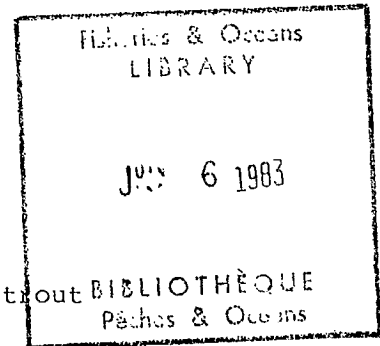


No. 4920



Biology of two arctic populations of lake trout
Salvelinus namaycush (Walbaum)
of the Lake Minto region of New Quebec

by J. Benoît, and G. Power

Original Title: Biologie de deux populations arctiques de touladi,
Salvelinus namaycush (Walbaum), de la région du lac Minto,
Nouveau-Québec

From: Nat. Can. (Qué.) 108: 1-16, 1981

Department of Fisheries and Oceans
Northwest Atlantic Fisheries Center
St. John's, Nfld.

1983

32 pages typescript

BIOLOGY OF TWO ARCTIC POPULATIONS OF LAKE TROUT, SALVELINUS NAMAYCUSH (WALBAUM),
OF THE LAKE MINTO REGION OF NEW QUEBECby J Benoit¹ and G Power²Centre d'études nordiques (centre for northern studies), Université Laval
Sainte-Foy, Quebec G1K 7P4Abstract (See original.)Introduction

Little research has been done on the fish of the inland waters of the Quebec Arctic. Flaherty (1918) has found lake trout (Salvelinus namaycush), arctic char (Salvelinus alpinus), and lake whitefish (Coregonus clupeaformis) in Lake Minto, and Jessop et al (1971) have provided a list of the fish in the Leaf River, which flows out of it. Power (1978) and Magnin et al (1978) have presented results on the biology of lake trout populations living at similar latitudes. The present paper provides new data on the northern fish communities and constitutes a first overall study of the biology of the lake trout in the Quebec Arctic.

Habitat

The Lake Minto region is located in the centre of the Ungava plateau, about 260 km northeast of Poste-de-la-Baleine (figure 1). It is part of the 42 640-km² drainage basin of the Leaf River, which empties into the southwestern section of Ungava Bay. This region lies in the transition zone between the taiga and the tundra; access to the area is difficult, and it is practically isolated from centres of human activity.

¹ Current address: Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune, Box 156, Shawinigan, Quebec G9N 1V9.

² Current address: Department of Biology, University of Waterloo, Waterloo, Ontario N2L 3G1.

The two lakes whose populations are examined in this study are Mini-Minto lake (57°19'N, 75°14'W) and Bonhomme lake (57°13'N, 74°32'W). They lie at an elevation of approximately 183 m, belong to the geological system of the Laurentian plateau, and are underlain by a heterogeneous assemblage of foliated granitic gneisses of the Upper Archean. The area has a continental arctic climate, typical of the dry tundra. Average air temperature is 10°C in July and -24°C in January. Total annual precipitation is approximately 580 mm, including 2 080 mm of snowfall [sic]. The lakes are covered with ice for 7 to 8 months, from early October to the end of June.

Figure 1 Mini-Minto and Bonhomme lakes, New Quebec

LEGEND (See original.)

1. Mini-Minto lake
2. Bonhomme lake
3. Lake Minto
4. scale
5. miles
6. Poste-de-la-Baleine

The morphometry of Mini-Minto lake is as follows: length, 23.48 km; average width, 1.38 km; perimeter, 90.61 km; surface area exclusive of islands, 32.39 km²; island surface area, 7.4%; shoreline development, 4.5. Its bathymetry is unknown. Bonhomme lake is 10.42 km long, with an average width of 0.96 km, a maximum depth of 48.8 m, an average depth of 11.5 m, a perimeter of 52.14 km, a surface area (exclusive of islands) of 9.96 km², an island surface area of 1.61%, a volume of 114.12 X 10⁶ m³, a shoreline development of 4.66, and a depth development of 0.707.

The physico-chemical characteristics of these lakes are typical of cold monomictic lakes that are highly oligotrophic. The summertime temperature distributions are relatively uniform, Secchi-disk transparency is high (11.6 m), and conductivity is low (12 μ S/cm).

