche à chacun des poissons de la récolte.	42
Tableau 34.	Estimations des poids moyens (g) des poissons capturés à la brimbale ou à la dandinette pour chacune des espèces à l'étude.	44
Tableau 35.	Poids moyen des 9709 perchaudes mesurées par les enquêteurs selon la classe de longueur.	45
Tableau 36.	Estimation de la récolte en kg de chacune des espèces par secteur, par type de groupe, et par engin de pêche.....	47
Tableau 37.	Estimation du tonnage de perchaudes par classe de longueur	48

LISTE DES FIGURES

Figure 1.	Localisation des limites des différents secteurs du lac Saint-Pierre et de l'archipel.....	2
Figure 2.	Distribution des longueurs et des poids des perchaudes mesurées	10
Figure 3.	Distribution des longueurs et des poids des brochets mesurés	10
Figure 4.	Distribution des longueurs et des poids des dorés mesurés	10
Figure 5.	Évolution dans le temps du taux ajusté d'insatisfaction à l'égard du nombre de perchaudes prises.	12
Figure 6.	Évolution dans le temps du taux ajusté d'insatisfaction à l'égard de la taille des perchaudes prises.	13

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1. Localisation des groupes de pêcheurs inventoriés dans l'ensemble du lac et dans chacun des secteurs de pêche.....	57
Annexe 2. Estimation du nombre total de jours de pêche	65
Annexe 3. Estimation du nombre et du tonnage de dorés capturés au large de Nicolet.....	67

1. DESCRIPTION DE L'ÉCHANTILLON

1.1 Contexte et objectifs

L'enquête sur la pêche sportive sur la glace a été réalisée au lac Saint-Pierre au cours de l'année 2003. Ce lac est une vaste étendue d'eau douce qui s'insère dans le parcours du fleuve Saint-Laurent entre Berthierville, Sorel et Trois-Rivières. Deux régions distinguent le lac Saint-Pierre : l'archipel et le lac lui-même. L'archipel, une vaste et complexe mosaïque d'îles et de chenaux, est situé dans le tiers sud-ouest du lac. Le lac occupe la plus grande surface et s'étend jusqu'au pont Laviolette à Trois-Rivières. Outre la voie maritime qui le parcourt en son centre, le chenal du Nord sur la rive du même nom et le chenal des Vases sur la rive sud, le lac est caractérisé par des zones d'eau peu profonde et à courant relativement faible.

L'objectif principal de l'enquête est d'évaluer la pression de pêche que subit la perchaude, sa récolte légale et illégale, le succès de la pêche à cette espèce, la longueur des prises ainsi que la satisfaction des pêcheurs sportifs. De plus, afin d'évaluer l'effet des restrictions du plan de gestion de la pêche sur les pêcheurs sportifs, le pourcentage des perchaudes remises à l'eau est un autre paramètre biologique auquel l'enquête s'intéresse. Cependant, la perchaude n'est pas la seule espèce visée par l'enquête. Cette dernière cible d'autres espèces, notamment le doré jaune (*Sander vitreus*), le doré noir (*Stizostedion canadense*) et le grand brochet (*Esox lucius*).

1.2 Définition de l'unité échantillonnale

Le plan d'échantillonnage a été basé sur une division du temps en demi-journées et sur une division du lac et de son archipel en six secteurs (figure 1). Bien que ce secteur du lac Saint-Pierre (no. 7, sur la carte) ait été exclu du plan d'échantillonnage systématique parce que la pêche à la perchaude y est marginale et afin d'optimiser l'utilisation des ressources disponibles sur le lac lui-même, nous avons voulu documenter la pêche au doré, qui y est très populaire. Nous y avons donc réalisé l'inventaire de l'effort de pêche à chaque envolée ainsi que lors des visites sur le terrain et un certain nombre d'entrevues avec des pêcheurs y ont été menées (annexe 3). L'enquête s'est déroulée sur une période de 79 jours, soit du 4 janvier 2003 au 23 mars 2003 inclusivement, et puisqu'il y a deux périodes par jour (am et pm) et six secteurs, nous avons $79 \times 2 \times 6 = 948$ demi-journées-secteurs possibles. Les enquêteurs ont couvert

195 de ces demi-journées-secteurs, ce qui représente une fraction de sondage de 20,57 %.

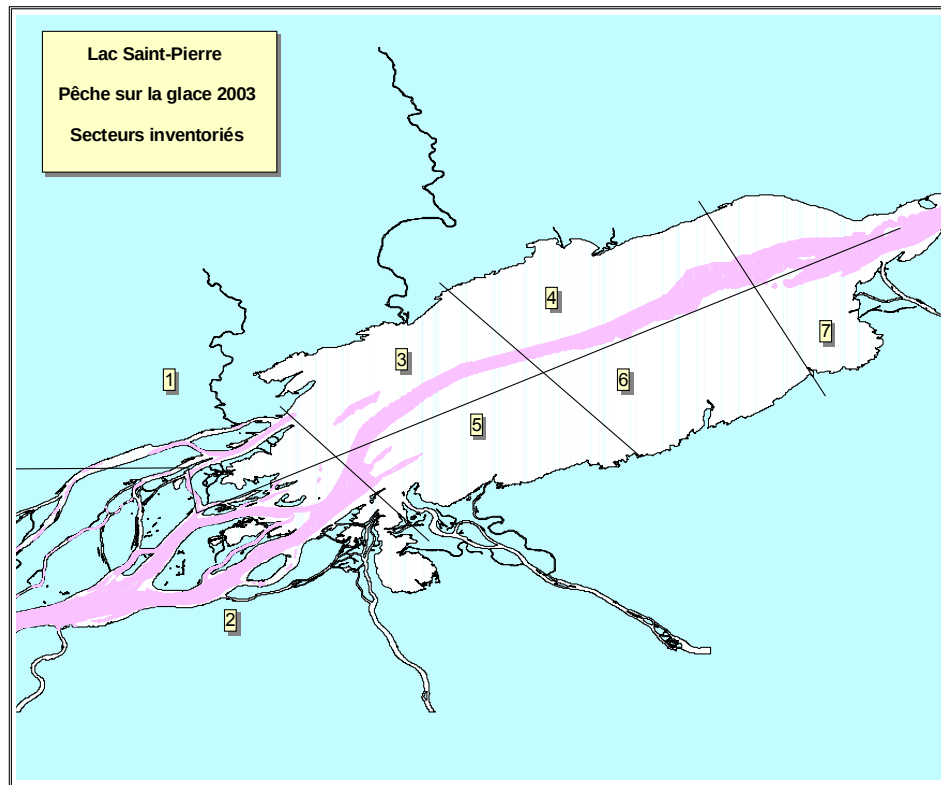


Figure 1. Localisation des limites des différents secteurs du lac Saint-Pierre et de l'archipel.

De plus, une distinction fut effectuée entre les trois types de groupes : spécialistes à doré (SD), spécialistes à perchaude (SP) et touristes (T). Dans le présent contexte, l'unité échantillonnale est donc la demi-journée-secteur-type de groupe, soit la plus petite combinaison des facteurs à l'étude. Au total, nous avons 2 844 unités échantillonnales, c'est-à-dire 948 demi-journées-secteurs * 3 types de groupe. Au total, les enquêteurs ont couvert 384 de ces unités échantillonnales.

1.3 Répartition des groupes interrogés selon différents groupes d'unités échantillonnales

Au cours de l'enquête, les enquêteurs ont collecté des données sur 3 021 groupes de pêcheurs. Le tableau 1 montre la répartition des groupes interrogés selon la semaine, la période du jour, le secteur, les journées de semaine et de fin de semaine, et enfin le type de groupe. Ce tableau montre que le secteur 5 est légèrement surreprésenté par

rapport aux autres secteurs, qu'il y a davantage de groupes interrogés au cours de la fin de semaine et au cours de l'après-midi, et que les groupes sont principalement des touristes. La localisation des groupes de pêcheurs inventoriés dans l'ensemble du lac et dans chacun des secteurs de pêche est illustrée à l'annexe 1.

Tableau 1. Répartition des groupes interrogés selon la semaine, la période du jour, le secteur, les journées de semaine et de fin de semaine et selon le type de groupe.

Semaine	n	%
1	378	12,51
2	318	10,53
3	291	9,63
4	362	11,98
5	306	10,13
6	243	8,04
7	347	11,49
8	361	11,95
9	168	5,56
10	175	5,79
11	72	2,38
Total	3 021	100

Secteur	n	%
1	429	14,20
2	440	14,56
3	491	16,25
4	349	11,55
5	903	29,89
6	409	13,54
Total	3 021	100

Période du jour	n	%
AM	991	32,8
PM	2 030	67,2
Total	3 021	100 %

Type de groupe	n	%
SD	199	6,59
SP	787	26,05
T	2 035	67,36
Total	3 021	100

Weekend	n	%
Jour de semaine	1 284	42,50
Jour de fin de semaine	1 737	57,50
Total	3 021	100

1.4 Taux de retour des cartes-réponses

Des cartes-réponses ont été remises à chacun des 3 021 groupes interrogés. De ce nombre, 2 220 cartes ont été retournées, ce qui représente un taux de retour global de 73,5 %. Or, le taux de retour des cartes est assez variable d'un secteur à l'autre, comme l'illustre le tableau 2. Il oscille entre 49,9 % et 84,5 %, soient les taux observés pour les secteurs 4 et 2 respectivement.

Tableau 2. Taux de retour des cartes-réponses par secteur

Secteur	Retour = Non		Retour = Oui		Total
	n	%	n	%	
1	93	21,7%	336	78,3 %	429
2	68	15,5 %	372	84,5 %	440
3	125	25,5 %	366	74,5 %	491
4	175	50,1 %	174	49,9 %	349
5	244	27,0 %	659	73,0 %	903
6	96	23,5 %	313	76,5 %	409
Total	801	26,5 %	2 220	73,5 %	3 021

1.5 Description des données de l'avion ou de recensement au sol

L'avion a survolé le lac Saint-Pierre lors de 67 demi-journées sur les 158 disponibles (= 9 jours * 2 périodes par jour) au cours de la période d'enquête. À chaque occasion, l'avion a évalué le nombre d'autos/camions, le nombre de motoneiges/VTT et le nombre de véhicules d'autres types pour chacun des six secteurs et des trois types de groupes (SD, SP et T). Nous avons donc des données de l'avion pour 1 206 (= 67 demi-journées * 6 secteurs * 3 types de groupes) unités échantillonales sur les 2 844 disponibles, soit une couverture de 42,4 %.

De façon indépendante, des recensements ont également été réalisés par les enquêteurs au sol pour collecter la même information. Au total, 537 unités échantillonales ont été recensées de cette façon.

Il y a un chevauchement des observations de l'avion et de recensement au sol pour 261 unités échantillonales. Il a donc été possible de vérifier le degré de correspondance entre ces deux sources d'information. Le tableau 3 présente les estimations des paramètres obtenues en régressant le nombre de véhicules recensés par l'avion ($ntot_veh_vol$) sur le nombre recensé par les enquêteurs ($ntot_veh_sol$). Une correspondance parfaite donnerait une pente de valeur $\beta = 1$, hypothèse que nous avons vérifiée par un test de Student dont le seuil observé est présenté dans la dernière colonne du tableau. Notons qu'il y a une bonne correspondance entre les deux sources pour tous les secteurs, à l'exclusion des secteurs de l'archipel (1 et 2).

Tableau 3. Paramètres de régression ($\text{ntot_veh_vol} = \beta \text{ ntot_veh_sol}$)

Secteur	n	β	se(β)	t ($\beta=1$)	Seuil observé
1	45	2,02312	0,15531	6,5876	<,0001
2	54	2,16904	0,16863	6,9326	<,0001
3	45	0,96607	0,21177	-0,1602	0,8727
4	39	1,32795	1,02709	0,3193	0,7495
5	48	0,89841	0,9129	-0,1113	0,9114
6	30	1,07317	4,73759	0,0154	0,9877

En effet, une légère confusion est survenue dans les secteurs de l'archipel lors des relevés de recensement. Les enquêteurs ont inscrit le nombre de véhicules des groupes qu'ils avaient interrogés au lieu du nombre de véhicules pour tous les groupes présents dans le secteur, comme la consigne le spécifiait. Les estimations de β du tableau 3 montrent que les enquêteurs des secteurs 1 et 2 ont répertorié environ la moitié des véhicules se trouvant sur le terrain. Pour corriger ces inscriptions, nous avons donc multiplié par deux le nombre de véhicules qu'ils avaient évalué.

Il est intéressant de noter la proportion de chaque type de véhicule observé par l'avion, dans les trois types de groupe. La composition du parc de véhicules varie en fonction du type de groupe. Selon les données de vol (tableau 4), les spécialistes se déplacent à environ 40 % à l'aide de motoneiges ou de VTT, et à 60 % avec des voitures ou des camions. Les touristes se démarquent des spécialistes en se déplaçant plus en voiture ou en camion (91 % des cas), et moins en motoneige ou VTT (9 % des cas).

Tableau 4. Répartition des véhicules vus par l'avion par type de groupe

Type de groupe	Nombre d'autos/camions	Nombre de motoneiges/VTT	Nombre d'autres véhicules	Total
SD	1 252 (59,65 %)	844 (40,21 %)	3 (0,14 %)	2 099
SP	2 156 (59,26 %)	1 470 (40,41 %)	12 (0,33 %)	3 638
T	24 827 (90,65 %)	2 537 (9,26 %)	23 (0,08 %)	27 387
Tous	28 235 (85,24 %)	4 851 (14,64 %)	38 (0,11 %)	33 124

À titre de comparaison, le tableau 5 présente les mêmes proportions, mais calculées à partir des données d'enquête au sol. Les rapports sont les mêmes que ci-dessus pour les spécialistes à perchaude et les touristes, mais les spécialistes à doré se déplacent à 64 % avec des voitures ou camions, à 32 % avec des motoneiges/VTT, et à 4 % avec d'autres types de véhicules. Ces différences viennent entre autres du fait que les enquêteurs n'ont pas échantillonné les mêmes demi-journées-secteurs que l'avion.

Tableau 5. Répartition des véhicules observés par les enquêteurs par type de groupe

Type de groupe	Nombre d'autos/camions	Nombre de motoneiges/VTT	Nombre d'autres véhicules	Total
SD	177 (64,13 %)	87 (31,52 %)	12 (4,35 %)	276
SP	611 (56,68 %)	445 (41,28 %)	22 (2,04 %)	1 078
T	3 039 (91,04 %)	272 (8,15 %)	27 (0,81 %)	3 338
Tous	3 827 (81,56 %)	804 (17,14 %)	61 (1,30 %)	4 692

1.6 Description des engins de pêche

Le type d'engin de pêche utilisé par les groupes interrogés est présenté au tableau 6. La plupart des groupes interrogés, soit 74,5 %, n'utilisent qu'un seul engin de pêche : 66,2 % n'utilisent que la brimbale et 8,3 % n'utilisent que la dandinette. L'utilisation mixte de la brimbale et de la dandinette a été observée dans 24,7 % des groupes interrogés.

Tableau 6. Type d'engin de pêche utilisé par les groupes interrogés

Engin de pêche utilisé	Nombre de groupes	%
Brimbale	2 001	66,2
Mixte	745	24,7
Dandinette	250	8,3
Inconnu	25	0,8
Total	3 021	100

De plus, le type d'engin de pêche semble être associé au type de groupe comme l'illustre le tableau 7. En effet, les spécialistes à doré (SD) et les touristes (T) se ressemblent beaucoup dans l'utilisation des différents types d'engin de pêche. Par

contre, les spécialistes à perchaude (SP) se démarquent des autres avec une utilisation plus grande de la dandinette, seule ou en association avec la brimbale.

Tableau 7. Répartition du type d'engins de pêche selon le type de groupe

Engin de pêche utilisé	SD		SP		T		Total
	n*	%	n	%	n	%	
Brimbale	160	81,2	354	45,2	1 487	73,8	2 001
Dandinette	2	1,0	170	21,7	78	3,9	250
Mixte	35	17,8	259	33,1	451	22,4	745
Total	197	100,0	783	100,0	2 016	100,0	2 996

* n = Nombre de groupes

Nous avons également remarqué que la composition du parc de véhicules, telle qu'observée par les enquêteurs, semble être associée à l'engin de pêche utilisé (voir tableau 8). En effet, lorsque la dandinette est utilisée comme engin de pêche, on observe une plus grande part de motoneiges/VTT dans le parc de véhicules.

Tableau 8. Composition du parc de véhicules telle qu'observée par les enquêteurs selon l'engin de pêche utilisé

Engin de pêche utilisé	Nombre d'autos/camions		Nombre de motoneiges/VTT		Nombre d'autres véhicules		Total
	n*	%	n	%	n	%	
Brimbale	2 689	85,3	413	13,1	51	1,6	3 153
Dandinette	195	63,5	106	34,5	6	2,0	307
Mixte	915	76,2	282	23,5	4	0,3	1201
Total	3 799	81,5	801	17,2	61	1,3	4 661

* n = Nombre de véhicules

Finalement, il semble y avoir une association entre l'engin de pêche et le poids du poisson capturé comme le montre le tableau 9. En effet, si nous considérons uniquement les groupes de pêcheurs n'utilisant qu'un seul engin de pêche, le poids moyen d'une perchaude capturée à la brimbale est de 101,6 g en comparaison à 85,3 g pour une perchaude capturée à la dandinette. Les captures de perchaudes à la brimbale semblent donc être plus grosses qu'à la dandinette.

Tableau 9. Poids moyen (g) des captures de chaque espèce par engin de pêche

Engin de pêche utilisé	Perchaude		Brochet		Doré	
	n*	poids moyen (g)	n	poids moyen (g)	n	poids moyen (g)
Brimbale	4 354	101,6	558	1 428,3	232	703,4
Dandinette	1 812	85,3	7	1 530,4	6	739,2
Mixte	3 517	92,8	147	1 422,4	116	732,5
Inconnu	26	98,7	0	-----	2	915,3
Total	9 709	95,3	712	1 428,1	356	714,7

* n = Nombre de poissons mesurés

1.7 Caractéristiques des prises de chacune des espèces

Les enquêteurs ont mesuré 10 777 poissons, soit 9 709 perchaudes, 712 brochets et 356 dorés. La longueur moyenne des perchaudes a été de 194 mm et leur poids moyen a été de 95 g (voir tableau 10). Pour ce qui est du brochet, il mesurait en moyenne 615 mm et pesait 1 428 g. Finalement, le doré mesurait en moyenne 406 mm et pesait 715 g. Les distributions des longueurs et des poids de chacune de ces espèces sont représentées aux figures 1 à 3.

Au total, 7,52 % (= 730 / 9709) des perchaudes mesurées ont été conservées illégalement, c'est-à-dire qu'elles avaient une longueur inférieure à 165 mm. Le poids moyen de ces perchaudes a été de 44,8 g.

Tableau 10. Longueur et poids moyens des poissons mesurés par espèce

Espèce	n*	Longueur (mm)				Poids (g)			
		moyenne	Écart-type	min	max	moyenne	Écart-type	min	max
Perchaude	9 709	193,8	26,2	107	395	95,3	44,1	14,4	804
Brochet	712	615,1	114,4	140	1 005	1 428,1	689,2	19,2	5 329
Doré	356	405,8	105,2	194	775	714,7	612,2	57,8	4 492

*n = Nombre de poissons mesurés

Le tableau 11 présente une ventilation du poids moyen des captures de chaque espèce selon le secteur et le type de groupe. Ce tableau montre entre autres choses, que le poids moyen des perchaudes est plus faible dans les secteurs 3 et 5, et que ce sont les spécialistes du doré qui capturent de plus grosses perchaudes, probablement dû au fait qu'ils pêchent loin de la rive.