Material and methods

The captures were made between 25 July and 13 September 1975 at Mini-Minto lake, and between 1 and 15 August 1976 at Bonhomme lake. The main gear used consisted of nylon multifilament gill nets 30.5 m long and 1.8 m high, with stretched-mesh sizes of 38, 51, 76, 89, 102, 114, and 140 mm. The nets were set at 62 sites in 1975 and at 35 sites in 1976. The sites chosen were mainly near the shoreline, where fishing effort is more effective, and at depths of 1 to 15 m. Occasional use also was made of trap nets and fyke nets with 30.5-m leaders and stretched-mesh sizes of 13, 19, 25, 38, and 50 mm. Rotenone was used to take small individuals in the streams adjacent to the lake.

Fork length was measured when the specimens were fresh, except for the young individuals, which were measured in the laboratory after being preserved in a 10% solution of formaldehyde. Maturity was determined by the Naier scale (Laevastu, 1967), and sex by macroscopic examination of the gonads. Number of eggs was determined by direct counting, and the diameter of the eggs, preserved in 10% formaldehyde, was measured by the method described in Vladykov (1956). Stomach contents were classified into major groups of organisms while fresh, but no quantitative measurements of them were made.

Because scales do not provide accurate age readings for lake trout that have reached sexual maturity, age was determined from the otoliths (Dubois and Lagueur, 1968; Simard and Magnin, 1972).

Results

Fish communities

As table I shows, salmonids, and in particular lake trout, predominate in the two lakes. Predominance of lake trout is characteristic of lakes in this region and of a number of lakes in the Northwest Territories (Johnson, 1976). Next to the lake trout, the most common species are the arctic char (Salvelinus alpinus), the brook trout (Salvelinus fontinalis), and the round whitefish (Prosopium cylindraceum). These 4 species account for 93% of the individuals and 99.6% of the biomass in the catches. The other species account for only 7% of the individuals. The absence of the lake whitefish (Coregonus clupeaformis), which is present, however, in Lake Minto itself (Flaherty, 1918; Power, 1978), is another characteristic of these lake communities.

There are important differences between the communities of the two lakes. In Bonhomme lake, no ciscoes (Coregonus artedii) are found, while brook trout are abundant. In Mini-Minto lake, lake chub (Couesius plumbeus) are present in large numbers.

In the tributaries of Bonhomme lake, threespine stickleback (Gasterosteus aculeatus) and brook trout predominate, representing 34.1% (N = 167) and 30.6% (N = 150), respectively, of the captures made with rotenone. After them, in descending order, come the slimy sculpin (Cottus cognatus; 11.8%, N = 58), the lake chub (8.4%, N = 41), the ninespine stickleback (Pungitius pungitius; 7.3%, N = 36), the burbot (Lota lota; 3.5%, N = 17), the lake trout (2%, N = 10), the arctic char (1.4%, N = 7), and the longnose sucker (Catostomus catostomus; 0.8%, N = 4).

Table I Species captured at Mini-Minto and Bonhomme lakes

LEGEND (See original.)

1. Mini-Minto lake
2. Bonhomme lake
3. Percentage of total captures with trap nets
4. Percentage of total captures with gill nets
5. Percentage of total biomass in catch
6. Percentage of total captures, both lakes
7. Percentage of total biomass, both lakes
8. Biomass (kg)

Lake trout samples

Length

The length distributions for the lake trout captured with gill nets with mesh sizes greater than 63.5 mm are unimodal (table II). The length distributions for the smaller mesh sizes show a second mode, within the lower length classes; its value varies little from one mesh size to another. The modes for Bonhomme lake are slightly lower than for Mini-Minto lake.

The range of lengths varies with mesh size (table II), reflecting a selectivity of the nets that limits the occurrence of certain length classes in the catch. Though there is no obvious tendency for the number of length classes in the catch to decrease as mesh size increases, the smaller size classes do gradually disappear. Thus the number of length classes in the distribution varies with mesh size, but does not seem to follow any specific pattern.

Yield, based on the number of fish captured per unit effort (table II), does not vary regularly with mesh size. The most effective mesh sizes were 101.5, 50.8, and 76.2 mm at Mini-Minto lake, and 88.9, 76.2, and 50.8 mm at Bonhomme lake. For both lakes, the largest mesh size (139.7 mm) and the smallest mesh size (38.1 mm) were the least effective. The average size of fish captured, however, does seem to increase with mesh size.