Tableau 11. Poids moyen (g) des captures de chaque espèce par secteur et par type de groupe.

a) Perchaude

Secteur	Type de groupe							
	SD		SP		T			
	n	moy	n	moy	n	moy	n	moy
1	35	124,3	258	106,8	382	94,8	675	100,9
2	80	105,4	400	99,4	477	102,2	957	101,3
3	19	92,6	1 275	84,5	505	89,0	1 799	85,9
4	7	222,0	571	106,2	172	110,9	750	108,3
5	30	191,2	2 297	93,4	918	81,7	3 245	91,0
6	64	141,0	980	105,3	1 239	94,7	2 283	100,6
Tous	235	131,3	5 781	95,7	3 693	92,4	9 709	95,3

b) Brochet

Secteur	Type de groupe							
	SD		SP		T			
	n	moy	n	moy	n	moy	n	moy
1	10	1 775,1	29	1 970,9	102	1 410,1	141	1 551,3
2	9	1 829,1	28	1 454,7	92	1 308,3	129	1 376,4
3	5	1 112,6	14	1 462,5	48	1 556,6	67	1 503,8
4	0	0	10	1 752,8	11	1 531,2	21	1 636,7
5	10	2 028,0	59	1 301,1	184	1 378,9	253	1 386,4
6	2	1 254,4	12	1 714,0	87	1 281,9	101	1 332,7
Tous	36	1 737,9	152	1 534,4	524	1 375,9	712	1 428,1

c) Doré

Secteur	Type de groupe						Tous	
	SD		SP		T			
	n	moy	n	moy	n	moy	n	moy
1	7	785,3	10	840,4	21	700,0	38	752,7
2	127	623,2	4	175,5	87	438,1	218	541,1
3	3	1207,3	0	0	2	1 567,6	5	1 351,4
4	9	581,6	1	626,1	6	505,4	16	555,8
5	40	1 321,4	4	738,2	4	1 489,4	48	1 286,8
6	17	1 050,3	5	955,9	9	868,4	31	982,2
Tous	203	808,9	24	727,7	129	564,0	356	714,7

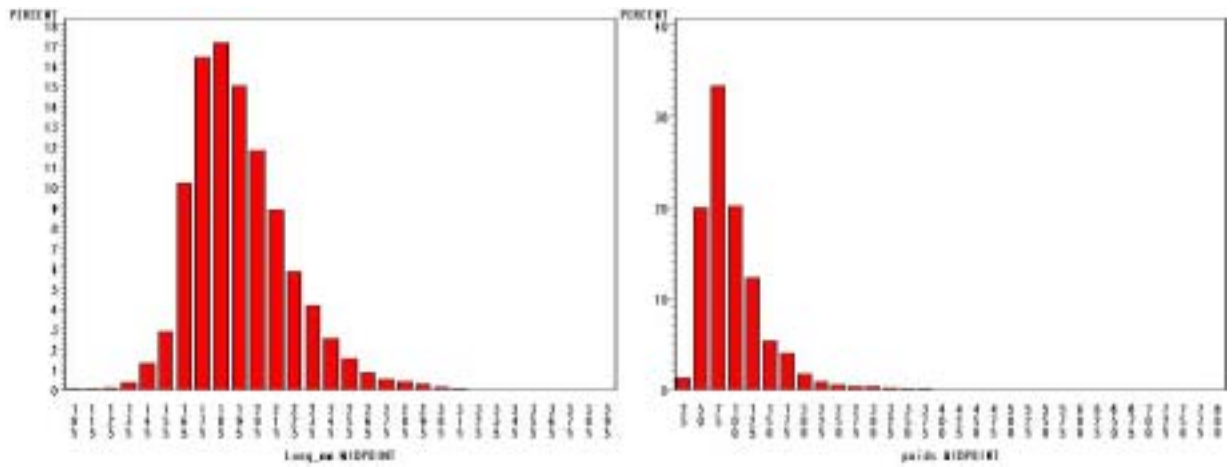


Figure 2. Distribution des longueurs et des poids des perchaudes mesurées

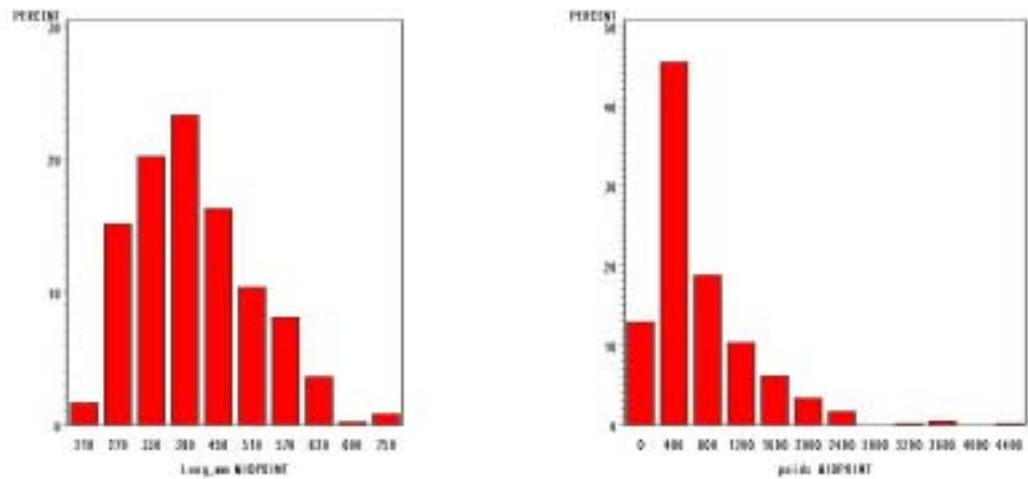


Figure 3. Distribution des longueurs et des poids des brochets mesurés

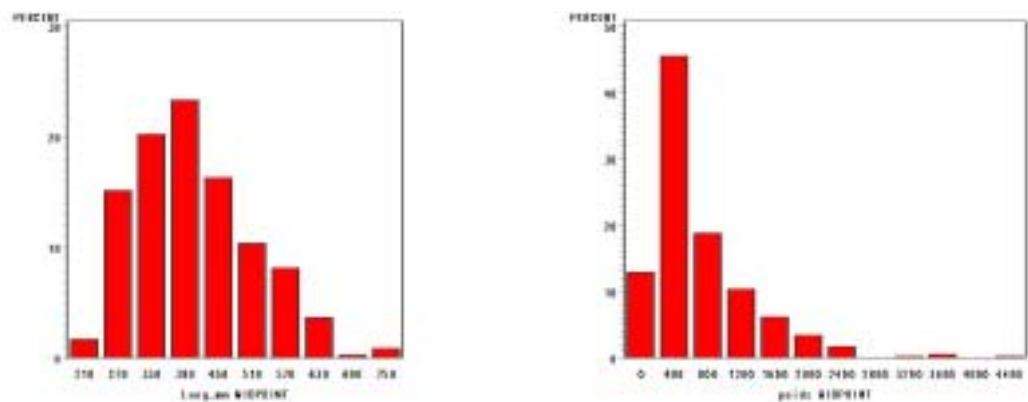


Figure 4. Distribution des longueurs et des poids des dorés mesurés

1.8 Espèce préférée par les pêcheurs et leur satisfaction à l'égard du nombre et de la taille des perchaudes prises

Des 3 021 groupes de pêcheurs interrogés par les enquêteurs, 2 455 (81,2 %) ont dit rechercher une espèce en particulier. L'espèce préférée par les groupes de pêcheurs au lac Saint-Pierre semble être la perchaude (voir tableau 12). En effet, sur les 2 455 groupes, 1 687 se sont prononcés en faveur de la perchaude, soit 68,7 %. Le doré arrive au second rang avec 25,4 % des votes. Le brochet termine le bal avec 5,9 % de popularité.

Tableau 12. Espèce préférée par les groupes de pêcheurs

Espèce préférée	n	%
Perchaude	1 687	68,7
Doré	623	25,4
Brochet	144	5,9
Autre esp.	1	0,0
Total	2 455	100,0

Pour ce qui est de la satisfaction à l'égard du nombre de perchaudes prises, uniquement 1 516 groupes de pêcheurs se sont manifestés sur cette question (voir tableau 13). La majorité (67,7 %) se sont dits insatisfaits ou peu satisfaits du nombre de perchaudes prises.

Tableau 13. Satisfaction des pêcheurs interrogés à l'égard du nombre et de la taille des perchaudes capturées.

Niveau de satisfaction	Nombre de perchaudes prises		Taille des perchaudes prises	
	n	%	n	%
Insatisfait	746	49,2	336	28,8
Peu satisfait	280	18,5	287	24,6
Assez satisfait	344	22,7	419	35,9
Très satisfait	146	9,6	126	10,8
Total	1 516	100,0	1 168	100,0

Après ajustement pour le fait que certains groupes sont surreprésentés par rapport à d'autres, nous obtenons un taux d'insatisfaction (insatisfait ou peu satisfait) à l'égard du nombre de perchaudes prises assez semblable, soit de 64,3 %. De plus, nous avons

remarqué que ce taux ajusté d'insatisfaction varie selon la semaine, le secteur et le type de groupe. En fait, l'insatisfaction a tendance à augmenter dans le temps comme en témoigne la figure 5. De plus, ce sont les groupes des secteurs 1 et 5 qui sont les plus insatisfaits, et plus spécifiquement les groupes SD et T (voir tableau 14).

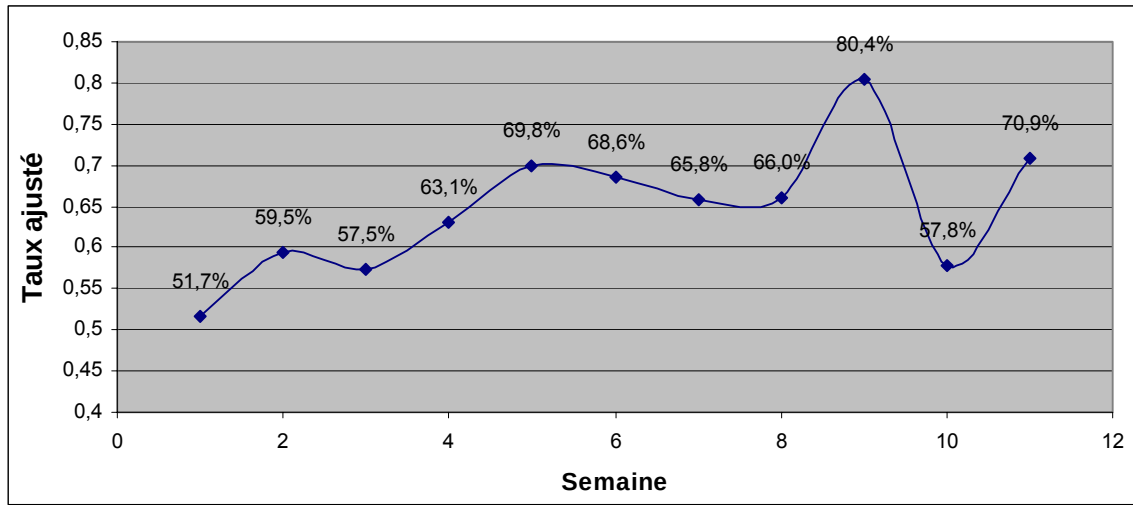


Figure 5. Évolution dans le temps du taux ajusté d'insatisfaction à l'égard du nombre de perchaudes prises.

Tableau 14. Taux ajusté d'insatisfaction à l'égard du nombre de perchaudes prises par secteur et par type de groupe.

Secteur	Type de groupe						Tous	
	SD		SP		T			
	Estimation	Erreur- type	Estimation	Erreur- type	Estimation	Erreur- type	Estimation	Erreur- type
1	84,2 %	(6,3 %)	69,5 %	(7,0 %)	79,3 %	(5,2 %)	77,7 %	(6,2 %)
2	73,1 %	(8,8 %)	54,1 %	(7,9 %)	66,4 %	(6,8 %)	64,5 %	(7,9 %)
3	61,5 %	(11,3 %)	40,9 %	(8,1 %)	53,6 %	(7,9 %)	52,0 %	(9,2 %)
4	63,3 %	(11,6 %)	42,8 %	(8,9 %)	55,6 %	(8,8 %)	53,9 %	(9,8 %)
5	84,6 %	(6,0 %)	70,2 %	(5,6 %)	79,9 %	(4,4 %)	78,2 %	(5,4 %)
6	68,5 %	(9,9 %)	48,5 %	(7,5 %)	61,2 %	(6,8 %)	59,4 %	(8,2 %)
Tous	72,5 %	(9,3 %)	54,4 %	(7,6 %)	66,0 %	(6,8 %)	64,3 %	(7,9 %)

En ce qui a trait à la taille des perchaudes, les groupes de pêcheurs interrogés ont des avis relativement partagés : 53,4 % se sont dits insatisfaits ou peu satisfaits (voir

tableau 13). Toutefois, seulement 1 168 groupes de pêcheurs se sont prononcés sur cette question. Si nous ajustons pour le fait que certains groupes sont surreprésentés par rapport à d'autres, nous obtenons un taux d'insatisfaction (insatisfait ou peu satisfait) légèrement inférieur, soit de 46,2 %. De plus, nous avons remarqué que ce taux ajusté d'insatisfaction varie selon la semaine, le secteur et le type de groupe. En fait, l'insatisfaction est très variable mais a tendance à augmenter dans le temps comme en témoigne la figure 6. De plus, ce sont les groupes des secteurs 2, 3 et 5 qui sont les plus insatisfaits, et plus spécifiquement les groupes T (voir tableau 15).

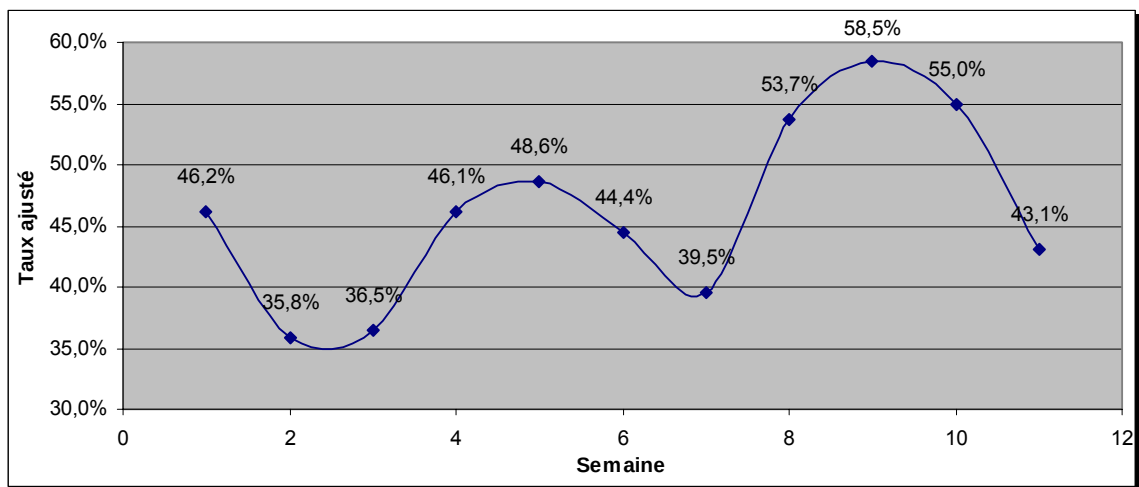


Figure 6. Évolution dans le temps du taux ajusté d'insatisfaction à l'égard de la taille des perchaudes prises.

Tableau 15. Taux ajusté d'insatisfaction à l'égard de la taille des perchaudes prises par secteur et par type de groupe.

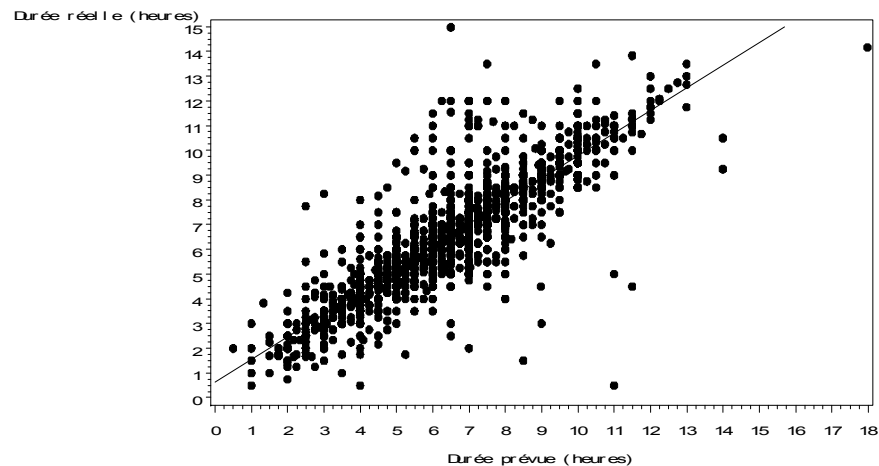
Secteur	Type de groupe						Tous	
	SD		SP		T			
	Estimation	Erreur-type	Estimation	Erreur-type	Estimation	Erreur-type	Estimation	Erreur-type
1	42,5 %	(11,0 %)	40,5 %	(7,9 %)	55,9 %	(7,7 %)	46,3 %	(9,0 %)
2	51,3 %	(10,9 %)	49,2 %	(8,2 %)	64,4 %	(7,2 %)	54,9 %	(8,9 %)
3	52,5 %	(11,5 %)	50,4 %	(8,2 %)	65,5 %	(7,2 %)	56,1 %	(9,1 %)
4	27,8 %	(10,3 %)	26,1 %	(7,5 %)	39,7 %	(9,1 %)	31,2 %	(9,1 %)
5	50,6 %	(11,2 %)	48,4 %	(7,1 %)	63,7 %	(6,7 %)	54,2 %	(8,6 %)
6	30,6 %	(9,8 %)	28,8 %	(6,5 %)	43,0 %	(7,4 %)	34,1 %	(8,0 %)
Tous	42,5 %	(10,8 %)	40,6 %	(7,6 %)	55,4 %	(7,6 %)	46,2 %	(8,8 %)

2. ESTIMATION DE L'EFFORT DE PÊCHE

L'estimation de l'effort de pêche s'est faite en deux parties. Nous avons d'abord estimé la durée de pêche moyenne dans chaque unité échantillonnale, pour ensuite estimer le nombre d'engins de pêche de chaque type dans ces mêmes unités. L'effort de pêche se calcule en effectuant le produit de la durée de pêche et du nombre d'engins de pêche, et son unité de mesure s'avère la brimbale-heure ou la dandinette-heure. Les méthodes d'estimation sont décrites aux sections 2.1 et 2.2 respectivement.

2.1 Estimation des durées moyennes de pêche

Au cours de l'enquête, 3 021 groupes de pêcheurs ont été interrogés. Les enquêteurs ont noté, pour chaque groupe, l'heure du début de la pêche et l'heure prévue de sa fin. La durée de pêche prévue s'obtient alors par simple différence entre ces deux quantités. La durée de pêche réelle n'est connue qu'avec l'information des cartes-réponses et seulement 2 220 groupes de pêcheurs les ont retournés. Cependant, il est possible d'obtenir une estimation relativement fiable de la durée de pêche réelle à partir de la durée prévue par une relation linéaire, tel que le montre le graphique suivant, construit à partir des groupes où les deux durées ont été observées.



La proportion de variance expliquée par le modèle de régression est $R^2 = 0,7438$, donc la relation est assez bonne. L'équation de la droite qui servira à générer des prédictions pour la durée réelle est la suivante :

$$\text{durée réelle} = 0,62434 + 0,91686 \text{ durée prévue} \quad (2.1.1)$$

L'heure réelle de la fin de pêche est donc connue ou à tout le moins estimée pour les 3021 groupes interrogés.

Par la suite, nous avons réduit la durée réelle de pêche de chacun des groupes en ne considérant que la portion correspondant à la période du jour où il a été enquêté. Par exemple, si un groupe a débuté sa pêche à 9 h 00 et terminé à 16 h 00, la durée réelle de pêche pour ce groupe a été ramenée à 3 heures s'il a été interrogé le matin et à 4 heures s'il a été interrogé en après-midi.

La moyenne des durées de pêche a ensuite été calculée par unité échantillonnale enquêtée (c.-à-d. par demi-journée-secteur-type de groupe), en prenant compte du type d'engin utilisé pour la pêche. Plus spécifiquement, la durée moyenne de pêche à la brimbale par unité échantillonnale a été calculée au travers des groupes ayant utilisé cet engin de pêche, seul ou en combinaison avec la dandinette. La durée de pêche à la dandinette par unité échantillonnale a été calculée de la même façon. Nous disposons de données sur la durée moyenne de pêche à la brimbale et à la dandinette pour 372 et 250 unités échantillonnales respectivement.

Nous avons ensuite extrapolé l'information des unités échantillonnales enquêtées à toutes les autres unités au moyen d'un modèle d'analyse de variance (anova). Un premier modèle a été ajusté sur les durées moyennes de pêche à la brimbale, et un second sur les durées moyennes de pêche à la dandinette. Dans les deux cas, le modèle considéré avait la forme suivante :

$$\text{durée}_{ijklm} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \alpha\beta_{ij} + \chi_k + \delta_l + \lambda_m + \varepsilon_{ijklm}$$

où

μ = moyenne globale

α_i = effet du secteur i , $i = 1, \dots, 6$;

β_j = effet du type de groupe j , $j = \text{SD, SP, T}$;

χ_k = effet de la semaine k , $k = 1, 2, \dots, 10$ (n.b. : la semaine 11 a été combinée avec la semaine 10),

δ_l = effet de la modalité l de weekend, $l = \text{jour de semaine, jour de fin de semaine}$,

λ_m = effet de la période du jour m , $m = \text{am, pm}$;

ε_{ijklm} = erreur du modèle $\sim N(0, \sigma_e^2)$

Ce type de modèle nous permet donc d'estimer la durée moyenne de pêche à la brimbale ou à la dandinette, pour chacune des unités échantillonnales non enquêtées.

Le modèle d'inférence que nous avons utilisé pour estimer la durée moyenne de pêche dans une unité permet également d'associer une mesure d'incertitude (erreur-type) à cette estimation. En d'autres termes, pour l'unité échantillonnale i , le modèle d'inférence nous fournit non seulement $\hat{d}_i$, l'estimation de la durée moyenne de pêche dans l'unité i , mais aussi la variance de $\hat{d}_i$, soit $\text{var}(\hat{d}_i)$.

Pour un groupe d'unités échantillonnales, par exemple pour un secteur, nous avons calculé la variance de l'estimation de la durée moyenne de pêche de la façon suivante :

$$\text{var}(\hat{d}_{\text{groupe}}) = \sum_{i \in \text{groupe}} \text{var}(\hat{d}_i)$$

où $\hat{d}_{\text{groupe}}$ = estimation de la durée moyenne de pêche dans le groupe d'unités considéré.

La durée moyenne de pêche à la brimbale par unité échantillonnale a été de 3,50 heures alors que celle à la dandinette a été de 3,56 heures. Les durées moyennes de pêche ne diffèrent pas beaucoup entre les secteurs, ni entre les types de groupe comme le montre le tableau 16.

Tableau 16. Estimations des durées moyennes (heures) de pêche à la brimbale et à la dandinette par secteur et par type de groupe.

Engin de pêche	Secteur	Type de groupe						Tous	
		SD		SP		T			
		Estimation	Erreur-type	Estimation	Erreur-type	Estimation	Erreur-type	Estimation	Erreur-type
Brimbale	1	3,68	(1,00)	3,17	(0,99)	3,63	(0,91)	3,49	(0,97)
	2	3,43	(0,98)	3,44	(0,98)	3,95	(0,89)	3,61	(0,95)
	3	3,93	(1,13)	3,39	(0,95)	3,21	(0,94)	3,51	(1,01)
	4	3,62	(1,22)	3,57	(0,96)	3,38	(0,95)	3,52	(1,05)
	5	4,07	(0,96)	2,98	(0,91)	3,10	(0,92)	3,38	(0,93)
	6	4,36	(1,04)	2,96	(1,00)	3,15	(0,98)	3,49	(1,01)
	Tous	3,85	(1,06)	3,25	(0,96)	3,40	(0,93)	3,50	(0,99)
Dandinette	1	3,91	(1,22)	4,01	(0,96)	4,02	(0,90)	3,98	(1,04)
	2	3,23	(1,02)	3,93	(0,99)	4,08	(0,86)	3,75	(0,96)
	3	3,34	(1,14)	3,35	(0,90)	2,98	(0,92)	3,22	(0,99)
	4	4,46	(1,22)	3,50	(1,02)	3,57	(0,99)	3,85	(1,08)
	5	3,43	(1,22)	3,04	(0,85)	3,02	(0,87)	3,16	(1,00)
	6	4,05	(1,15)	2,85	(0,93)	3,39	(0,92)	3,43	(1,00)
	Tous	3,74	(1,16)	3,45	(0,94)	3,51	(0,91)	3,56	(1,01)

2.2 Estimation du nombre total d'engins de pêche de chaque type

L'inférence sur le nombre d'engins de pêche a été réalisée en divisant les unités échantillonales en trois catégories selon la disponibilité des données des entrevues et celles de l'avion ou du recensement. La première catégorie d'inférence porte sur les unités échantillonales où les deux sources de données sont disponibles ($n = 384$). La seconde porte sur les unités où seules les données de l'avion ou du recensement sont disponibles ($n = 1\,098$). Finalement, la dernière catégorie d'inférence porte sur les unités où les données d'aucune des deux sources ne sont disponibles ($n = 1\,362$).

2.2.1. Cas où les données des entrevues et celles de l'avion ou du recensement sont disponibles

Pour estimer le nombre d'engins de pêche de chaque type dans les unités échantillonales où les données des entrevues et celles de l'avion ou du recensement

sont disponibles ($n = 384$), il a fallu d'abord convertir les dandinettes en brimbales en prenant compte de leur efficacité respective. Ces règles de conversion sont présentées en détails à la section 3.1 de ce rapport. Une synthèse de ces règles est présentée au tableau 17. Ce tableau nous renseigne sur le nombre r de brimbales qui équivalent à une dandinette, lequel nombre varie selon l'espèce étudiée et selon le type de groupe considéré.

Tableau 17. Nombre r de brimbales qui équivalent à une dandinette selon l'espèce étudiée et le type de groupe considéré.

Espèce	Paramètre	SD		SP		T	
		Estimation	Erreur-type	Estimation	Erreur-type	Estimation	Erreur-type
Perchaude	r	10,2261	(2,9777)	3,9636	(0,1948)	12,4478	(0,5450)
Brochet	r	1,8099	(0,0696)	1,4276	(0,0812)	1,6274	(0,0923)
Doré	r	5,9238	(1,6207)	5,1169	(0,2637)	0,6422	(0,0428)

Pour la perchaude, nous avons donc considéré qu'une dandinette équivalait à 10,2261 brimbales pour les spécialistes à doré (SD), à 3,9636 brimbales pour les spécialistes à perchaude (SP), et à 12,4478 brimbales pour les touristes.

En utilisant ces règles de conversion, il a été possible de calculer un nombre d'équivalents-brimbales pour chacun des groupes interrogés et pour chacune des espèces étudiées. Par exemple, pour un groupe SP pêchant avec 10 brimbales et 1 dandinette, le nombre d'équivalents-brimbales est de 13,9636 ($= 10 + 1 \times 3,9636$) pour la perchaude, de 11,4276 pour le brochet, et de 15,1169 pour le doré. Le nombre d'équivalents-brimbales est associé à l'effort de pêche du groupe.

À des fins d'extrapolation, nous avons ensuite ajusté, pour chacune des espèces étudiées et pour chacun des types de groupes, un modèle de régression pour prédire le nombre d'équivalents-brimbales à partir du nombre de véhicules de chaque type. Plus précisément, les modèles que nous avons ajustés aux données ont la forme suivante :

$$\text{nb_equiv_brimb}_i = \beta_1 \text{nb_cam}_i + \beta_2 \text{nb_motovtt}_i + \beta_3 \text{nb_autre}_i + \varepsilon_i$$

où

- nb_equiv_brimb_i = Nombre d'équivalents - brimbales dans le groupe i
- nb_cam_i = Nombre d'autos ou de camions utilisés par le groupe i
- nb_motovtt_i = Nombre de motoneiges ou de VTT utilisés par le groupe i
- nb_autre_i = Nombre de véhicules d'autres types utilisés par le groupe i
- ntot_veh_i = Nombre total de véhicules utilisés par le groupe i
- ε_i = erreur $\sim N(0, \text{ntot_veh}_i \sigma_\varepsilon^2)$

Les estimations obtenues aux paramètres de chacun des modèles sont présentées au tableau 18. Nous pouvons voir que le nombre de motoneiges ou de VTT occupe une place importante pour prédire le nombre d'équivalents-brimbales chez les spécialistes SD ou SP, alors que chez les touristes, c'est plutôt le nombre de véhicules d'autres types qui obtient une forte pondération. Pour ce qui est du nombre d'autos ou de camions, cette variable s'avère toujours importante pour prédire le nombre d'équivalents-brimbales.

Tableau 18. Estimations des paramètres de chacun des modèles de régression.

Type de groupe	Paramètre	Perchaude		Brochet		Doré	
		Estimation	Erreur-type	Estimation	Erreur-type	Estimation	Erreur-type
SD	β_1	15,4746	(0,7268)	13,4579	(0,5694)	14,4437	(0,6239)
	β_2	11,8276	(1,0812)	10,6667	(0,8470)	11,2342	(0,9281)
	β_3	1,4052	(2,8392)	1,5013	(2,2243)	1,4543	(2,4371)
SP	β_1	10,5241	(0,2947)	9,0994	(0,2764)	11,1721	(0,3140)
	β_2	8,7936	(0,3485)	6,7212	(0,3268)	9,7362	(0,3712)
	β_3	4,7329	(1,5382)	3,6057	(1,4423)	5,2455	(1,6386)
T	β_1	12,7181	(0,2038)	10,0099	(0,1403)	9,7633	(0,1396)
	β_2	2,2946	(0,9460)	0,0517	(0,6511)	0,0000	(0,6478)
	β_3	10,6732	(2,1120)	10,3880	(1,4535)	10,3620	(1,4464)

Une fois ces modèles ajustés, nous pouvons alors estimer le nombre total d'équivalents-brimbales par unité échantillonnale à partir du parc de véhicules en remplaçant chacune des variables explicatives par le décompte de l'avion ou du recensement. Ensuite, par une simple règle de trois, nous pouvons estimer le nombre de brimbales et de dandinettes dans l'unité correspondante. Les variances de ces estimations étaient tellement petites que nous les avons considérées comme nulles.

Prenons un exemple afin de fixer davantage les idées. Considérons l'ensemble des groupes SP dans une certaine unité échantillonnale et limitons-nous au cas de la perchaude. Supposons que les groupes interrogés ont utilisé au total 100 brimbales et 20 dandinettes, pour un total de 179,27 ($= 100 + 20 \times 3,9636$) équivalents-brimbales. De plus, supposons que l'avion a décelé pour cette unité échantillonnale 20 autos/camions, 10 motoneiges/VTT et 2 véhicules d'autres types. Le nombre d'équivalents-brimbales que l'on peut prédire à partir de ce parc de véhicules est donc 307,8838, soit $20 \times 10,5241 + 10 \times 8,7936 + 2 \times 4,7329$. À partir d'une simple règle de trois, nous pouvons alors estimer qu'il y avait, dans cette unité, 171,74 brimbales ($= 100 \times 307,88 / 179,27$) et 34,35 dandinettes ($= 20 \times 307,88 / 179,27$).

2.2.2. Cas où seules les données de l'avion ou du recensement sont disponibles

Pour estimer le nombre d'engins de pêche de chaque type dans les unités échantillonnales où seules les données de l'avion ou du recensement sont disponibles ($n = 1\,098$), le procédé que nous avons utilisé est un peu plus complexe.

Nous avons d'abord utilisé le modèle de régression en 2.2.1 pour prédire le nombre d'équivalents-brimbales à partir de la composition du parc de véhicules vus par l'avion ou obtenus par le recensement des enquêteurs. Ensuite, nous avons estimé le nombre de brimbales et de dandinettes en se basant sur la proportion moyenne de brimbales observée dans le type de groupe considéré (*prop_brimb*), sur l'ensemble de l'étude. Cette proportion est de 98,34 % pour le groupe SD, de 91,36 % pour le groupe SP, et de 97,31 % pour le groupe T. Dans le cas de la perchaude, si le modèle de régression estime que les touristes ont utilisé 150 équivalents-brimbales (*nb_equiv_brimb*) dans une certaine unité échantillonnale, nous pouvons alors estimer le nombre de brimbales (*b*) et de dandinettes (*d*) que les touristes ont utilisées dans cette unité en solutionnant le système d'équations suivant :

$$\text{nb_equiv_brimb} = b + 12.4478d = 150 \quad (2.2.2.1)$$

$$\text{prop_brimb} = b / (b + d) = 0,9731$$

Dans cet exemple, nous obtenons 111,6 brimbales et 3,1 dandinettes.

Nous avons ensuite vérifié si cette méthode d'estimation comportait un biais en l'appliquant aux unités où les données des entrevues étaient également disponibles. Nous avons constaté qu'il fallait multiplier les estimations par un certain facteur de correction pour corriger le biais. Ces facteurs sont présentés au tableau 19.

Tableau 19. Facteurs de correction à appliquer aux estimations du nombre de brimbales et de dandinettes obtenues en solutionnant le système d'équations (2.2.2.1).

Espèce étudiée	Type de groupe	Prop. moyenne de brimbales	Brimbale		Dandinette	
			Facteur de correction	RMSE	Facteur de correction	RMSE
Perchaude	SD	98,34 %	1,0699	4,4773	1,0934	2,0686
	SP	91,36 %	1,0382	4,2364	0,9471	1,9941
	T	97,31 %	1,0609	7,7993	0,9060	3,7194
Brochet	SD	98,34 %	1,0706	4,5045	1,0953	2,0785
	SP	91,36 %	1,0330	4,1099	0,9430	2,0290
	T	97,31 %	1,0640	15,8687	0,9146	4,4355
Doré	SD	98,34 %	1,0702	4,4898	1,0943	2,0733
	SP	91,36 %	1,0401	4,2903	0,9487	1,9850
	T	97,31 %	1,0615	7,3094	0,9134	3,9355

Si nous appliquons ces facteurs de correction aux données de l'exemple, nous obtenons alors 118,4 (= 111,6*1,0609) brimbales et 2,8 dandinettes (= 3,1*0,9060).

Sans entrer dans tous les détails, les erreurs-types associées à ces estimations s'obtiennent simplement par le produit de la racine carrée des estimations obtenues avant l'application du facteur de correction par la quantité RMSE (root mean square error) correspondante du tableau 19. Si nous nous reportons aux données de l'exemple, nous obtenons alors une erreur-type de 82,4 (= $\sqrt{111,6 * 7,7993}$) brimbales et de 6,5 (= $\sqrt{3,1 * 3,7194}$) dandinettes.

2.2.3. *Cas où ni les données des entrevues ni les données de l'avion ou du recensement ne sont disponibles*

Il reste maintenant à estimer le nombre de brimbales et de dandinettes dans les unités échantillonnelles où ni les données des entrevues ni les données de l'avion ou du recensement ne sont disponibles ($n = 1\,362$). Pour chacune des espèces étudiées, c'est à partir d'un modèle de régression de poisson (avec surdispersion) que ces estimations ont été effectuées. Par exemple, pour prédire le nombre de brimbales, nous avons ajusté le modèle suivant aux données :

$$\log(E(\text{nb_brimb}_{ijklm})) = \mu + \alpha_i + \beta_j + \alpha\beta_{ij} + \chi_k + \delta_l + \lambda_m$$

avec

- μ = moyenne globale
- α_i = effet du secteur i , $i = 1, \dots, 6$
- β_j = effet du type de groupe j , $j = \text{SD, SP, T}$
- χ_k = effet de la semaine k , $k = 1, \dots, 10$
- δ_l = effet de la modalité l de weekend, $l = \text{semaine, fin de semaine}$
- λ_m = effet de la période du jour m , $m = \text{am, pm}$

Un modèle similaire a été ajusté pour prédire le nombre de dandinettes. Ces modèles peuvent même associer une mesure d'incertitude (erreur-type) à ces estimations.

Une source de variation supplémentaire a été introduite dans ces modèles pour tenir compte de l'accessibilité au lac. Nous aurons donc une estimation du nombre total de brimbales et de dandinettes en prenant compte ou non des mesures d'accessibilité au lac. L'impact des mesures d'accessibilité au lac sera investigué dans les estimations de la récolte (section 4) et du tonnage (section 6).

2.2.4. *Estimation du nombre total de brimbales et de dandinettes par secteur et par type de groupe*

Les unités échantillonnelles ont été divisées en trois catégories et pour chacune d'elles, nous avons présenté une méthode d'estimation du nombre de brimbales et de dandinettes. Cette estimation dans un groupe d'unités revient alors à sommer les estimations sur les unités de ce groupe. Les estimations du nombre de brimbales et de dandinettes sont assez stables selon l'espèce étudiée. C'est pourquoi nous nous limiterons à ne présenter les estimations que pour la perchaude. Le tableau 20 donne

une ventilation des estimations du nombre de brimbales par secteur et par type de groupe. Le tableau 21 donne la même ventilation pour le nombre de dandinettes.

Tableau 20. Estimations du nombre de brimbales par secteur et par type de groupe.

Secteur	Type de groupe							
	SD		SP		T		TOUS	
	Estimation	Erreur-type	Estimation	Erreur-type	Estimation	Erreur-type	Estimation	Erreur-type
1	3 153	(490)	3 722	(528)	86 596	(2 909)	93 470	(2 996)
2	4 877	(599)	8 242	(786)	69 939	(2 485)	83 057	(2 674)
3	7 124	(756)	2 568	(430)	38 361	(1 900)	48 053	(2 090)
4	465	(183)	2 287	(409)	32 542	(1 781)	35 294	(1 837)
5	11 606	(972)	14 330	(1 016)	60 094	(2 296)	86 030	(2 692)
6	12 656	(965)	7 061	(718)	36 899	(1 906)	56 616	(2 254)
TOUS	39 881	(1 755)	38 210	(1 672)	324 430	(5 506)	402 520	(6 016)

Tableau 21. Estimations du nombre de dandinettes par secteur et par type de groupe.