The length distribution for the fish taken with trap nets has two modes, relatively constant from one mesh size to another (table III), but differing for the two lakes. The range of lengths varies irregularly as mesh size increases, but mean length rises fairly steadily. The catches with the finer-mesh trap nets include fewer length classes at the upper end of the range, indicating that these nets are selective for certain sizes. Yield varies with mesh size, but not according to any regular pattern.

When the two types of nets are compared, the modes of the distributions for the total catch at each lake are similar, but the ranges are different. The reason is that fewer mesh sizes of trap net were used, that fishing effort differed from one net type and mesh size to another, and that the two nets have inherently different selectivity characteristics. On the whole, however, the compositions of the catches with the two types of net are similar.

Age and growth

Otolith readings were used to determine the age of 1 116 lake trout. About 1% of the otoliths could not be read, and were discarded; about 10%, from older specimens, were difficult to read but were retained in order to determine the age structure of the two populations.

Age thus determined ranges from a few months to 42 years. Growth curves for the lake trout of Mini-Minto lake and Bonhomme lake are given in figure 2. The trout grow in length steadily for the first 12 to 13 years, then more slowly up to about 17 years; in the higher age classes, there is little variation.

Growth in length of the males and females in these populations can be represented by the following model:

$$Y = aX^b c^X$$

where Y is length in millimetres and X is age. The equations for the two populations considered in this study are given in table IV.

The length-weight relations for the two populations can be expressed by equations in which P is weight in grams, L is length in millimetres, and a and n are constants. For Mini-Minto lake, the equation, in logarithmic form, is:

$$\log P = -5.3352 + 3.1314 \log L$$

(r = 0.996, n = 400).

For Bonhomme lake, the equation is:

$$\log P = -5.3632 + 3.1420 \log L$$

(r = 0.996, n = 400).

There is no statistically significant difference (p = 0.95) between these equations, and they are similar to those for other northern populations of lake trout (see figure 3).

Sexual maturation and fecundity

Some males in Mini-Minto lake reach sexual maturity by age 9, when their mean length is 471 mm (table V). At Bonhomme lake, the males mature at about age 10, when

Table II Statistics for length distributions of lake trout captured with gill nets
at Mini-Minto and Bonhomme lakes

LEGEND (See original.)

1. Mini-Minto lake
2. Bonhomme lake
3. mesh size
4. mean length
5. range
6. yield
7. all mesh sizes
8. number of length classes in catch
9. catch per unit effort

Table III Statistics for length distributions of lake trout captured with trap nets at Mini-Minto and Bonhomme lakes

LEGEND (See original.)

1. Mini-Minto lake
2. Bonhomme lake
3. mesh size
4. mean length
5. range
6. yield
7. all mesh sizes
8. number of length classes in catch
9. catch per unit effort

they have a mean length of 495 mm. The age at which all individuals are adult is hard to determine, because the adults do not seem to undergo gonadal development annually, as do those in more southerly populations. But the similarity between the percentages of spawners in the age classes above 13 years seems to indicate that they are composed entirely of adults. For the females, the absence of immature individuals from about age 15 on confirms this hypothesis. For the males, no such confirmation can be made, because the testicles of non-spawning adults are similar in gross appearance to those of immature individuals.

Figure 2 Growth curves based on otolith age for different populations of lake trout (Lac L'Assomption, Simard et al., 1972; Lake Mistassini, Dubois and Lagueux, 1968; Great Slave Lake and Great Bear Lake, Falk et al., 1973)

LEGEND (See original.)

1. length (cm)
2. age (years)
3. Lac L'Assomption
4. Lake Mistassini
5. Great Slave Lake
6. Great Bear Lake
7. Bonhomme lake
8. Mini-Minto lake

Table IV Equations for growth in length of males, females, and both sexes combined in lake-trout populations of Mini-Minto and Bonhomme lakes (Y = length in millimetres, X = age)

LEGEND (See original.)

1. Mini-Minto lake
2. Bonhomme lake
3. males
4. females
5. both sexes

The age at which individuals mature is determined mainly by their size (Nickolsky, 1969). The results in table VI indicate that a majority of the males reach maturity between 400 and 500 mm, while the females mature between 450 and 550 mm. The majority of the spawners in both populations fall in the 500-600 mm size range, and the few larger individuals found (700 mm and up) also were spawners.