Secteur	Type de groupe							
	SD		SP		T		TOUS	
	Estimation	Erreur-type	Estimation	Erreur-type	Estimation	Erreur-type	Estimation	Erreur-type
1	70	(17)	253	(35)	2 009	(152)	2 332	(157)
2	109	(21)	609	(57)	1 817	(129)	2 535	(142)
3	112	(25)	388	(37)	948	(99)	1 449	(108)
4	21	(8)	75	(18)	698	(91)	793	(93)
5	157	(29)	1 400	(79)	1 869	(123)	3 426	(149)
6	206	(33)	821	(62)	1 166	(108)	2 193	(129)
TOUS	675	(58)	3 547	(128)	8 507	(291)	12 729	(323)

2.3 Estimation de l'effort de pêche

L'effort de pêche pour un certain engin s'obtient simplement en multipliant la durée moyenne de la pêche par le nombre d'engins. Il s'agit donc d'un produit de deux

variables aléatoires. Nous calculons l'erreur-type d'une estimation de l'effort de pêche comme suit :

$$se(\text{effort}) = \sqrt{(\text{durée}^2 * \text{var}(\text{nb engin}) + \text{nb engin}^2 * \text{var}(\text{durée}) + \text{var}(\text{nb engin}) * \text{var}(\text{durée}))}$$

Le tableau 22 donne une ventilation de l'effort de pêche brimbale par secteur et par type de groupe. Le tableau 23 présente la même ventilation pour l'effort de pêche dandinette.

Tableau 22. Estimations de l'effort de pêche brimbale (nombre de brimbales-heures) par secteur et par type de groupe.

Secteur	Type de groupe							
	SD		SP		T		TOUS	
	Estimation	Erreur-type	Estimation	Erreur-type	Estimation	Erreur-type	Estimation	Erreur-type
1	12 046	(2 104)	13 334	(2 046)	349 300	(15 794)	374 679	(16 065)
2	19 018	(2 354)	31 956	(3 142)	302 064	(13 054)	353 038	(13 632)
3	30 716	(3 411)	8 955	(1 634)	140 194	(8 213)	179 865	(9 041)
4	1 833	(767)	9 155	(1 646)	124 667	(7 865)	135 655	(8 072)
5	51 202	(4 633)	46 896	(3 679)	210 290	(10 724)	308 388	(12 247)
6	60 593	(4 943)	24 099	(2 675)	130 485	(8 583)	215 177	(10 260)
TOUS	175 408	(8 251)	134 394	(6 334)	1 257 000	(27 163)	1 566 802	(29 087)

Tableau 23. Estimations de l'effort de pêche dandinette (nombre de dandinettes-heures) par secteur et par type de groupe.

Secteur	Type de groupe							
	SD		SP		T		TOUS	
	Estimation	Erreur-type	Estimation	Erreur-type	Estimation	Erreur-type	Estimation	Erreur-type
1	245	(73)	1 042	(165)	8 589	(724)	9 876	(746)
2	411	(74)	2 558	(250)	7 663	(612)	10 632	(665)
3	402	(93)	1 331	(131)	3 148	(369)	4 881	(403)
4	87	(40)	291	(72)	2 713	(381)	3 091	(390)
5	579	(117)	4 443	(284)	6 107	(455)	11 129	(549)
6	922	(152)	2 611	(222)	4 237	(435)	7 770	(511)
TOUS	2 645	(241)	12 277	(492)	32 456	(1 256)	47 378	(1 370)

3. ESTIMATION DES SUCCÈS DE PÊCHE PAR ESPÈCE

Pour les groupes pêchant avec un seul type d'engin de pêche, il est possible de calculer un succès de pêche individuel en divisant le nombre de poissons capturés par l'effort de pêche du groupe (c.-à-d. le nombre de brimbales-heures ou de dandinettes-heures). Par contre, pour les groupes pêchant avec les deux types d'engin de pêche, nous ignorons combien de poissons ont été capturés avec chacun des types d'engin. Ce problème peut être résolu en convertissant les dandinettes en « équivalents-brimbales ». Ainsi, pour tous les groupes interrogés, il sera possible de calculer un succès de pêche individuel en divisant le nombre de poissons capturés par l'effort de pêche en termes d'équivalent-brimbale-heures. Les étapes de l'estimation du nombre d'équivalents-brimbales correspondant à une dandinette sont décrites à la section 3,1. Ces résultats sont ensuite incorporés dans l'estimation des succès de pêche par type d'engin, qui fait l'objet de la section 3,2.

3.1 Règle de conversion du nombre de dandinettes en équivalents-brimbales

Indépendamment pour chacun des types de groupe (SD, SP et T) et pour chacune des espèces, nous avons supposé qu'une dandinette équivalait à r brimbales en termes d'efficacité. Cette quantité r a été estimée par la méthode du maximum de vraisemblance à partir du modèle suivant :

$\text{nb_poissons}_i = \beta (\text{bh}_i + r \text{dh}_i) + \varepsilon_i$
où nb_poissons_i = nombre de poissons capturés par le groupe i, bh_i = nombre de brimbales - heures pour le groupe i, dh_i = nombre de dandinettes - heures pour le groupe i, ε_i = erreur du modèle $\sim N(0, (\text{bh}_i + r \text{dh}_i)^2 \sigma_\varepsilon^2)$

Dans ce modèle, le paramètre β représente le succès de pêche à la brimbale et βr représente le succès de pêche à la dandinette. Le tableau 24 donne les estimations obtenues pour β , r et σ_ε^2 par type de groupe et par espèce.

Tableau 24. Estimation par maximum de vraisemblance des paramètres β , r et σ_{ε}^2 par type de groupe et par espèce.

Espèce	Paramètre	SD		SP		T	
		Estimation	Erreur-type	Estimation	Erreur-type	Estimation	Erreur-type
Perchaude	r	10,2261	(2,9777)	3,9636	(0,1948)	12,4478	(0,5450)
	β	0,0405	(0,0070)	0,2795	(0,0204)	0,0590	(0,0031)
	σ_{ε}^2	0,0092	(0,0011)	0,2743	(0,0169)	0,0183	(0,0006)
Brochet	r	1,8099	(0,0696)	1,4276	(0,0812)	1,6274	(0,0923)
	β	0,0066	(0,0004)	0,0081	(0,0010)	0,0065	(0,0004)
	σ_{ε}^2	0,00037	(0,00001)	0,00076	(0,00005)	0,00028	(0,00001)
Doré	r	5,9238	(1,6207)	5,1169	(0,2637)	0,6422	(0,0428)
	β	0,0253	(0,0041)	0,0015	(0,0003)	0,0035	(0,0005)
	σ_{ε}^2	0,00311	(0,00034)	0,00009	(0,00001)	0,00049	(0,00002)

Ainsi, en termes d'efficacité de pêche à la perchaude, une dandinette équivaut à 10,2261 brimbales pour un groupe SD, à 3,9636 brimbales pour un groupe SP, et à 12,4478 brimbales pour un groupe T.

3.2 Application des règles de conversion d'une dandinette en équivalents-brimbales dans l'estimation des succès de pêche à la brimbale et à la dandinette

Pour tous les groupes de pêcheurs, nous avons calculé le nombre d'équivalents-brimbales en tenant compte de la correspondance entre les deux engins de pêche. Plus précisément, on détermine le nombre d'équivalents-brimbales comme suit :

$$\text{nb équivalents-brimbales} = \text{nb brimbales} + r * \text{nb dandinettes} \quad (3.2.1)$$

où r est donné au tableau 24. Par exemple, le nombre d'équivalents-brimbales pour un groupe SP pêchant de la perchaude avec 10 brimbales et 1 dandinette est 13,9636 (=10 + 3,9636*1).

Une fois cette conversion effectuée, il est facile de calculer un succès de pêche individuel pour les 3 021 groupes interrogés. Le succès de pêche à la brimbale se calcule simplement en divisant le nombre de poissons capturés par le nombre

d'équivalents-brimbales-heures dans le groupe concerné. Le succès de pêche à la dandinette se déduit à partir du succès de pêche à la brimbale en multipliant ce dernier par r , où r est donné au tableau 24. Pour le reste de la section, nous nous concentrerons sur l'estimation du succès de pêche à la brimbale, gardant à l'esprit le lien de proportionnalité qui unit les succès de pêche avec chacun des engins.

Les 3021 groupes interrogés sont répartis sur 384 unités échantillonnales. Nous avons calculé la moyenne des succès à la brimbale pour chacune de ces unités. Il est arrivé des cas où la moyenne des succès était nulle, car aucun poisson n'avait été pêché à ces occasions. Nous avons remplacé ces succès par la moitié du plus petit succès individuel non nul, puisqu'il est peu probable que le succès de pêche soit effectivement nul dans ces unités.

Nous avons ensuite extrapolé la moyenne des succès de pêche aux autres unités échantillonnales non enquêtées ($n=2460$) au moyen d'un modèle d'analyse de variance à plusieurs facteurs. Toutefois, puisque les mesures de succès individuels semblaient suivre une distribution log-normale, nous avons modélisé le logarithme du succès. Cette approche a l'avantage de toujours prédire des succès de pêche positifs.

Pour chacune des espèces (perchaude, brochet et doré), nous avons donc ajusté sur les données le modèle suivant :

$$\log(\text{succès})_{ijklm} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \alpha\beta_{ij} + \chi_k + \delta_l + \lambda_m + \varepsilon_{ijklm}$$

avec μ = moyenne globale

α_i = effet du secteur i , $i = 1, 2, 3, 4, 5, 6$;

β_j = effet du type de groupe j , $j = \text{SD, SP, T}$;

χ_k = effet de la semaine k , $k = 1, 2, \dots, 10$;

δ_l = effet de la modalité l de weekend, $l = \text{semaine, fin de semaine}$;

λ_m = effet de la modalité m de la période du jour, $m = \text{am, pm}$;

ε_{ijklm} = erreur du modèle $\sim N(0, \sigma_\varepsilon^2)$

Ainsi, pour chacune des unités échantillonales non enquêtées, nous pouvons estimer le succès de pêche par équivalent-brimbale-heure comme suit :

$$\text{préd_succès}_{ijklm} = \exp(\hat{\mu} + \hat{\alpha}_i + \hat{\beta}_j + \alpha\hat{\beta}_{ij} + \hat{\chi}_k + \hat{\delta}_l + \hat{\lambda}_m) \quad (3.2.2)$$

Dans la littérature scientifique, il est reconnu que ces valeurs prédites peuvent comporter un certain biais. En fait, elles sont souvent trop petites en comparaison des vraies valeurs. Nous avons donc corrigé ce biais en multipliant les estimations de succès par un certain facteur de correction. Ce facteur a été choisi de sorte que la moyenne des succès de pêche observée corresponde à la moyenne des estimations de ces succès pour les unités échantillonales enquêtées. Pour mieux contrer ce biais, nous avons calculé le facteur de correction par secteur et par type de groupe pour chacune des espèces à l'étude. Ces facteurs sont présentés au tableau 25.

Tableau 25. Facteurs de correction pour les estimations de succès à la brimbale obtenues à partir de l'équation 3.2.2.

Secteur	Perchaude			Brochet			Doré		
	SD	SP	T	SD	SP	T	SD	SP	T
1	3,4934	2,4747	1,5037	2,3916	1,8868	2,2240	2,7408	2,4991	2,1542
2	3,4004	4,4959	2,5368	1,4171	2,6965	2,3604	1,3752	1,8426	1,9501
3	1,7385	1,2329	1,4826	1,0612	3,1091	1,8812	1,8575	0,9367	1,6625
4	1,1918	2,8900	1,9892	0,9808	1,9627	2,3302	3,2910	1,4180	2,4988
5	3,6392	1,2574	1,5298	1,8166	1,9032	1,3562	1,7493	1,1893	7,4244
6	1,7581	1,2803	1,1212	1,3502	1,7324	1,4895	1,3174	2,5757	1,8432

Par exemple, les estimations de succès de pêche pour la perchaude doivent être multipliées par 3,4934 pour toutes les unités échantillonales faisant intervenir le secteur 1 et le groupe SD.

3.3 Calcul de la variance des estimations de succès de pêche

Le calcul de la variance des estimations de succès de pêche s'est fait en considérant deux sources de variation : une variance intra-unité et une variance inter-unités échantillonales. Nous présentons le calcul des composantes de la variance pour le

succès brimbale. L'estimation de la variance pour le succès dandinette s'obtient en multipliant la première par r^2 , où r est donné au tableau 24.

La variance intra-unités est une moyenne pondérée des variances échantillonales des succès de pêche individuels dans chaque unité. Nous avons calculé une variance intra-unité par type de groupe. Par exemple, pour le groupe SD, cette composante de la variance a été calculée comme suit :

$$\text{var. intra - unités} = \frac{\sum_{i \in \text{SD}} (n_i - 1) s_i^2}{\sum_{i \in \text{SD}} (n_i - 1)}$$

avec

$$s_i^2 = \frac{1}{(n_i - 1)} \sum_{j=1}^{n_i} (\text{succès}_{ij} - \overline{\text{succès}_i})^2$$

n_i = nombre de groupes interrogés dans l'unité i

Les estimations des variances intra-unités que nous avons obtenues sont présentées au tableau 26.

Tableau 26. Estimations de la composante de variance intra-unités pour le succès de pêche brimbale pour chacune des espèces et par type de groupe.

Type de groupe	Perchaude	Brochet	Doré
SD	0,007190	0,000069	0,002942
SP	0,244490	0,000648	0,000077
T	0,016960	0,000257	0,000476

La variance inter-unités a été estimée par la variance échantillonnale des estimations de succès à travers les 2 844 unités. Le coefficient de variation (CV) obtenu globalement est de 111,21 % pour la perchaude, 98,09 % pour le brochet, et 160,02 % pour le doré. Puisque le CV est le quotient de l'écart-type échantillonnal par la moyenne des succès de pêche, il suffit de multiplier le CV par l'estimation du succès et d'élever le résultat au carré pour estimer la variance inter-unités.

Pour les unités échantillonnales observées ($n = 384$), la variance des succès de pêche à la brimbale a été établie en ne considérant que la composante de variance intra-unités. Par exemple, pour toutes les unités où le groupe est SD, la variance des succès de pêche à la brimbale pour la perchaude a été fixée à 0,007190 (voir tableau 26).

Pour toutes les autres unités échantillonnales ($n = 2\,460$), la variance des succès de pêche incorpore les deux sources de variation, soit la variance intra-unités et la variance inter-unités.

$$\text{var}(\text{succès brimbale}) = \text{variance intra-unités} + (\text{cv} * \text{succès brimbale})^2.$$

Par exemple, pour une unité dont le groupe est SD, si le succès de pêche est de 0,0693 perchaude par brimbale-heure, la variance associée à cette estimation est $0,00719 + (1,1121 * 0,0693)^2 = 0,01313$.

Les variances des estimations de succès à la dandinette s'obtiennent à partir des variances des estimations de succès à la brimbale comme suit :

$$\text{var}(\text{succès dandinette}) = r^2 * \text{var}(\text{succès brimbale}).$$

3.4 Estimation des succès de pêche à la brimbale et à la dandinette par secteur et partype de groupe

Dans cette section, nous présentons un résumé des estimations des succès de pêche à la brimbale et à la dandinette que nous avons obtenues. Le tableau 27 donne les estimations des succès de pêche moyens par engin, par type de groupe et par secteur, pour chacune des espèces.

Tableau 27. Estimations des succès de pêche à la brimbale et à la dandinette par secteur et par type de groupe

a) Perchaude

Engin de pêche	Secteur	Type de groupe						TOUS	
		SD		SP		T			
		Estimation	Erreur-type	Estimation	Erreur-type	Estimation	Erreur-type	Estimation	Erreur-type
Brimbale	1	0,0632	(0,1111)	0,2453	(0,5691)	0,0290	(0,1339)	0,1125	(0,3436)
	2	0,0576	(0,1068)	0,2269	(0,5568)	0,0434	(0,1390)	0,1093	(0,3370)
	3	0,0284	(0,0912)	0,2964	(0,6000)	0,0789	(0,1577)	0,1346	(0,3620)
	4	0,0119	(0,0860)	0,1545	(0,5260)	0,0490	(0,1422)	0,0718	(0,3185)
	5	0,0204	(0,0879)	0,2612	(0,5782)	0,0555	(0,1440)	0,1124	(0,3477)
	6	0,0414	(0,0974)	0,4213	(0,6933)	0,0917	(0,1669)	0,1848	(0,4155)
	TOUS	0,0372	(0,0972)	0,2676	(0,5896)	0,0579	(0,1477)	0,1209	(0,3554)
Dandinette	1	0,6464	(1,1361)	0,9724	(2,2558)	0,3608	(1,6673)	0,6599	(1,7473)
	2	0,5891	(1,0926)	0,8994	(2,2070)	0,5400	(1,7307)	0,6762	(1,7378)
	3	0,2908	(0,9325)	1,1749	(2,3782)	0,9823	(1,9627)	0,8160	(1,8599)
	4	0,1222	(0,8791)	0,6122	(2,0850)	0,6095	(1,7695)	0,4480	(1,6584)
	5	0,2091	(0,8994)	1,0352	(2,2917)	0,6908	(1,7919)	0,6450	(1,7580)
	6	0,4229	(0,9956)	1,6698	(2,7478)	1,1419	(2,0770)	1,0782	(2,0701)
	TOUS	0,3801	(0,9939)	1,0607	(2,3368)	0,7209	(1,8386)	0,7205	(1,8101)

b) Brochet

Engin de pêche	Secteur	Type de groupe						TOUS	
		SD		SP		T			
		Estimation	Erreur-type	Estimation	Erreur-type	Estimation	Erreur-type	Estimation	Erreur-type
Brimbale	1	0,0060	(0,0102)	0,0317	(0,0404)	0,0107	(0,0192)	0,0161	(0,0265)
	2	0,0034	(0,0089)	0,0175	(0,0309)	0,0097	(0,0188)	0,0102	(0,0215)
	3	0,0115	(0,0144)	0,0076	(0,0266)	0,0040	(0,0165)	0,0077	(0,0199)
	4	0,0088	(0,0123)	0,0040	(0,0258)	0,0019	(0,0161)	0,0049	(0,0189)
	5	0,0035	(0,0089)	0,0058	(0,0260)	0,0055	(0,0168)	0,0049	(0,0186)
	6	0,0005	(0,0083)	0,0052	(0,0260)	0,0040	(0,0165)	0,0033	(0,0184)
	TOUS	0,0056	(0,0108)	0,0120	(0,0298)	0,0060	(0,0174)	0,0078	(0,0208)
Dandinette	1	0,0109	(0,0185)	0,0452	(0,0577)	0,0174	(0,0313)	0,0245	(0,0394)
	2	0,0061	(0,0162)	0,0250	(0,0441)	0,0158	(0,0306)	0,0157	(0,0324)
	3	0,0208	(0,0261)	0,0109	(0,0379)	0,0065	(0,0268)	0,0127	(0,0308)
	4	0,0160	(0,0223)	0,0057	(0,0368)	0,0030	(0,0263)	0,0082	(0,0291)
	5	0,0063	(0,0162)	0,0082	(0,0372)	0,0090	(0,0274)	0,0078	(0,0283)
	6	0,0009	(0,0150)	0,0075	(0,0371)	0,0066	(0,0269)	0,0050	(0,0278)
	TOUS	0,0102	(0,0195)	0,0171	(0,0425)	0,0097	(0,0283)	0,0123	(0,0315)

c) Doré

Engin de pêche	Secteur	Type de groupe							
		SD		SP		T		TOUS	
		Estimation	Erreur-type	Estimation	Erreur-type	Estimation	Erreur-type	Estimation	Erreur-type
Brimbale	1	0,0100	(0,0568)	0,0074	(0,0154)	0,0043	(0,0228)	0,0072	(0,0364)
	2	0,0433	(0,0898)	0,0069	(0,0146)	0,0081	(0,0255)	0,0195	(0,0545)
	3	0,0052	(0,0550)	0,0002	(0,0088)	0,0004	(0,0218)	0,0019	(0,0345)
	4	0,0214	(0,0661)	0,0025	(0,0098)	0,0015	(0,0220)	0,0085	(0,0406)
	5	0,0160	(0,0608)	0,0005	(0,0088)	0,0008	(0,0218)	0,0057	(0,0377)
	6	0,0066	(0,0554)	0,0017	(0,0092)	0,0010	(0,0219)	0,0031	(0,0348)
	TOUS	0,0171	(0,0651)	0,0032	(0,0115)	0,0027	(0,0227)	0,0076	(0,0404)
Dandinette	1	0,0590	(0,3362)	0,0380	(0,0790)	0,0027	(0,0146)	0,0332	(0,1996)
	2	0,2567	(0,5319)	0,0355	(0,0745)	0,0052	(0,0164)	0,0991	(0,3102)
	3	0,0305	(0,3257)	0,0008	(0,0450)	0,0003	(0,0140)	0,0105	(0,1900)
	4	0,1268	(0,3918)	0,0130	(0,0503)	0,0009	(0,0141)	0,0469	(0,2282)
	5	0,0949	(0,3602)	0,0024	(0,0452)	0,0005	(0,0140)	0,0326	(0,2098)
	6	0,0389	(0,3283)	0,0084	(0,0473)	0,0007	(0,0140)	0,0160	(0,1917)
	TOUS	0,1011	(0,3858)	0,0164	(0,0586)	0,0017	(0,0146)	0,0397	(0,2255)

4. ESTIMATION DU NOMBRE DE POISSONS CONSERVÉS (RÉCOLTE) ET DU NOMBRE DE POISSONS CAPTURÉS INCLUANT CEUX REMIS À L'EAU (CAPTURE)

4.1 Estimation de la récolte totale

L'estimation de la récolte totale (en nombre de poissons) s'obtient en multipliant l'effort de pêche (voir section 2) par le succès de pêche (voir section 3). Plus précisément, la récolte totale d'une espèce dans l'unité i , $rtotal_i$, se calcule comme suit :

$$rtotal_i = (bh_i * sb_i) + (dh_i * sd_i) = rb_i + rd_i,$$

où bh_i = Nombre de brimbales - heures dans l'unité i ,
 dh_i = Nombre de dandinettes - heures dans l'unité i ,
 sb_i = Succès de pêche à la brimbale dans l'unité i ,
 sd_i = Succès de pêche à la dandinette dans l'unité i ,
 $rb_i = (bh_i * sb_i)$ = Récolte à la brimbale dans l'unité i
 $rd_i = (dh_i * sd_i)$ = Récolte à la dandinette dans l'unité i , $i = 1, \dots, 2844$

Notons qu'il est possible de séparer la récolte totale d'une espèce en fonction de l'engin de pêche utilisé et donc de calculer la part relative de chacun des engins à la récolte totale.

La variance de l'estimation de la récolte d'une espèce dans l'unité i se calcule comme suit :

$$\text{var}(rtotal_i) = \text{var}(rb_i) + \text{var}(rd_i)$$

où $\text{var}(rb_i) = \text{var}(bh_i) * (sb_i)^2 + (bh_i)^2 * \text{var}(sb_i) + \text{var}(bh_i) * \text{var}(sb_i)$
 $\text{var}(rd_i) = \text{var}(dh_i) * (sd_i)^2 + (dh_i)^2 * \text{var}(sd_i) + \text{var}(dh_i) * \text{var}(sd_i)$

Pour un groupe (g) d'unités échantillonnales, on estime la récolte totale et sa variance de la façon suivante :

$$\begin{aligned} \text{récolte}_g &= \sum_{i \in g} rtotal_i \\ \text{var}(\text{récolte}_g) &= \sum_{i \in g} \text{var}(rtotal_i) \end{aligned}$$

Le tableau 28 présente des estimations de la récolte totale de chacune des espèces étudiées par secteur, par type de groupe, et par engin de pêche. Pour la perchaude, l'estimation de la récolte totale est de 140 537 perchaudes, soit 74,8 % avec la brimbale et

25,2 % avec la dandinette. Près de la moitié de la récolte totale de perchaudes provient des secteurs 5 et 6 (48,6 %) et une grande part de cette récolte est attribuable aux touristes, soit 58,9 %. Pour ce qui est des autres espèces, l'estimation de la récolte totale est de 13 953 brochets et de 8 745 dorés.

L'estimation produite de la récolte de perchaudes (n=140 537) comprend la portion illégale, c.-à-d. comprend les perchaudes de moins de 165 mm de longueur. Une attention particulière sera apportée à la section 4.1.1 pour estimer le nombre de perchaudes conservées illégalement.

Tableau 28. Estimations de la récolte totale (en nombre de poissons) de chacune des espèces étudiées par secteur, par type de groupe, et par engin de pêche.

a) Perchaude

Engin de pêche	Secteur	Type de groupe							
		SD		SP		T		TOUS	
		Estimation	Erreur-type	Estimation	Erreur-type	Estimation	Erreur-type	Estimation	Erreur-type
Brimbale	1	734	(392)	3 569	(2 146)	10 425	(6 938)	14 728	(7 272)
	2	950	(422)	7 377	(3 152)	11 953	(6 062)	20 280	(6 846)
	3	871	(535)	2 302	(1 509)	10 471	(3 245)	13 643	(3 618)
	4	21	(86)	1 145	(1 294)	5 693	(2 795)	6 859	(3 081)
	5	1 084	(766)	12 025	(4 128)	11 574	(4 709)	24 684	(6 309)
	6	2 455	(1 004)	10 285	(3 764)	12 231	(3 666)	24 971	(5 349)
	TOUS	6 115	(1 490)	36 702	(7 050)	62 348	(11 783)	105 165	(13 811)
Dandinette	1	144	(120)	1 188	(764)	3 130	(2 373)	4 463	(2 495)
	2	215	(131)	2 258	(980)	3 783	(2 047)	6 255	(2 273)
	3	119	(105)	1 397	(635)	2 772	(1 161)	4 288	(1 327)
	4	11	(45)	150	(207)	1 622	(1 018)	1 782	(1 040)
	5	128	(137)	4 589	(1 350)	4 274	(1 704)	8 991	(2 179)
	6	374	(214)	4 300	(1 332)	4 917	(1 601)	9 592	(2 093)
	TOUS	992	(330)	13 882	(2 364)	20 498	(4 204)	35 372	(4 834)
TOUS	1	879	(410)	4 757	(2 278)	13 555	(7 332)	19 191	(7 689)
	2	1 164	(442)	9 634	(3 301)	15 736	(6 398)	26 535	(7 213)
	3	990	(546)	3 699	(1 637)	13 243	(3 446)	17 932	(3 854)
	4	31	(97)	1 295	(1 311)	7 315	(2 974)	8 642	(3 252)
	5	1 212	(778)	16 614	(4 343)	15 849	(5 008)	33 675	(6 675)
	6	2 830	(1 026)	14 585	(3 993)	17 149	(4 000)	34 563	(5 744)
	TOUS	7 107	(1 526)	50 584	(7 435)	82 846	(12 510)	140 537	(14 633)

b) Brochet

Engin de pêche	Secteur	Type de groupe						TOUS	
		SD		SP		T			
		Estimation	Erreur-type	Estimation	Erreur-type	Estimation	Erreur-type	Estimation	Erreur-type
Brimbale	1	81	(38)	485	(172)	4 294	(1 120)	4 860	(1 134)
	2	70	(37)	615	(187)	3 359	(889)	4 045	(910)
	3	418	(97)	53	(66)	650	(359)	1 121	(378)
	4	17	(14)	31	(63)	267	(322)	315	(329)
	5	210	(82)	346	(187)	1 516	(580)	2 072	(614)
	6	37	(84)	141	(130)	693	(372)	870	(403)
	TOUS	832	(162)	1 671	(354)	10 779	(1 659)	13 282	(1 704)
Dandinette	1	3	(2)	53	(22)	178	(53)	233	(58)
	2	3	(2)	72	(22)	139	(42)	213	(47)
	3	10	(4)	11	(11)	24	(16)	44	(20)
	4	1	(1)	1	(4)	10	(15)	12	(15)
	5	4	(3)	42	(22)	65	(27)	112	(35)
	6	1	(3)	20	(18)	34	(21)	56	(28)
	TOUS	22	(6)	200	(43)	449	(79)	671	(90)
TOUS	1	83	(39)	538	(174)	4 472	(1 122)	5 093	(1 136)
	2	73	(37)	687	(188)	3 498	(890)	4 258	(911)
	3	427	(97)	64	(67)	674	(359)	1 165	(378)
	4	19	(14)	32	(63)	276	(323)	327	(329)
	5	214	(82)	389	(188)	1 581	(580)	2 184	(615)
	6	38	(84)	161	(131)	727	(373)	926	(404)
	TOUS	854	(162)	1 871	(356)	11 228	(1 661)	13 953	(1 707)

c) Doré

Engin de pêche	Secteur	Type de groupe						TOUS	
		SD		SP		T			
		Estimation	Erreur-type	Estimation	Erreur-type	Estimation	Erreur-type	Estimation	Erreur-type
Brimbale	1	144	(198)	143	(80)	1 770	(1 206)	2 057	(1 225)
	2	853	(359)	261	(85)	2 622	(1 147)	3 736	(1 205)
	3	174	(322)	1	(22)	69	(470)	244	(570)
	4	42	(67)	20	(24)	219	(437)	282	(443)
	5	1 018	(585)	24	(63)	155	(734)	1 197	(941)
	6	442	(567)	50	(48)	171	(482)	663	(745)
	TOUS	2 674	(969)	499	(145)	5 006	(1 988)	8 178	(2 217)
Dandinette	1	16	(35)	62	(42)	29	(21)	107	(58)
	2	119	(61)	105	(37)	43	(21)	268	(74)
	3	14	(35)	1	(13)	1	(8)	16	(39)
	4	13	(20)	4	(5)	3	(8)	20	(22)
	5	72	(61)	12	(27)	3	(13)	87	(68)
	6	39	(68)	27	(23)	4	(11)	69	(73)
	TOUS	274	(122)	210	(67)	83	(36)	567	(144)
TOUS	1	161	(201)	205	(91)	1 799	(1 206)	2 164	(1 226)
	2	973	(364)	366	(92)	2 665	(1 147)	4 003	(1 207)
	3	188	(324)	2	(25)	70	(470)	260	(571)
	4	55	(70)	24	(24)	222	(438)	301	(444)
	5	1 090	(588)	36	(68)	158	(734)	1 284	(943)
	6	480	(571)	77	(53)	175	(482)	732	(749)
	TOUS	2 948	(977)	709	(160)	5 089	(1 989)	8 745	(2 221)

Bien que le secteur du lac Saint-Pierre situé au large de Nicolet ait été exclu du plan d'échantillonnage systématique parce que la pêche à la perchaude y est marginale et afin d'optimiser l'utilisation des ressources disponibles sur le lac lui-même, nous avons voulu documenter la pêche au doré, qui y est très populaire. Nous y avons donc réalisé l'inventaire de l'effort de pêche à chaque envolée ainsi que lors des visites sur le terrain et un certain nombre d'entrevues avec des pêcheurs y ont été menées (annexe 3).

4.1.1 Estimation de la récolte illégale

Conserver une perchaude dont la longueur est inférieure à 165 mm est considéré comme un acte illégal. Afin de permettre une analyse plus fine des caractéristiques de la récolte, nous avons aussi estimé le nombre total de perchaudes légales de deux gammes de taille :

- a) $0 \text{ mm} < \text{longueur} < 165 \text{ mm}$;
- b) $165 \text{ mm} \leq \text{longueur} < 190 \text{ mm}$;
- c) $\text{longueur} \geq 190 \text{ mm}$.

Pour ce faire, nous avons regardé comment les 9 709 perchaudes mesurées par les enquêteurs (voir tableau 9) se répartissaient dans ces classes de longueur. Le tableau 29 nous montre cette répartition par type de groupe.

Tableau 29. Répartition par type de groupe des 9 709 perchaudes mesurées par les enquêteurs selon la classe de longueur et estimation de la récolte ($\hat{N}$) par classe de taille.

Type de groupe	<165 mm			165 mm - 190 mm			≥ 190 mm			Total	
	n*	%	$\hat{N}^*$	n	%	$\hat{N}^*$	n	%	$\hat{N}^*$	n	$\hat{N}$
SD	3	(1,28)	91	48	(20,43)	1 452	184	(78,30)	5 565	235	7 107
SP	361	(6,24)	3 159	2 395	(41,43)	20 956	3 025	(52,33)	26 469	5781	50 584
T	366	(9,91)	8 211	1512	(40,94)	33 919	1 815	(49,15)	40 716	3693	82 846
Tous	730	(7,52)	11 460	3 955	(40,74)	56 327	5 024	(51,75)	72 750	9709	140 537

* n = nombre de poissons mesurés; $\hat{N}$ = estimation de la récolte (en nombre de poissons)

La proportion de perchaudes conservées illégalement varie selon le type de groupe. Elle est de 1,28 % pour le type de groupe SD, de 6,24 % pour le type de groupe SP, et de 9,91 % pour le type de groupe T. Ces pourcentages sont des estimations naturelles de la portion illégale de la récolte par type de groupe. Si nous appliquons ces pourcentages à la récolte totale par type de groupe (dernière colonne du tableau 29), nous obtenons une estimation de 11 460 ($= 7 107 \times 1,28 \% + 50 584 \times 6,24 \% + 82 846 \times 9,91 \%$) perchaudes ayant été conservées illégalement. L'estimation du nombre de perchaudes dans la classe 165-190 mm et de 56 327, et est de 72 750 perchaudes dans la classe de 190 mm et plus.

4.1.2 Estimation de la récolte totale en prenant compte des mesures d'accessibilité au lac

L'estimation de la récolte totale produite à la section 4.1 ne tient pas compte des mesures d'accessibilité au lac. Pour évaluer l'impact de ces mesures, nous les avons intégrées comme source de variation supplémentaire dans notre modèle d'inférence sur l'effort de pêche. Plus spécifiquement, c'est dans l'estimation du nombre de brimbales et de dandinettes que cette source de variation supplémentaire a été intégrée (voir section 2.2.3). Elle a été prise en compte comme une variable catégorique dans le modèle d'inférence.

L'accessibilité au lac a été mesurée sur une échelle de 0 à 3 avec la signification suivante :

$$\text{Accès} = \begin{cases} 0 & \text{si les pourvoyeurs étaient fermés pour toute raison} \\ 1 & \text{si l'accessibilité est jugée minimale} \\ 2 & \text{si l'accessibilité est jugée moyenne} \\ 3 & \text{si l'accessibilité est jugée maximale} \end{cases}$$

Au total, l'accessibilité a été évaluée à 0 pour 204 demi-journées*secteurs sur les 948 disponibles, soit pour 21,5 % des occasions. Des données de l'avion ou de recensement au sol étaient disponibles pour 82 de ces occasions. Or, des pêcheurs ont été vus sur le lac pour 69 de ces 82 occasions, soit pour 84,1 % des occasions. Suite à cette observation, nous n'avons pas jugé pertinent d'imposer un effort de pêche nul lorsque les mesures d'accessibilité étaient évaluées à 0.

En intégrant la source de variation « Accessibilité au lac », nous avons obtenu des estimations de l'effort de pêche légèrement différentes. Si nous combinons ces estimations aux succès de pêche comme il a été fait à la section 4.1, nous obtenons une estimation de la récolte totale de 139 209 perchaudes, 13 761 brochets, et 8 727 dorés. Le tableau 30 résume l'information en présentant les estimations de la récolte en tenant compte ou non des mesures d'accessibilité au lac. Nous pouvons voir que les mesures d'accessibilité n'affectent que très peu l'estimation de la récolte.

Tableau 30. Estimations de la récolte totale (en nombre de poissons) par espèce en tenant compte ou non des mesures d'accessibilité au lac.

Espèce	Sans mesures d'accessibilité		Avec mesures d'accessibilité	
	Estimation	Erreur-type	Estimation	Erreur-type
Perchaude	140 537	(14 633)	139 209	(14 274)
Brochet	13 953	(1 707)	13 761	(1 669)
Doré	8 745	(2 221)	8 727	(2 175)

4.2 Estimation de la capture totale et du nombre de perchaudes remises à l'eau

Sur les 3 021 groupes interrogés, on dispose de données sur le nombre de perchaudes remises à l'eau et sur le nombre total de perchaudes capturées. Ces données sont disponibles au moment de l'entrevue mais aussi, pour certains groupes, au terme de leur session de pêche par le retour des cartes-réponses. Le tableau 31 nous renseigne sur le taux de remise à l'eau des perchaudes provenant de ces deux sources d'information. Généralement, le taux de remise à l'eau des perchaudes est plus faible au terme de la session de pêche (46,55 %) qu'au moment de l'entrevue (54,25 %). Cela s'explique probablement par le fait que les pêcheurs se débarrassent des petites prises au début de leur pêche mais les conservent à la fin de leur pêche pour augmenter leur récolte. De plus, nous constatons que le taux de remise à l'eau des perchaudes diffère considérablement d'un groupe de pêcheurs à l'autre. Le taux de remise à l'eau, tel qu'observé au terme de la session de pêche, est probablement le plus vraisemblable. Nous l'utiliserons donc pour estimer le nombre de perchaudes remises à l'eau et la capture totale de perchaudes.

Tableau 31. Estimation du taux de remise à l'eau des perchaudes au moment de l'entrevue et au terme de la session de pêche.