The adult populations of both lakes include a number of individuals that are infecund, to use the terminology of Fry (1949). This condition has been observed in a number of northern populations and is regarded as temporary in fish that have already spawned. The infecund females can be readily identified by examination of the ovaries, which are larger than those of immature females, violet-red in colour,

Figure 3 Length-weight relations for various northern populations of lake trout (Great Slave Lake and Great Bear Lake, Falk et al, 1973; Lake La Martre, Bond, 1973)

LEGEND (See original.)

1. weight (g)
2. length (mm)
3. Great Slave Lake
4. Great Bear Lake
5. Mini-Minto and Bonhomme lakes
6. Lake La Martre

and contain numerous membranes, as well as eggs in the process of resorption. The proportion of infecund individuals in the mainly adult age classes is different for the two lakes. For the males, this difference is significant ($p = 0.95$). The reason for this difference is a bias in the sample from Mini-Minto lake, due to a difference in the behaviour of the spawners and the non-spawners at the time of sampling. The ratio between these two groups varied considerably from one sampling site to another, depending on proximity to the spawning grounds and the intensity of spawning movements. Thus the lack of a random sample for this period results in a statistical bias. Consequently, the data on the proportion of spawners and the sex ratio in the population of Mini-Minto lake are unusable.

For Bonhomme lake, where there is no reason to suspect such a bias, the ratio of fecund females to infecund females in age class 15-30 is approximately 1:2 (35.3%:64.7%). The corresponding ratio for the males is about 2:1 (62.6%:37.4%). Thus 1/3 of the females and 2/3 of the males spawn each year. The sex ratios by age and size class for the Bonhomme lake population are not significantly different ($p = 0.95$) from the theoretical 1:1 ratio.

According to our data, the spawning period begins in early September, at which time males were observed gathering near the spawning grounds. The first individuals who had spawned were observed on 4 September, and spawning was still in progress on 13 September. These observations confirm the findings of Miller and Kennedy (1948) concerning the reproduction of lake trout in northern habitats. At the time of spawning, egg diameter averaged 5.25 mm and ranged from 4.7 to 5.7 mm. The relationship between number of eggs (Y) and length (L) of fecund females is best described by the following exponential equation:

$$Y = 124.506e^{0.00509L} \quad (r = 0.928, N = 75).$$

The standard deviation of the slope of the logarithmic transformation of this equation is $s_x = 0.6104$. The mean number of eggs is 1 600 in females measuring 500 mm and 12 200 in those measuring 900 mm (respectively, 121 and 148 eggs per 100 g of body weight).

Diet

The proportion of trout stomachs found empty was 45% at both lakes, but was higher in individuals measuring 500 mm or more, especially at Bonhomme lake (tables VII and VIII). At Bonhomme lake, fish were found in a high percentage of the stomachs examined: 56.3% among individuals measuring less than 300 mm, 90% among individuals over 600 mm. At Mini-Minto lake, the percentages are lower, because of the presence of branchiopods. With branchiopods excluded from the figures, however, the percentages of stomachs containing fish are similar for each size class in the two populations [?].

The threespine stickleback and the ninespine stickleback are the main fish in the diet of the lake trout, but among large individuals at Mini-Minto lake, the cisco is also of some importance. Among individuals measuring 500 to 600 mm, it is the most common prey. Large individuals also commonly feed on other lake trout, which

confirms that cannibalism is practiced to some extent. Arctic char and brook trout are occasional prey, and burbot were found frequently in the medium-sized and large-sized lake trout.

Next to fish, the most common food organisms are insect larvae and branchiopods (order Notostraca). The insect larvae (primarily simuliids and chironomids) are eaten mainly by the small and medium-sized individuals in both lakes, the branchiopods mainly by the larger individuals in Mini-Minto lake.

Discussion

The great similarity between the species captured at Mini-Minto and Bonhomme lakes and those taken by Power and Grégoire (1978) at Lake Minto itself suggests that they are representative of the lake communities of this region. They are

Table V Number of immature, infecund, and mature males and females, by age class, in populations of Mini-Minto lake (M) and Bonhomme lake (B)

LEGEND (See original.)

1. males
2. females
3. age class
4. immature and infecund (No)
5. mature (No)
6. mature (%)
7. sex ratio
8. * = number of infecund individuals

Table VI Number of immature, infecund, and mature males and females, by length class, in populations of Mini-Minto lake (M) and Bonhomme lake (B)

LEGEND (See original.)