Type de groupe	Au moment de l'entrevue				Au terme de la session de pêche			
	Nb de groupes	Nb de remises	Nb de captures	Taux de remise à l'eau	Nb de groupes	Nb de remises	Nb de captures	Taux de remise à l'eau
SD	199	65	315	20,63 %	147	258	948	27,22 %
SP	786	8352	14 395	58,02 %	574	10132	19954	50,78 %
T	2 031	3973	8 129	48,87 %	1494	7449	17421	42,76 %
Tous	3 016	12 390	22 839	54,25 %	2 215	17 839	38 323	46,55 %

Nous pouvons estimer le nombre de perchaudes remises à l'eau (R) à partir du taux observé de remise à l'eau (T) et du nombre de perchaudes conservées (C) comme suit :

$$R = TC/(1-T)$$

Le nombre de perchaudes conservées est donné au tableau 28a). À partir de cette information, nous pouvons donc estimer le nombre de perchaudes remises à l'eau à 2 658 (= $7\,107 \times 0,2722/0,7278$) dans le groupe SD, à 52 187 (= $50\,584 \times 0,5078/0,4922$) dans le groupe SP, et à 61 888 (= $82\,846 \times 0,4276/0,5724$) dans le groupe T. Nous obtenons donc une estimation totale de 116 733 perchaudes remises à l'eau.

L'estimation de la capture totale de perchaudes s'obtient simplement en additionnant le nombre de perchaudes conservées au nombre de perchaudes remises à l'eau. L'estimation de la capture totale est donc de 257 270 (= $140\,537 + 116\,733$) perchaudes.

Un résumé sur les estimations du nombre de perchaudes conservées, remises à l'eau, et capturées est présenté au tableau 32.

Tableau 32. Estimation du nombre de perchaudes conservées, remises à l'eau et capturées.

Conservées	Remises à l'eau	Capturées
140 537	116 733	257 270

5. ESTIMATION DU POIDS MOYEN DES POISSONS POUR CHACUNE DES ESPÈCES ÉTUDIÉES

Les enquêteurs ont mesuré la longueur de certains poissons récoltés pour 56,0 % des groupes de pêcheurs interrogés, soit pour 1 691 groupes. Ils ont mesuré la longueur de 10 777 poissons, soit 9 709 perchaudes, 712 brochets et 356 dorés. Le poids des poissons a été estimé à partir des relations longueurs-poids suivantes :

Perchaude :	Poids = 0.000008176 * longueur ^{3.078146263}
Brochet :	Poids = 0.000014308 * longueur ^{2.854955415}
Doré jaune :	Poids = 0.000004375 * longueur ^{3.118900294}
Doré noir :	Poids = 0.000004290 * longueur ^{3.109772472}
Doré :	Poids = 0.000004332 * longueur ^{3.11433638}

où le poids est mesuré en grammes et la longueur en millimètres. Quelques statistiques descriptives sur ces variables sont présentées aux tableaux 10 et 11. En outre, le poids moyen des perchaudes mesurées a été de 95,3 g en comparaison à 1 428,1 g pour les brochets et 714,7 g pour les dorés.

Nous avons voulu ensuite calculer le poids moyen des poissons de chacune des espèces par engin de pêche utilisé. Un problème se posait alors pour les poissons qui ont été capturés par des groupes utilisant les deux engins de pêche. En effet, nous ignorons avec quel engin de pêche chacun des poissons a été capturé. Nous avons résolu ce problème en effectuant une analyse discriminante pour chacune des espèces étudiées. En gros, cette analyse permet d'attribuer un engin de pêche à chacun des poissons avec une certaine probabilité en tenant compte de son poids. Dans cette analyse, nous avons calculé la probabilité a priori (p_0) qu'un poisson ait été pêché avec une dandinette comme suit :

$$p_0 = \frac{sd * nd}{sb * nb + sd * nd}$$

où sd = succès moyen à la dandinette pour l'espèce visée, sur l'ensemble des groupes de pêcheurs ne pêchant qu'avec la dandinette,

nd = nombre de dandinettes utilisées par le groupe

sb = succès moyen à la brimbale pour l'espèce visée, sur l'ensemble des groupes de pêcheurs ne pêchant qu'avec la brimbale,

nb = nombre de brimbales utilisées par le groupe.

Ensuite, en tenant compte de son poids, l'analyse discriminante a calculé la probabilité a posteriori (p_1) qu'un poisson ait été pêché avec une dandinette comme suit :

$$p_1 = \frac{p_o * \phi(\text{poids} | \mu = \bar{w}_d, s = s_d)}{p_o * \phi(\text{poids} | \mu = \bar{w}_d, s = s_d) + (1 - p_o) * \phi(\text{poids} | \mu = \bar{w}_b, s = s_b)}$$

où

$$\phi(\text{poids} | \mu, s) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}s^2} \exp\left(-\frac{(\text{poids} - \mu)^2}{2s^2}\right)$$

$\bar{w}_b, s_b$ = moyenne et écart - type des poids des poissons capturés à la brimbale seulement

$\bar{w}_d, s_d$ = moyenne et écart - type des poids des poissons capturés à la dandinette seulement

Le poisson en question est finalement associé de façon aléatoire à la dandinette avec une probabilité de p_1 ou à la brimbale avec une probabilité de $1 - p_1$. Le tableau 33 montre le résultat de la classification pour chacune des espèces étudiées. Des 3 517 perchaudes capturées par des groupes utilisant les deux engins de pêche, 1 079 ont été associées à la brimbale (30,7 %) et 2 438 à la dandinette (69,3 %). Pour le brochet et le doré, la plupart des poissons capturés par des engins de pêche mixtes ont été associés à la brimbale.

Tableau 33. Résultats de l'attribution d'un engin de pêche à chacun des poissons de la récolte.

Espèce étudiée	Engin de pêche utilisé	Résultats à la classification		Total
		Brimbale	Dandinette	
Perchaude	Brimbale	4 354	0	4 354
	Dandinette	0	1 812	1 812
	Mixte	1 079	2 438	3 517
	Total	5 433	4 250	9 683
Brochet	Brimbale	558	0	558
	Dandinette	0	7	7
	Mixte	136	11	147
	Total	694	18	712
Doré	Brimbale	232	0	232
	Dandinette	0	6	6
	Mixte	108	8	116
	Total	340	14	354

Suite à l'analyse discriminante, nous avons calculé le poids moyen des poissons de chaque espèce par unité échantillonnale observée et par engin de pêche. Pour la perchaude, nous disposons de données sur 281 unités pour la pêche à la brimbale et 183 unités pour la pêche à la dandinette. Pour le brochet, ces nombres sont respectivement de 150 et 17 unités, alors que pour le doré, ces nombres sont 94 et 8. Nous avons ensuite extrapolé cette information aux autres unités échantillonnales non observées par une analyse de variance (anova). Au total, six analyses ont été effectuées; une par espèce et par engin de pêche. Le modèle d'anova que nous avons utilisé pour l'inférence s'écrit comme suit :

$$\text{poids}_{ijklm} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \alpha\beta_{ij} + \chi_k + \delta_l + \lambda_m + \varepsilon_{ijklm}$$

où

- μ = moyenne globale
- α_i = effet du secteur i , $i = 1, \dots, 6$;
- β_j = effet du type de groupe j , $j = \text{SD}, \text{SP}, \text{T}$;
- χ_k = effet de la semaine k , $k = 1, 2, \dots, 10$ (n.b.: la semaine 11a été combinée avec la semaine 10),
- δ_l = effet de la modalité l de weekend, $l = \text{jour de semaine}, \text{jour de fin de semaine}$,
- λ_m = effet de la période du jour m , $m = \text{am}, \text{pm}$;
- ε_{ijklm} = erreur du modèle $\sim N(0, \sigma_\varepsilon^2)$

Ce modèle permet non seulement d'estimer le poids moyen des poissons dans les unités échantillonnales non observées, mais également d'associer une mesure d'incertitude (erreur-type) à ces estimations. En d'autres termes, pour l'unité échantillonnale i , le modèle d'inférence nous fournit non seulement $\hat{p}_i$, l'estimation du poids moyen des poissons dans l'unité i , mais aussi la variance de $\hat{p}_i$, soit $\text{var}(\hat{p}_i)$.

Pour un groupe d'unités échantillonnales, par exemple pour un secteur, nous avons calculé la variance de l'estimation du poids moyen de la façon suivante :

$$\text{var}(\hat{p}_{\text{groupe}}) = \sum_{i \in \text{groupe}} \text{var}(\hat{p}_i)$$

où $\hat{p}_{\text{groupe}}$ = estimation du poids moyen des poissons dans le groupe d'unités considéré.

Le tableau 34 présente les estimations des poids moyens des poissons capturés à la brimbale ou à la dandinette pour chacune des espèces à l'étude.

Tableau 34. Estimations des poids moyens (g) des poissons capturés à la brimbale ou à la dandinette pour chacune des espèces à l'étude.

N.B. : Une ventilation de ces estimations a été faite par secteur et par type de groupe lorsque la précision des estimations le permettait.

a) Perchaude

Engin de pêche	Secteur	Type de groupe							
		SD		SP		T		TOUS	
		Estimation	Erreur-type	Estimation	Erreur-type	Estimation	Erreur-type	Estimation	Erreur-type
Brimbale	1	132,0	(34,6)	134,1	(33,4)	104,6	(31,7)	123,6	(33,2)
	2	113,8	(34,6)	104,9	(33,6)	102,7	(30,9)	107,1	(33,1)
	3	121,5	(38,7)	82,9	(32,5)	90,2	(32,3)	98,2	(34,6)
	4	219,8	(41,1)	121,0	(33,0)	106,8	(32,5)	149,2	(35,8)
	5	217,2	(33,8)	109,5	(31,2)	87,6	(31,9)	138,1	(32,3)
	6	149,9	(34,6)	127,1	(33,2)	118,3	(33,2)	131,8	(33,6)
	TOUS	159,0	(36,3)	113,3	(32,8)	101,7	(32,1)	124,7	(33,8)
Dandinette	1	173,3	(23,2)	91,4	(16,8)	82,7	(16,8)	115,8	(19,2)
	2	94,6	(18,8)	88,6	(16,8)	83,9	(16,1)	89,0	(17,3)
	3	95,5	(23,1)	79,4	(15,6)	81,8	(16,0)	85,5	(18,6)
	4	134,1	(23,2)	95,7	(18,1)	94,0	(18,1)	107,9	(19,9)
	5	88,1	(23,1)	85,8	(15,0)	79,4	(15,3)	84,5	(18,2)
	6	134,5	(18,8)	96,0	(16,2)	82,4	(16,2)	104,3	(17,1)
	TOUS	120,0	(21,8)	89,5	(16,4)	84,0	(16,5)	97,8	(18,4)

b) Brochet

Engin de pêche	Type de groupe							
	SD		SP		T		TOUS	
	Estimation	Erreur-type	Estimation	Erreur-type	Estimation	Erreur-type	Estimation	Erreur-type
Brimbale	1617,8	(615,6)	1433,0	(591,4)	1330,5	(574,8)	1460,4	(594,2)

c) Doré

Engin de pêche	Type de groupe							
	SD		SP		T		TOUS	
	Estimation	Erreur-type	Estimation	Erreur-type	Estimation	Erreur-type	Estimation	Erreur-type
Brimbale	862,8	(522,1)	858,7	(529,4)	861,9	(523,3)	861,1	(524,9)

5.1 Estimation du poids moyen des perchaudes illégales et des perchaudes remises à l'eau

Conserver une perchaude dont la longueur est inférieure à 165 mm est considéré comme un acte illégal. Afin de permettre une analyse plus fine des caractéristiques de la récolte, nous avons aussi estimé le poids moyen des perchaudes légales de deux gammes de taille :

- a) $0 \text{ mm} < \text{longueur} < 165 \text{ mm}$;
- b) $165 \text{ mm} \leq \text{longueur} < 190 \text{ mm}$;
- c) $\text{longueur} \geq 190 \text{ mm}$.

Ce poids moyen servira ensuite dans l'estimation du tonnage de perchaudes par classe de taille.

Le poids moyen des perchaudes par classe de taille est présenté au tableau 35. Les perchaudes illégales pèsent en moyenne 44,78 g, celles entre 165 et 190 mm de longueur pèsent en moyenne 67,85 g, et finalement celles de 190 mm et plus pèsent en moyenne 124,34 g.

Tableau 35. Poids moyen des 9 709 perchaudes mesurées par les enquêteurs selon la classe de longueur.

Classe de longueur	Nombre	Pourcentage	Poids moyen (g)
$0 \text{ mm} < \text{longueur} < 165 \text{ mm}$	730	7,52 %	44,78
$165 \text{ mm} \leq \text{longueur} < 190 \text{ mm}$	3 955	40,74 %	67,85
$\text{longueur} \geq 190 \text{ mm}$	5 024	51,75 %	124,34
Total	9 709	100,00 %	95,35

Pour ce qui est des perchaudes remises à l'eau, nous n'avons aucune mesure sur elles. Toutefois, il est réaliste de penser que si elles ont été remises à l'eau, c'est qu'elles étaient de petite taille. Si nous supposons que leur taille était de moins de 165 mm tout comme celles conservées illégalement, nous pouvons alors estimer le poids moyen des perchaudes remises à l'eau à 44,78 g. Toutefois, il est probable que cette estimation soit surévaluée du fait que les perchaudes remises à l'eau sont probablement de très petite taille. C'est cependant la seule estimation que nous pouvons faire, alors il faudra interpréter les données en conséquence.

6. ESTIMATION DU TONNAGE DE LA RÉCOLTE PAR ESPÈCE ET QUELQUES VARIANTES

L'estimation du tonnage de la récolte s'obtient en multipliant le nombre de poissons conservés (voir section 4) par le poids moyen des poissons (voir section 5). Plus précisément, le tonnage de la récolte d'une espèce dans l'unité i , tonnage_i , se calcule comme suit :

$$\text{tonnage}_i = (\text{rt}_{b_i} * \bar{p}_{b_i}) + (\text{rt}_{d_i} * \bar{p}_{d_i}) = \text{tonnage}_{b_i} + \text{tonnage}_{d_i},$$

où

- rt_{b_i} = Récolte totale à la brimbale dans l'unité i ,
- rt_{d_i} = Récolte totale à la dandinette dans l'unité i ,
- $\bar{p}_{b_i}$ = Poids moyen des poissons capturés à la brimbale dans l'unité i ,
- $\bar{p}_{d_i}$ = Poids moyen des poissons capturés à la dandinette dans l'unité i ,
- $\text{tonnage}_{b_i} = (\text{rt}_{b_i} * \bar{p}_{b_i})$ = Tonnage de la récolte avec la brimbale dans l'unité i ,
- $\text{tonnage}_{d_i} = (\text{rt}_{d_i} * \bar{p}_{d_i})$ = Tonnage de la récolte avec la dandinette dans l'unité i , $i = 1, \dots, 2844$

La variance de l'estimation du tonnage d'une espèce dans l'unité i se calcule comme suit :

$$\text{var}(\text{tonnage}_i) = \text{var}(\text{tonnage}_{b_i}) + \text{var}(\text{tonnage}_{d_i})$$

où

$$\begin{aligned} \text{var}(\text{tonnage}_{b_i}) &= \text{var}(\text{rt}_{b_i}) * (\bar{p}_{b_i})^2 + (\text{rt}_{b_i})^2 * \text{var}(\bar{p}_{b_i}) + \text{var}(\text{rt}_{b_i}) * \text{var}(\bar{p}_{b_i}) \\ \text{var}(\text{tonnage}_{d_i}) &= \text{var}(\text{rt}_{d_i}) * (\bar{p}_{d_i})^2 + (\text{rt}_{d_i})^2 * \text{var}(\bar{p}_{d_i}) + \text{var}(\text{rt}_{d_i}) * \text{var}(\bar{p}_{d_i}) \end{aligned}$$

Pour un groupe (g) d'unités échantillonnales, on estime le tonnage et sa variance de la façon suivante :

$$\begin{aligned} \text{tonnage}_g &= \sum_{i \in g} \text{tonnage}_i \\ \text{var}(\text{tonnage}_g) &= \sum_{i \in g} \text{var}(\text{tonnage}_i) \end{aligned}$$

Le tableau 36 présente les estimations en kg des captures de chacune des espèces par secteur, par type de groupe, et par engin de pêche lorsque la précision des estimations le permettait. Nous arrivons à une estimation de 14 497 kg pour la perchaude, de 19 426 kg pour le brochet, et de 6 737 kg pour le doré.

Tableau 36. Estimation de la récolte en kg de chacune des espèces par secteur, par type de groupe, et par engin de pêche.

a) Perchaude

Engin de pêche	Secteur	Type de groupe							
		SD		SP		T		TOUS	
		Estimation	Erreur-type	Estimation	Erreur-type	Estimation	Erreur-type	Estimation	Erreur-type
Brimbale	1	98,1	(55,1)	472,8	(302,1)	1 079,2	(747,0)	1 650,1	(807,7)
	2	110,4	(51,0)	783,2	(355,4)	1 244,4	(664,0)	2 138,0	(754,8)
	3	102,0	(63,2)	195,1	(135,2)	939,5	(311,7)	1 236,7	(345,6)
	4	4,7	(19,9)	135,5	(163,6)	614,8	(318,2)	755,0	(358,4)
	5	236,1	(169,1)	1 310,8	(463,0)	1 012,9	(428,9)	2 559,8	(653,4)
	6	367,7	(154,1)	1 331,0	(507,3)	1 428,3	(457,8)	3 127,0	(700,5)
	TOUS	919,0	(249,7)	4 228,5	(856,9)	6 319,1	(1 261,3)	11 466,6	(1 545,2)
Dandinette	1	25,2	(21,1)	108,2	(71,8)	258,2	(198,1)	391,5	(211,8)
	2	21,7	(13,9)	195,2	(86,6)	315,3	(175,4)	532,2	(196,1)
	3	11,4	(10,3)	112,4	(51,7)	225,9	(96,1)	349,7	(109,6)
	4	1,4	(6,1)	14,5	(20,6)	151,6	(96,6)	167,6	(98,9)
	5	11,3	(12,4)	388,2	(116,2)	329,7	(134,0)	729,2	(177,8)
	6	49,5	(28,7)	410,0	(131,2)	400,6	(133,6)	860,2	(189,4)
	TOUS	120,6	(42,0)	1 228,5	(215,6)	1 681,3	(352,7)	3 030,3	(415,5)
TOUS	1	123,3	(59,0)	581,0	(310,5)	1 337,4	(772,9)	2 041,6	(835,0)
	2	132,1	(52,8)	978,4	(365,8)	1 559,7	(686,8)	2 670,2	(779,9)
	3	113,4	(64,1)	307,5	(144,7)	1 165,4	(326,2)	1 586,3	(362,6)
	4	6,1	(20,8)	150,0	(164,9)	766,4	(332,5)	922,6	(371,8)
	5	247,4	(169,6)	1 699,0	(477,3)	1 342,6	(449,4)	3 289,0	(677,2)
	6	417,3	(156,7)	1 741,1	(524,0)	1 828,9	(476,9)	3 987,2	(725,6)
	TOUS	1 039,5	(253,2)	5 457,0	(883,6)	8 000,4	(1 309,7)	14 496,9	(1 600,1)

b) Brochet

Type de groupe							
SD		SP		T		TOUS	
Estimation	Erreur-type	Estimation	Erreur-type	Estimation	Erreur-type	Estimation	Erreur-type
1 494,5	(297,1)	2 855,0	(577,8)	15 076,3	(2 538,9)	19 425,8	(2 620,7)

c) Doré

Type de groupe							
SD		SP		T		TOUS	
Estimation	Erreur-type	Estimation	Erreur-type	Estimation	Erreur-type	Estimation	Erreur-type
2 972,4	(1 297,9)	465,1	(163,9)	3 299,2	(2 072,7)	6 736,7	(2 451,0)

6.1 Estimation du tonnage de perchaudes conservées illégalement et du tonnage de perchaudes remises à l'eau

À la section 4.1.1, nous avons estimé à 11 460 le nombre de perchaudes de moins de 165 mm de longueur. Puisque le poids moyen de ces perchaudes est de 44,78 g (voir tableau 35), nous pouvons alors estimer à 513,2 kg ($= 11\,460 \times 44,78$) le poids des perchaudes conservées illégalement. Si nous appliquons le même raisonnement aux autres classes de longueur, nous obtenons une estimation de 3 821,8 kg dans la classe 165-190 mm, et une estimation de 9 045,7 kg dans la classe de 190 mm et plus. Ces estimations sont résumées au tableau 37.

Prenez note que nous arrivons à une estimation du tonnage total différente de celle présentée au tableau 36. Cela s'explique par le fait que la méthode d'estimation présentée ici est plus grossière que la précédente. L'estimation de 14 497 kg est donc plus juste.

Tableau 37. Estimation du tonnage de perchaudes par classe de longueur

Classe de longueur	Estimation du nombre de perchaudes	Estimation du poids moyen (g)	Estimation du tonnage (kg)
0 mm < longueur < 165 mm	11 460	44,78	513,2
165 mm ≤ longueur < 190 mm	56 327	67,85	3 821,8
longueur ≥ 190 mm	72 750	124,34	9 045,7
Total	140 537	95,35	13 400,2

Nous avons procédé sensiblement de la même façon pour estimer le tonnage de perchaudes ayant été remis à l'eau. À la section 4.2, il a été estimé à 116 733 le nombre de perchaudes ayant été remises à l'eau. Nous vous rappelons que nous n'avons aucune mesure de taille pour ces perchaudes. Toutefois, il est réaliste de penser que si

elles ont été remises à l'eau, c'est qu'elles étaient de petite taille. Si nous supposons que leur taille était de moins de 165 mm tout comme celles conservées illégalement, nous pouvons alors estimer leur poids moyen à 44,78 g. Ainsi, nous obtenons une estimation de 5 227,3 kg ($=116\,733 \times 44,78 \text{ g} / 10^6$) de perchaudes remises à l'eau. Notez cependant que l'estimation du poids moyen des perchaudes remises à l'eau est probablement surévaluée du fait que ces perchaudes sont probablement de très petite taille. L'estimation du tonnage de perchaudes remises à l'eau est donc une estimation libérale du tonnage réel.

7. CONCLUSION

Voici un résumé des principales conclusions de nos analyses.

L'effort de pêche a été estimé à 1 566 802 brimbale-heures et à 47 738 dandinette-heures.

a) Pour la perchaude

- Le succès moyen a été estimé à 0,1209 perchaude par brimbale-heure et à 0,7205 perchaude par dandinette-heure ;
- La récolte a été estimée à 140 537 perchaudes ;
- Si on tient compte des mesures d'accessibilité au lac, nous arrivons à une estimation de la récolte légèrement inférieure, soit de 139 209 perchaudes ;
- Le poids moyen d'une perchaude capturée à la brimbale a été estimé à 125 g, et à 98 g pour la dandinette ;
- La récolte totale en kg a été estimée à 14 497 kg ;
- Le nombre de perchaudes conservées illégalement (moins de 165 mm de longueur) a été estimé à 11 460. Le poids moyen de ces perchaudes est de 45 g ce qui représente une biomasse totale de 513 kg.
- Le nombre de perchaudes remises à l'eau a été estimé à 116 733. Cela représente une biomasse d'environ 5 227 kg (estimation libérale).
- La capture totale de perchaudes a été estimée à 257 270 perchaudes (=140 537 + 116 733).

b) Pour le brochet

- Le succès moyen a été estimé à 0,0078 brochet par brimbale-heure et à 0,0123 brochet par dandinette-heure ;
- La récolte a été estimée à 13 953 brochets ;
- Le poids moyen d'un brochet a été estimé à 1 460 g ;
- La récolte totale en kg a été estimée à 19 426 kg.

c) Pour le doré

- Le succès moyen a été estimé à 0,0076 doré par brimbale-heure et à 0,0397 doré par dandinette-heure;
- La récolte a été estimée à 8 745 dorés;
- Le poids moyen d'un doré est estimé à 861 g;
- La récolte totale en kg a été estimée à 6 737 kg.

REMERCIEMENTS

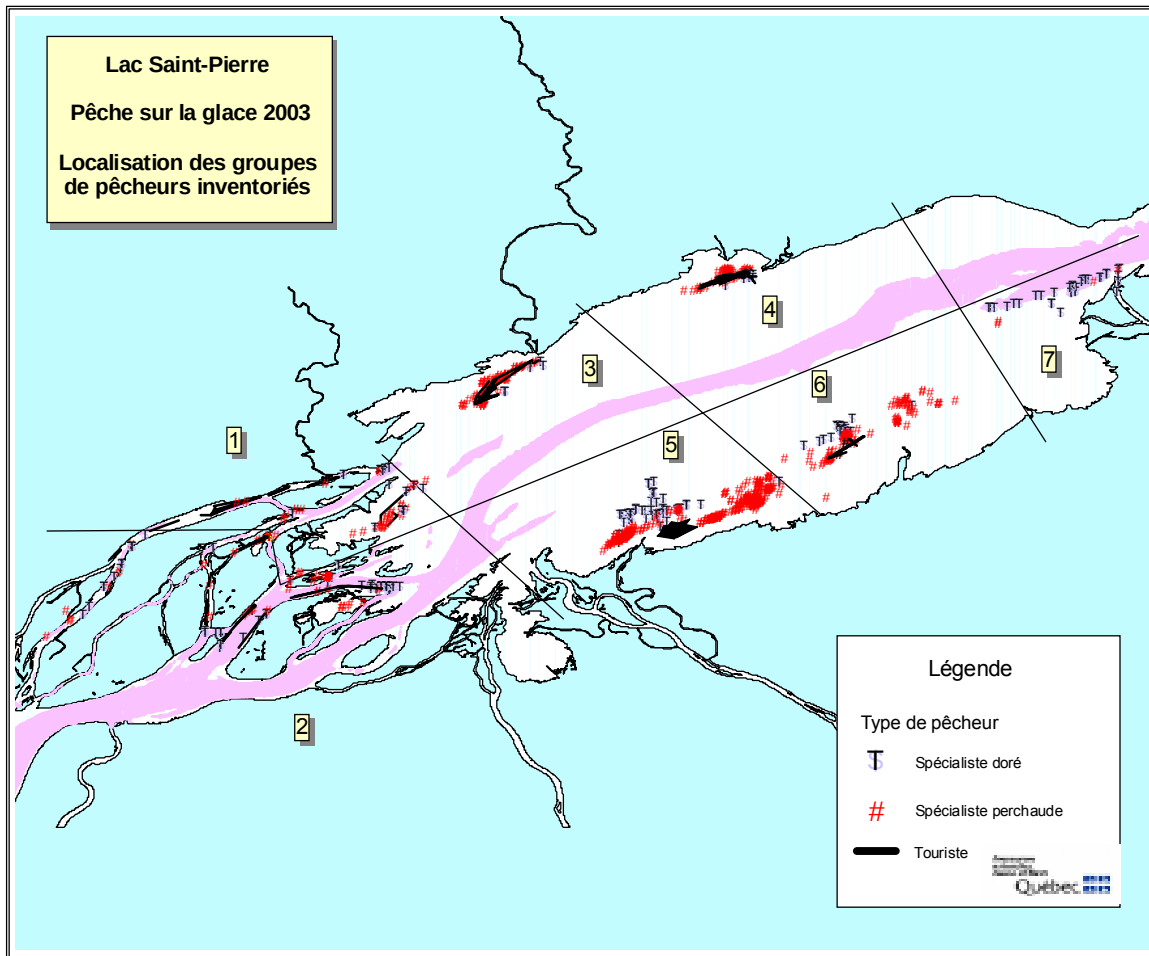
Nos remerciements s'adressent en premier lieu aux milliers de pêcheurs sportifs qui ont été sollicités lors des recensements, au cours de l'hiver 2003 et, plus spécifiquement encore, à ceux qui ont bien voulu remplir et retourner les cartes-réponses dont l'information était indispensable à la réalisation de la présente étude.

Nous sommes aussi reconnaissants envers les nombreux enquêteurs sur le terrain, techniciens de la faune, contractuels ou biologistes, dont l'intérêt, la persévérance, malgré les conditions météorologiques souvent contraignantes, et l'entregent, ont contribué à assurer la qualité des données récoltées: Michel Beaudoin, Yannick Bilodeau, Marie-Josée Boisvert, Francis Boulanger, Denis Bourbeau, Jean-Luc Brisebois, Joceline Brisebois, Stéphane Clermont, Sylvain Desloges, Daniel Dolan, Bertrand Dumas, Mireille Dumont, Denis Fournier, Steve Gaouette, Conrad Groleau, Paul Grondin, Laurier Guérette, Yvan Guillemette, Jean Leclerc, Marie-Pascale Munger, Vincent Préfontaine, Yves Robitaille, Claude Sirois et Louis-Marc Soyez.

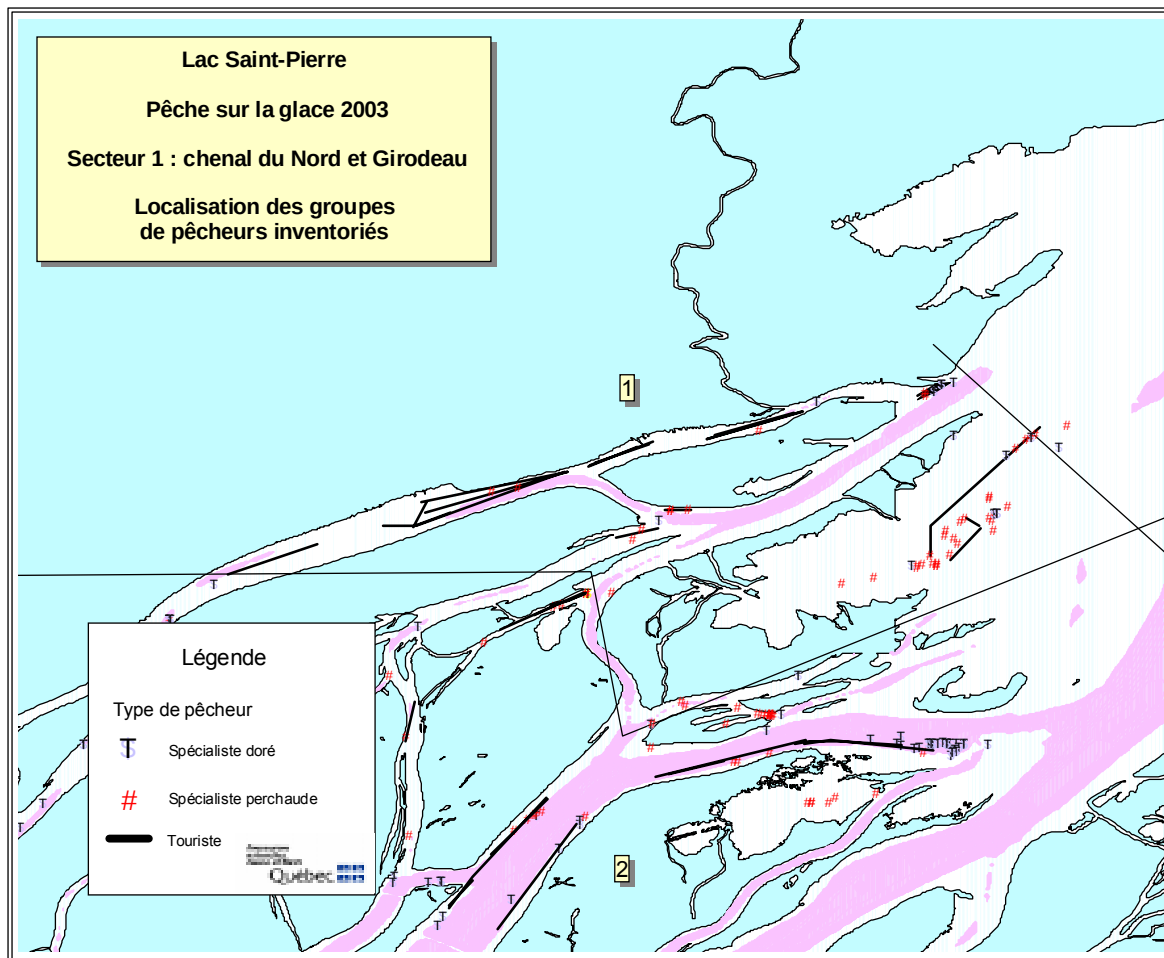
Les responsables de la réalisation de cette enquête désirent de plus manifester leur reconnaissance envers les pourvoyeurs de services et les centres de pêche du lac Saint-Pierre, dont la plupart ont collaboré volontairement à l'étude et fourni des renseignements indispensables à sa réalisation.

ANNEXES

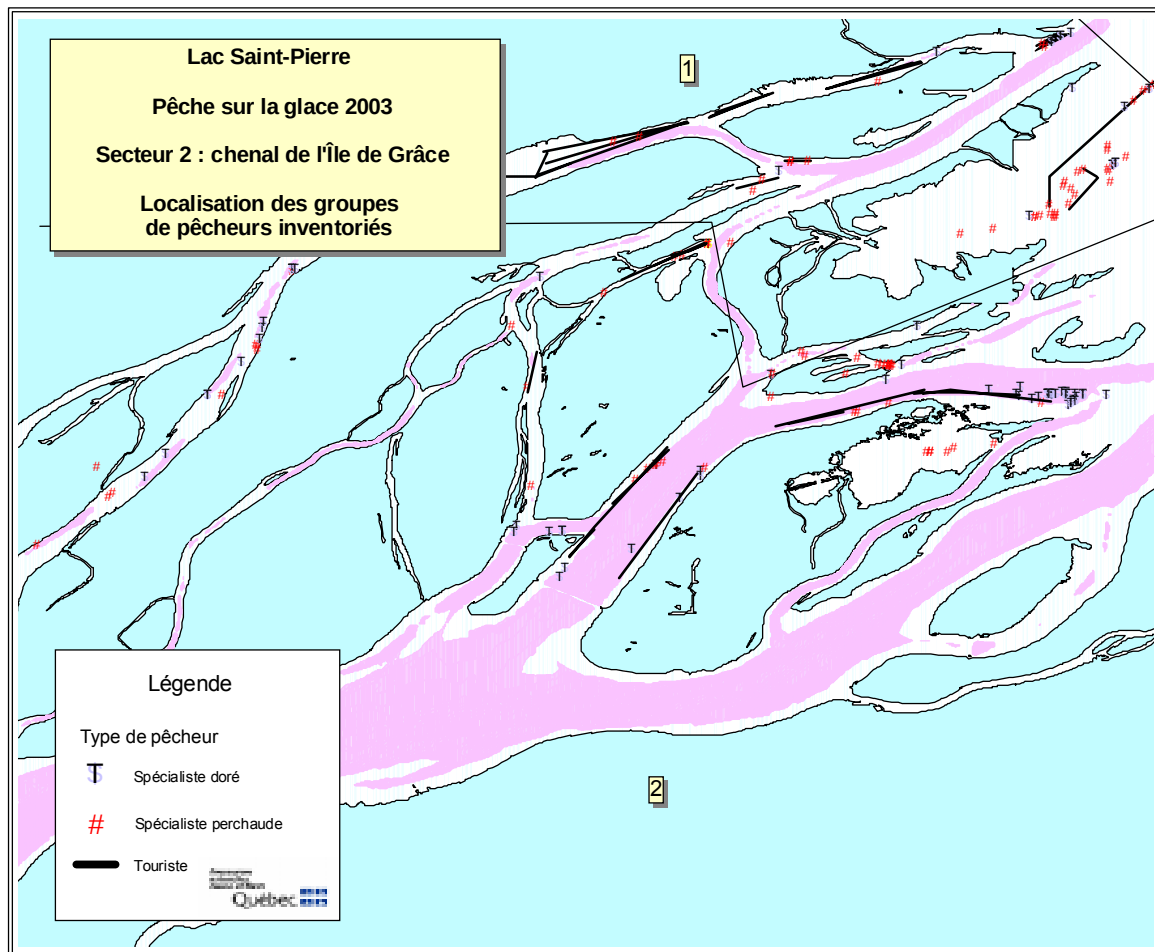
Annexe 1. Localisation des groupes de pêcheurs inventoriés dans l'ensemble du lac et dans chacun des secteurs de pêche



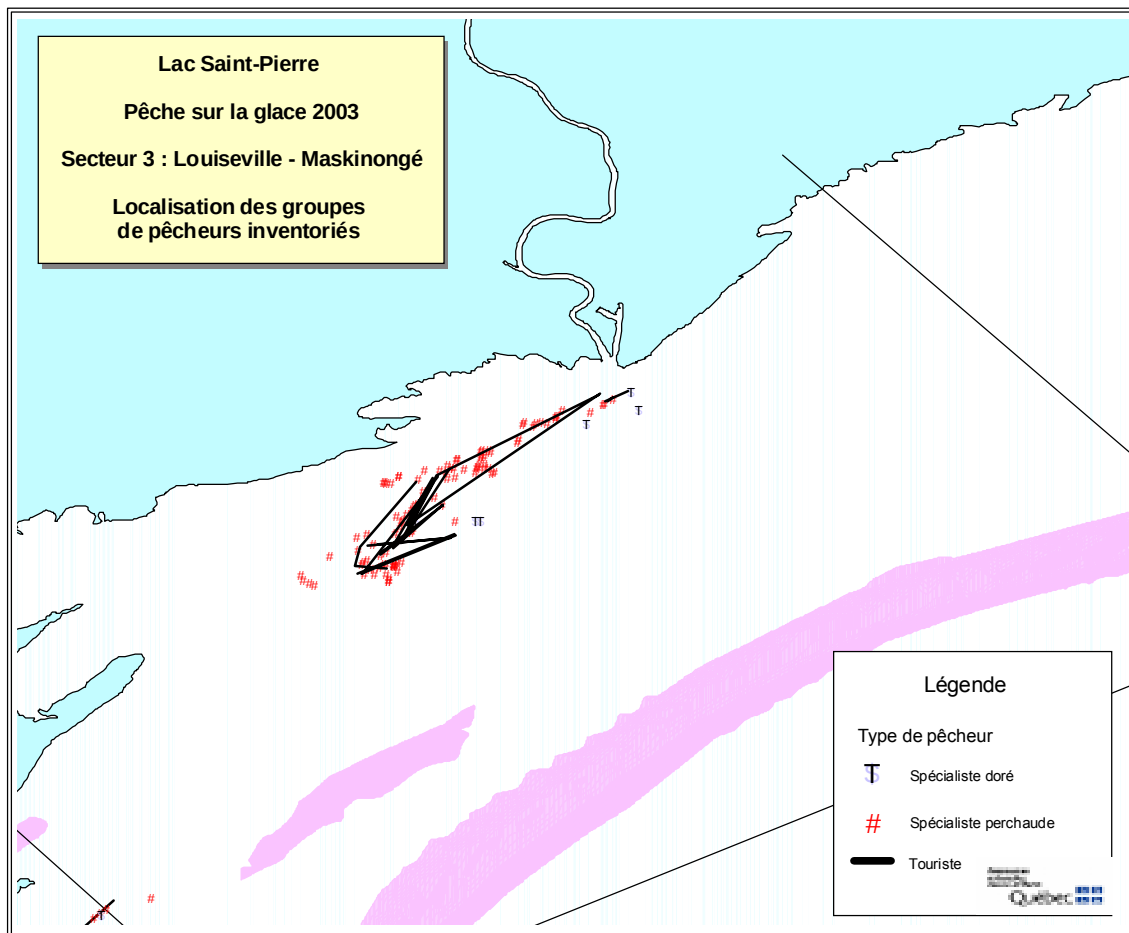
Annexe 1. Localisation des groupes de pêcheurs inventoriés dans l'ensemble du lac et dans chacun des secteurs de pêche (suite)