1. males
2. females
3. length class
4. immature and infecund (No)
5. mature (No)
6. mature (%)
7. sex ratio

characterized by low diversity and by predominance of salmonids, in particular the lake trout. These findings should not be considered conclusive, however, given that fishing effort varied from one habitat to another and that the selectivity of the gear used results in underestimates for the smaller species.

That there is bias in the sample is confirmed by the low representation of the cisco in the catch from Mini-Minto lake, where many of the lake trout stomachs contained this species. The pelagic* habits of the cisco might be the explanation. Brook trout are less abundant at Mini-Minto lake than at Bonhomme lake, possibly because of a lack of spawning sites for this species. We found only one tributary suitable for spawning of brook trout, and it is not readily accessible to the spawners. The lake shore does not offer any suitable spawning sites for brook trout either. Thus the limited opportunities for spawning would tend to make the brook trout population smaller at Mini-Minto lake than at Bonhomme lake, where spawning sites are abundant. The large numbers of lake chub at Mini-Minto lake are harder to explain, but might be related to the small numbers of brook trout. One hypothesis would be that because the brook trout are occupying only part of their ecological niche, a lake chub population has managed to become established. We do not have any results to confirm this hypothesis, however.

The length distributions for both lakes are typically bimodal, for all three types of gear used. The differences in the modes, the means, and the ranges are due to the timing of the captures. At Mini-Minto lake, unlike at Bonhomme lake, the captures were made when the spawners were in active movement. Thus some groups were

Table VII Number of lake trout stomachs containing various food species, for five size classes of lake trout captured at Mini-Minto lake between 13 August and 4 September 1975

LEGEND (See original.)

- | | |
|---------------------|--|
| 1. length (mm) | 9. planktonic crustaceans |
| 2. stomachs | 10. insects |
| 3. number examined | 11. mollusks |
| 4. number empty | 12. mammals |
| 5. per cent empty | 13. fish |
| 6. stomach contents | 14. unidentified |
| 7. amphipods | 15. percentage of stomachs containing fish |
| 8. branchiopods | |

* According to the author, "pelagic" here means "inhabiting the middle of the water column."-tr.

especially vulnerable to capture, which explains the differences in the above statistics and in the catch per unit effort, as well as the afore-mentioned bias in the estimates of the sex ratio and the number of infecund individuals. The distributions at these lakes are similar to those found by Johnson (1976) for several populations in the Northwest Territories and by Power (1978) for several lakes in New Quebec. According to Power, this particular bimodal structure is associated with the specific dynamics of northern populations.

Growth in the two populations studied is slower than in populations at the same or lower latitudes (figure 2), and is among the slowest on record. Furthermore, though the maximum age in these populations is greater than in more southerly populations (Lac l'Assomption-Tremblant [Simard and Magnin, 1972] and Lake Mistassini [Dubois and Lagueux, 1968]), the average size of the oldest individuals is much smaller.

The lake trout of the Lake Minto region display large variations in growth and great longevity. According to Ricker (1958), slow, steady growth up to advanced ages is characteristic of freshwater and saltwater fish in arctic and sub-arctic regions. The reasons for this slow growth would be the shortness of the period during which water temperatures are elevated and the scarcity of nutrients in these habitats. Large variations in growth are apparently characteristic of the lake trout (Rawson, 1961; Kennedy, 1954; Hanson and Cordone, 1967), and may reflect intense intraspecific competition. The great longevity of these populations would be attributable to their low natural mortality rate and the absence of exploitation (Benoit, 1979). The decrease in annual growth after sexual maturation is especially marked in the populations of these two lakes.

The lake trout of Mini-Minto and Bonhomme lakes reach maturity between 9 and 15 years, compared with a range of 7 to 15 years at Lake Mistassini (Dubois and Lagueux, 1968) and 12 to 20 years at Great Bear Lake (Falk et al, 1973). According to

Table VIII Number of lake trout stomachs containing various food species, for five size classes of lake trout captured at Bonhomme lake

LEGEND (See original.)

- | | |
|---------------------|--|
| 1. length (mm) | 9. planktonic crustaceans |
| 2. stomachs | 10. insects |
| 3. number examined | 11. mollusks |
| 4. number empty | 12. mammals |
| 5. per cent empty | 13. fish |
| 6. stomach contents | 14. unidentified |
| 7. amphipods | 15. percentage of stomachs containing fish |
| 8. branchiopods | |

Alm (1959), such differences in age at maturity are directly attributable to the growth rate of the immature individuals, but the growth curves here do not explain these differences, and other factors are likely involved.

The proportion of infecund individuals among the adult females of Bonhomme lake (65%) is similar to that found in some other high-latitude populations (Miller and Kennedy, 1948; Johnson, 1972). Lower percentages have been reported, however, for Great Slave Lake (50%; Kennedy, 1956), Kaminuriak Lake (33%; Bond, 1975), and Lake Mistassini (37%; Dubois and Lagueux, 1968). These variations might be attributable to differences in local productivity. The energy required for gonadal development would be limiting according to the degree of production of the lakes.*

Fecundity in female lake trout of the Lake Minto region differs from that in other northern populations. At a length of 500 mm, the Lake Minto trout average 1 600 eggs, those of Great Slave Lake 2 615 (Kennedy, 1954), and those of the James Bay region 1 000 (Magnin et al, 1978). Several authors have observed that large variations in the number of eggs according to length or weight are common in this species (Eschmeyer, 1954, 1964; Hanson and Wickwire, 1967; Magnin et al, 1978).

The late age of maturation, non-annual reproductive cycles, and low female fecundity in these populations limit their recruitment and so play a decisive role in their dynamics. But as Power and Grégoire (1978) have shown, exploitation can radically alter these factors, so it is difficult to compare the various northern populations of lake trout.

Our examination of the stomach contents of the lake trout shows that the diet of all size classes is highly varied. This opportunistic feeding behaviour is presumably related to the limited productivity of arctic habitats. The proportion of empty stomachs is higher than in southern populations (45%, compared with the 31.6% that Martin found at Lake Opeongo in 1970), which lends support to this hypothesis. The same phenomenon has been observed in other northern populations (Miller and Kennedy, 1948).

A high rate of cannibalism is generally associated with intense intraspecific predation.** As Power (1978) has noted, cannibalism seems to be common in northern populations, enabling more individuals to exploit the nutrient resources of several trophic levels. This would be one reason for the predominance of this species in arctic ecosystems.

* According to the author, this sentence was altered in editing and has no meaning as it is now worded.-tr.

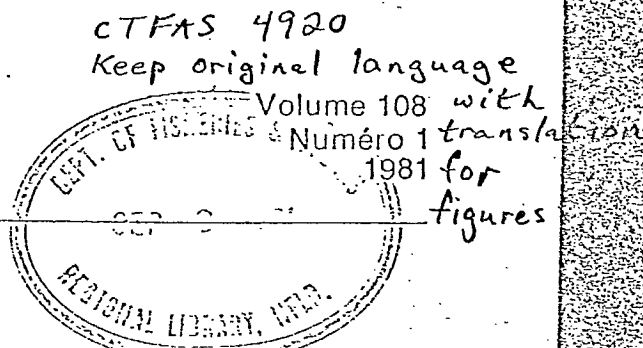
** According to the author, this phrase was supposed to read "intense intraspecific competition."-tr.

Acknowledgements

The authors wish to thank all the technical staff who participated in this study, as well as Yvon Blackburn, who prepared the figures, and Denise Lévesque, who typed the manuscript. We also wish to thank Jean Laperrière and Louis Houde for their help in editing it.

This study was made possible by grants from the National Research Council of Canada, the Quebec department of education, and the Centre d'études nordiques at Université Laval.

References (See original.)



BIOLOGIE DE DEUX POPULATIONS ARCTIQUES DE TOULADI,
SALVELINUS NAMAYCUSH (WALBAUM), DE LA RÉGION DU LAC MINTO,
NOUVEAU-QUÉBEC

J. BENOÎT¹ et G. POWER²

Centre d'études nordiques, Université Laval,
Sainte-Foy, Québec G1K 7P4

Résumé

Les communautés de poissons de deux lacs inexploités du Grand Nord québécois sont caractérisées par la dominance du Touladi, *Salvelinus namaycush*, qui représente 60,5% des prises totales et 83,0% de la biomasse échantillonnée. La répartition par taille a été établie à partir des résultats de captures aux filets-trappes et aux filets maillants. L'âge, déterminé par la lecture de 1 116 paires d'otolithes, variait de 0 à 42 ans. La croissance en longueur de ces poissons est très lente; ce serait l'une des plus faibles observées jusqu'à maintenant pour cette espèce. L'âge de la maturité sexuelle est tardif; seulement 35,3% des femelles se reproduisent annuellement. La fécondité moyenne des femelles est de 116 œufs par 100 g de poids corporel. L'alimentation est principalement de type piscivore et les proies principales diffèrent selon le lac.