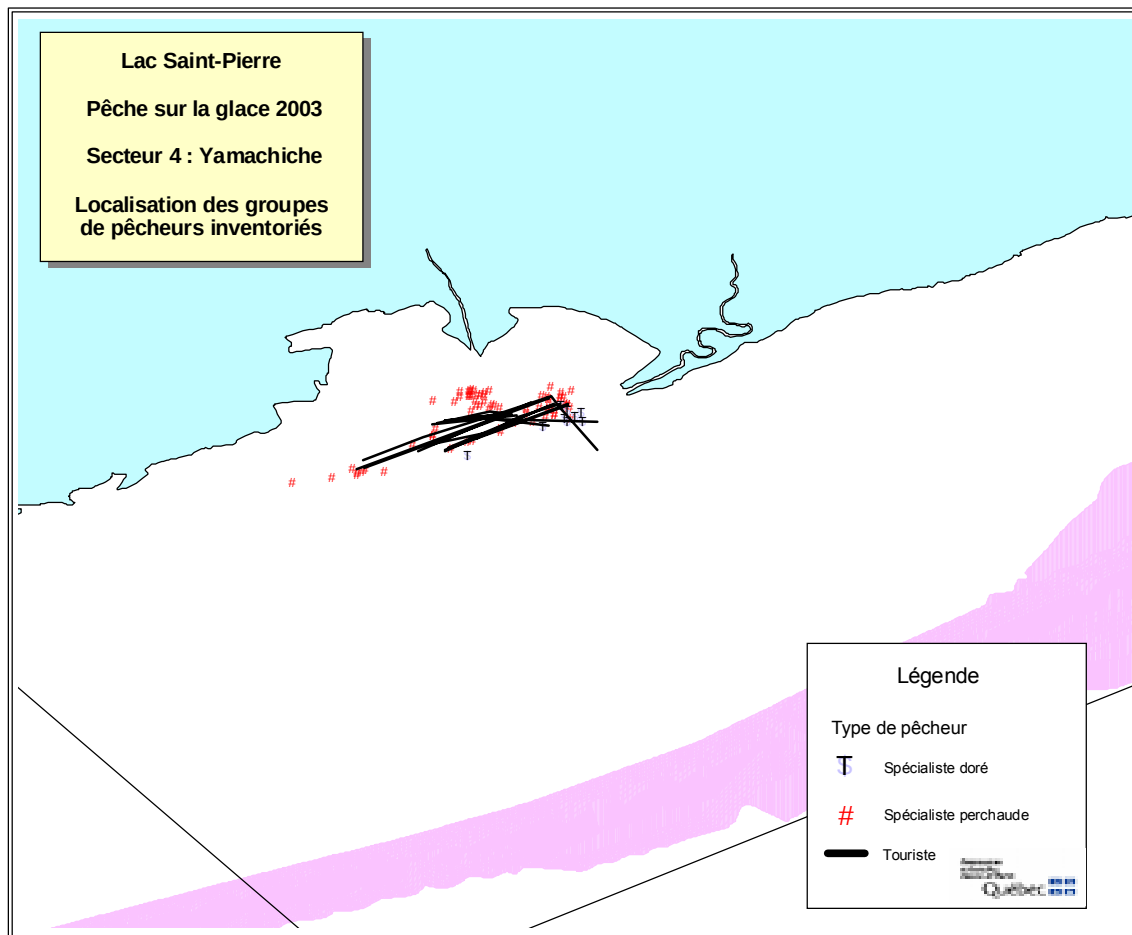
Annexe 1. Localisation des groupes de pêcheurs inventoriés dans l'ensemble du lac et dans chacun des secteurs de pêche (suite)

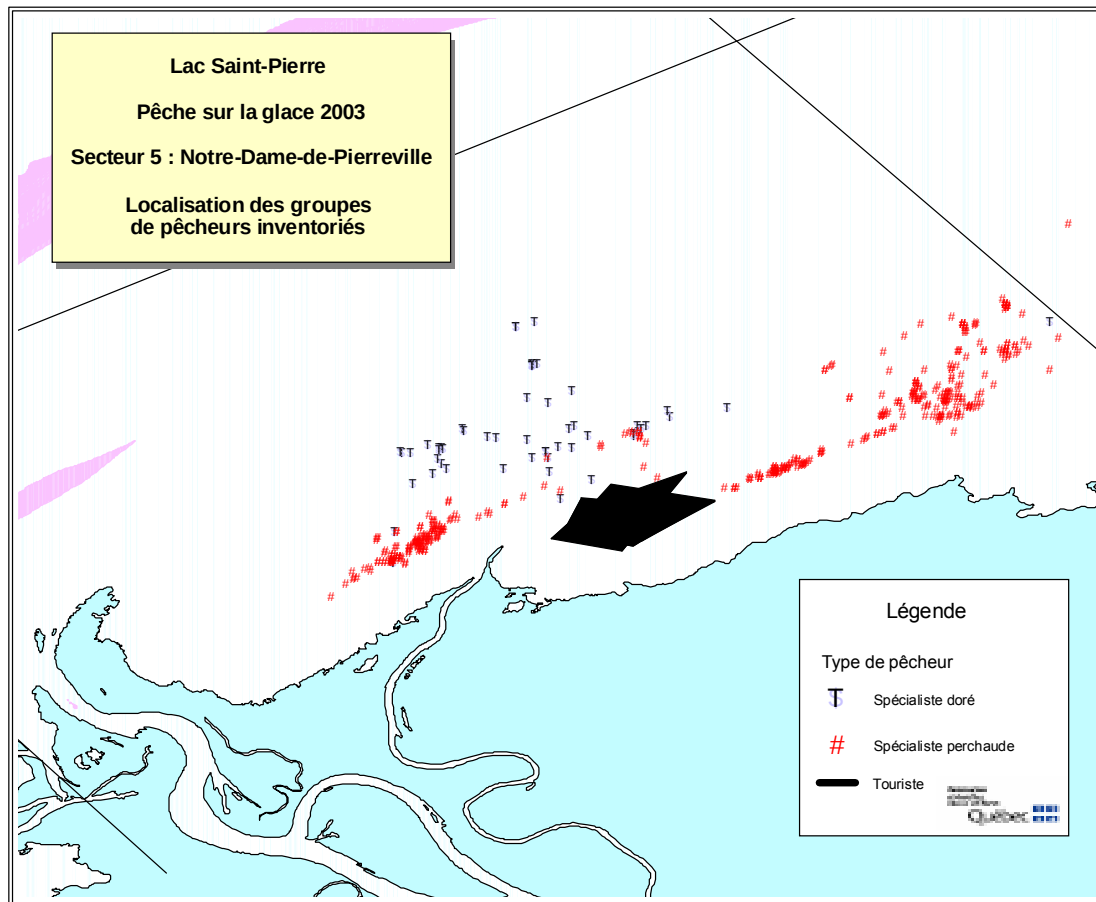


Annexe 1. Localisation des groupes de pêcheurs inventoriés dans l'ensemble du lac et dans chacun des secteurs de pêche (suite)

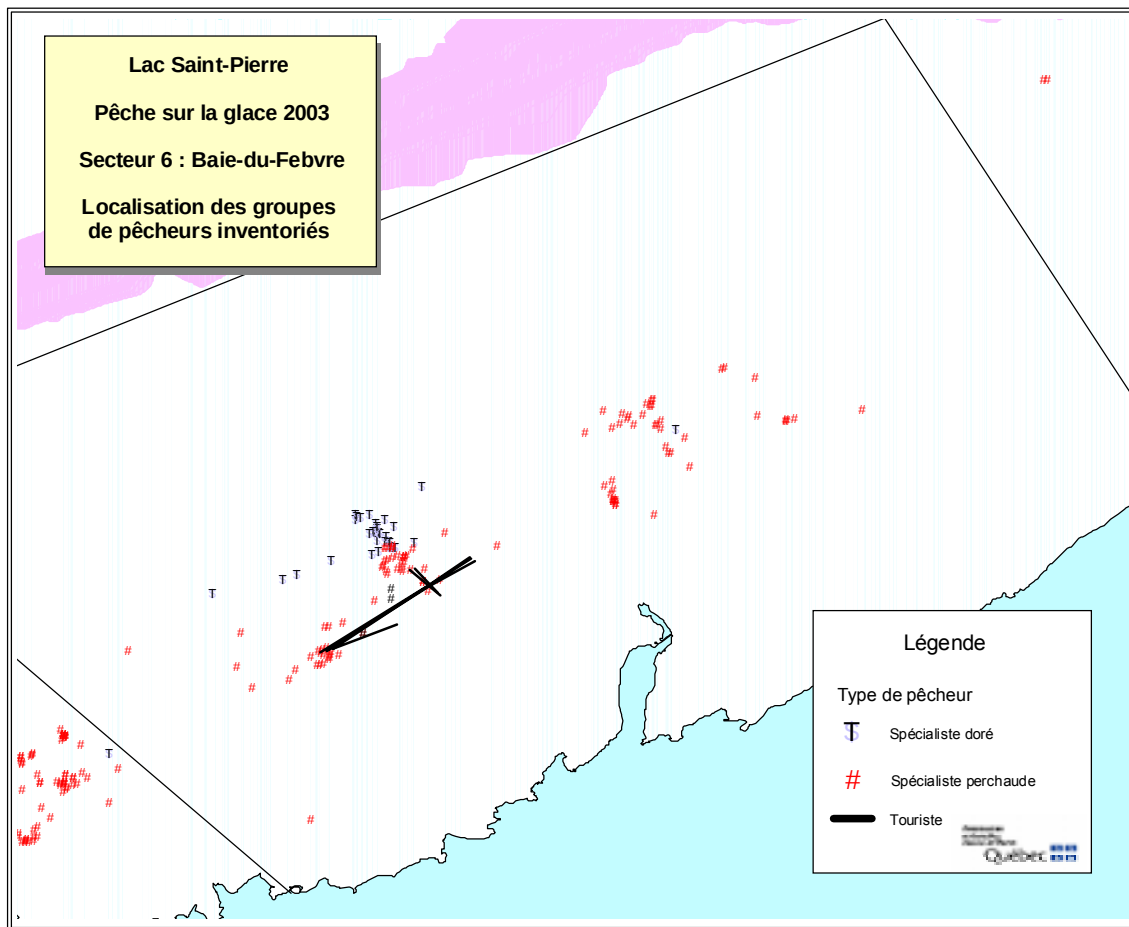


Annexe 1. Localisation des groupes de pêcheurs inventoriés dans l'ensemble du lac et dans chacun des secteurs de pêche (suite)

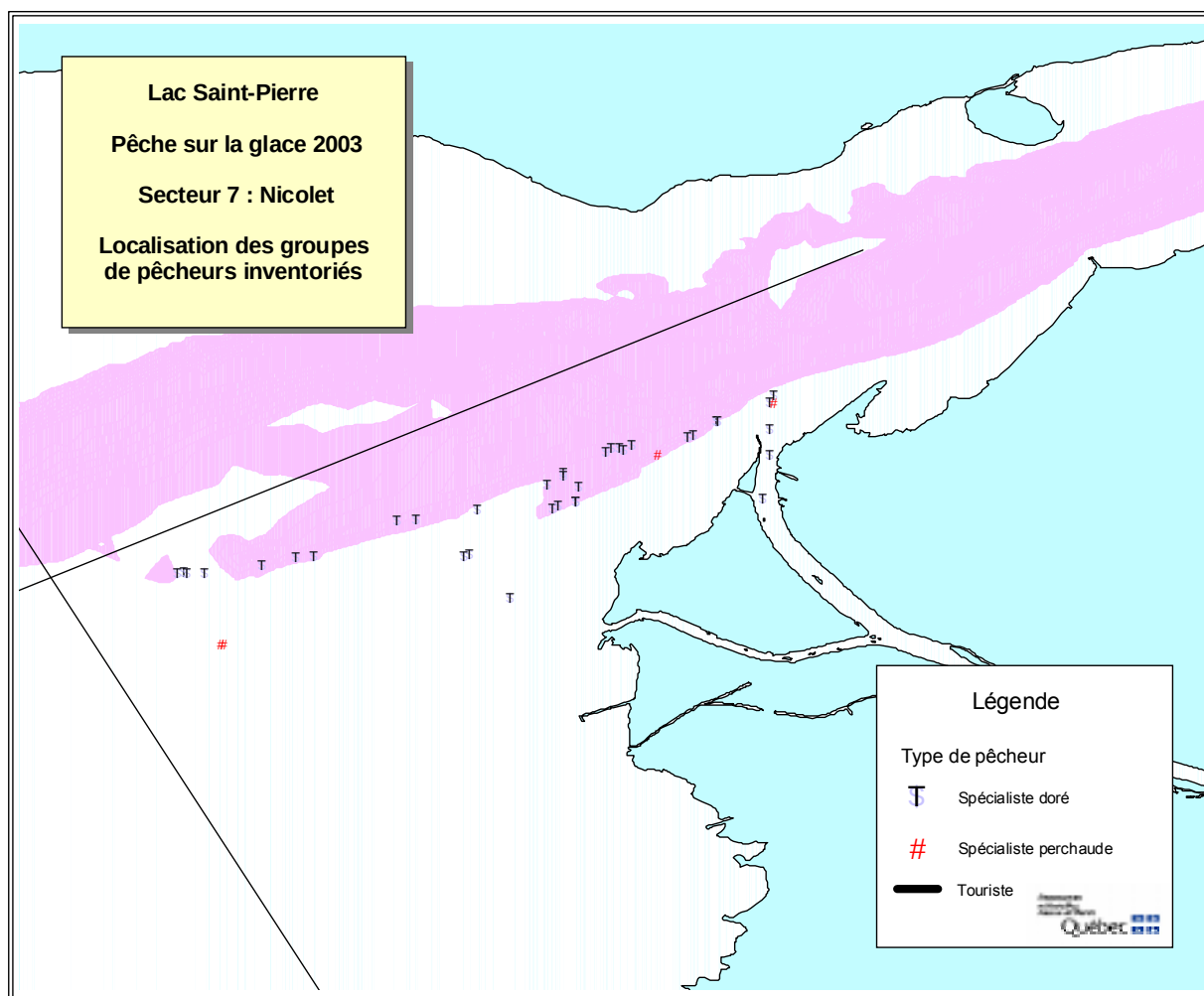




Annexe 1. Localisation des groupes de pêcheurs inventoriés dans l'ensemble du lac et dans chacun des secteurs de pêche (suite)



Annexe 1. Localisation des groupes de pêcheurs inventoriés dans l'ensemble du lac et dans chacun des secteurs de pêche (suite)



Annexe 2. Estimation du nombre total de jours de pêche

L'estimation du nombre total de jours de pêche a nécessité une procédure particulière en trois étapes en raison de la structure de l'échantillonnage en demi-journées et de la présence des deux engins de pêche.

Étape 1

Construction d'un modèle, à partir de l'information sur les groupes interrogés, pour mettre en relation le nombre de pêcheurs dans chaque groupe avec le nombre d'engins de pêche de chaque type utilisés par ces groupes.

$$np_i = \beta(b_i + r \cdot d_i) + e_i$$

où

np_i = # de pêcheurs dans le groupe i

b_i = # de brimbales utilisées par le groupe i

d_i = # de dandinettes utilisées par le groupe i

e_i = erreur $\sim N(0, (b_i + r \cdot d_i)\sigma^2)$

Dans ce modèle, $b_i + r \cdot d_i$ correspond au nombre d'équivalent-brimbales dans le groupe i , avec la règle de conversion suivante : 1 dandinette = r brimbales. Le paramètre β s'interprète alors comme le nombre moyen de pêcheurs par équivalent-brimbale. Un modèle de ce type a été ajusté par région (Archipel, Lac rive nord, Lac rive sud) et par type de groupe (Spécialistes et Touristes). Nous avons ainsi obtenu 6 estimations de β et de r .

Étape 2

Estimation du nombre d'heures-pêcheurs à partir des efforts de pêche brimbale et dandinette présentés à la section 2.3 du rapport. L'estimation du nombre d'heures-pêcheurs s'obtient en multipliant l'effort de pêche brimbale par β , et en additionnant à ce nombre le produit de l'effort de pêche dandinette par $\beta \cdot r$. Ces estimations ont été calculées par région et par type de groupe.

Étape 3

Estimation du nombre total de jours de pêche à partir de l'estimation du nombre d'heures-pêcheurs et de la durée moyenne d'une excursion de pêche par région et par

type de groupe. L'estimation du nombre total de jours de pêche s'obtient en divisant l'estimation du nombre d'heures-pêcheurs par la durée réelle moyenne d'une excursion de pêche par région et par type de groupe, et ensuite en sommant toutes ces quantités.

Secteur		Type de pêcheur	Pêcheurs-heures	Durée moyenne d'une excursion (h)	Jours-pêcheurs (nb)
Archipel		spécialistes	14 117,57	6,04	2 337
		touristes	141 272,34	6,52	21 661
Lac	Rive nord	spécialistes	8 702,95	6,04	1 441
		touristes	56 993,09	6,52	8 739
	Rive sud	spécialistes	32 208,11	6,04	5 332
		touristes	75 020,92	6,52	11 503
Total					51 013

Annexe 3. Estimation du nombre et du tonnage de dorés capturés au large de Nicolet

Bien que ce secteur du lac Saint-Pierre (no. 7, sur la carte) ait été exclus du plan d'échantillonnage systématique parce que la pêche à la perchaude y est marginale et afin d'optimiser l'utilisation des ressources disponibles sur le lac lui-même, nous avons voulu documenter la pêche au doré, qui y est très populaire. Nous y avons donc réalisé l'inventaire de l'effort de pêche à chaque envolée ainsi que lors des visites sur le terrain et un certain nombre d'entrevues avec des pêcheurs y ont été menées.

Description des données

- On retrouve principalement des spécialistes à doré (type_gr= SD) dans ce secteur et ces pêcheurs utilisaient seulement la brimbale comme engin de pêche;
- Au total, 42 interviews ont été effectuées, réparties sur 8 demi-journées;
- L'inventaire de l'effort de pêche est disponible pour 66 demi-journées.

Estimation des principaux paramètres

Estimation du nombre de brimbales-heures :

47 920 brimbales-heures (erreur type = 1 993)

Estimation du succès de pêche moyen :

0.02335 doré/brimbale-heure (erreur type = 0,0043)
--

Estimation du nombre de dorés conservés:

1 241 dorés (erreur type = 285)

Estimation du poids moyen d'un doré:

843,4g (erreur type = 32,5g)

estimation du tonnage :

835,4 kg (erreur type = 225 kg)