Abstract

The fish communities of two non-exploited lakes in northern Québec are dominated by the lake trout, *Salvelinus namaycush*. This species accounts for 60,5% of the total catch and 83,0% of the sampled biomass. Catch by gill and trap nets was retained for length distribution. Individual ages, based on 1 116 pairs of otoliths, ranged from 0 to 42. Growth in length seems to be the slowest known for this species. Sexual maturation occurs lately, and annual reproduction implies only 35,3% of the adult females. Females carry a mean number of 116 eggs per 100 g of body weight. Feeding is chiefly of piscivorous type, but main preys differ from lake to lake.

Introduction

Il y a peu de travaux sur la faune aquatique continentale de l'Arctique québécois. Flaherty (1918) a noté la présence du Touladi, *Salvelinus namaycush*, de l'Ombre chevalier, *Salvelinus alpinus*, et du Grand corégone, *Coregonus clupeaformis*, dans le lac Minto. Jessop *et al.* (1971) ont donné une liste des poissons de l'émissaire du lac Minto. Power (1978) et Magnin *et al.* (1978) ont présenté des résultats sur la biologie de populations de Touladis vivant à des latitudes similaires.

Nos recherches apportent des données nouvelles sur les communautés de poissons nordiques et constituent une première étude d'ensemble de la biologie du Touladi dans l'Arctique québécois.

Habitat

La région du lac Minto est située au centre du plateau ungavien à environ 260 km au nord-est de Poste-de-la-Baleine (fig. 1). Elle appartient au bassin hydrographique de la rivière aux Feuilles (42 640 km²), qui se déverse dans la partie sud-ouest de la baie d'Ungava. Située dans la zone de transition entre la taïga et la toundra, elle est d'accès difficile et pratiquement isolée des centres d'activité humaine.

¹ Adresse actuelle: Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune, C.P. 156, Shawinigan, Québec G9N 1V9

² Adresse actuelle: Department of Biology, University of Waterloo, Waterloo, Ontario N2L 3G1

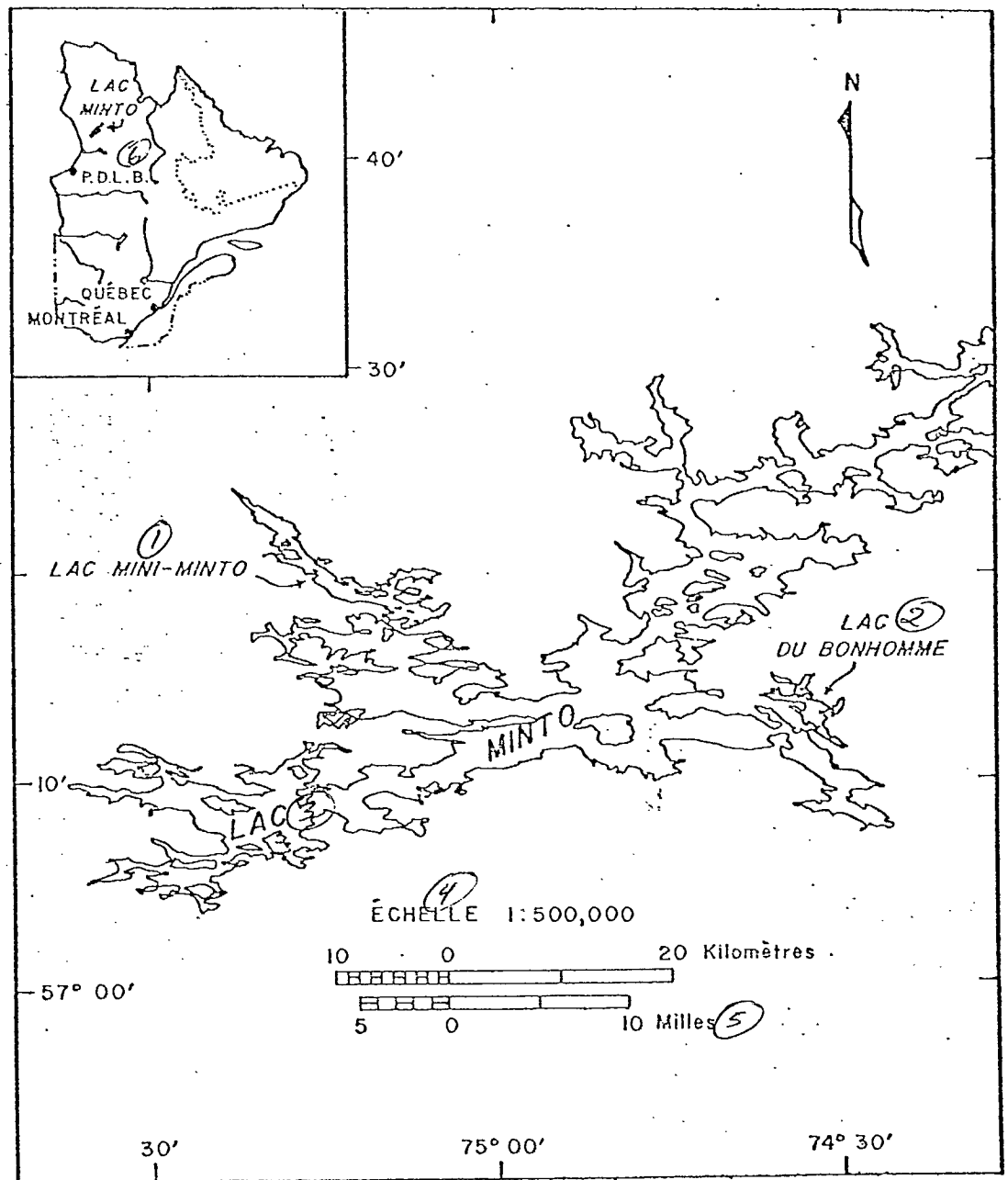


Figure 1. Lac Mini-Minto et lac du Bonhomme, Nouveau-Québec (P.D.L.B.: Poste-de-la-Baleine).

Les deux lacs étudiés, le lac Mini-Minto (57°19' N., 75°14' O.) et le lac du Bonhomme (57°13' N., 74°32' O.), sont à environ 183 mètres au-dessus du niveau de la mer. Ils appartiennent à l'ensemble géologique du plateau Laurentien et sont localisés sur un assemblage varié de granite-gneiss feuilleté de l'Archéen supérieur. Le climat est de type

continental arctique, caractéristique de la toundra sèche. La température moyenne de l'air est de 10°C en juillet et de -24°C en janvier. Les précipitations totales annuelles sont d'environ 580 mm, incluant des chutes de neige de 2 080 mm. La glace recouvre ces lacs durant une période de sept à huit mois, soit du début octobre à la fin de juin.

Les caractéristiques morphométriques du lac Mini-Minto sont les suivantes: longueur de 23,48 km, largeur moyenne de 1,38 km, circonférence de 90,61 km, surface sans les îles de 32,39 km², insularité de 7,40%, développement de la circonférence de 4,50. Sa bathymétrie est inconnue. Le lac du Bonhomme a une longueur de 10,42 km, une largeur moyenne de 0,96 km, une profondeur maximale de 48,8 m, une profondeur moyenne de 11,5 m, une circonférence de 52,14 km, une surface sans les îles de 9,96 km², une insularité de 1,61%, un volume de 114,12 × 10⁶m³, un développement de la circonférence de 4,66 et un développement du volume de 0,707.

Les paramètres physico-chimiques sont typiques de lacs monomictiques froids et très oligotrophes. Ils présentent une distribution thermique relativement uniforme en été, une forte transparence au disque de Secchi (11,6 m) et une faible conductance (12 µS/cm).

Matériel et méthode

L'échantillonnage a été effectué au lac Mini-Minto entre le 25 juillet et le 13 septembre 1975, et au lac du Bonhomme entre le 1^{er} et le 15 août 1976. Des filets maillants de nylon multifilament de 30,5 m de longueur, de 1,8 m de hauteur, et de 38, 51, 76, 89, 102, 114 et 140 mm de mailles étirées furent utilisés. Les filets furent mouillés à 62 stations en 1975 et à 35 stations en 1976. Ces stations étaient surtout choisies près des rives, là où la pêche est plus efficace, et à des profondeurs de un à quinze mètres. Des filets-trappes et des verveux de 30,5 m de guide et de 13, 19, 25, 38 et 50 mm de mailles étirées, furent utilisés occasionnellement. La roténone a été employée dans les ruisseaux adjacents au lac, pour la capture de petits individus.

La longueur à la fourche a été mesurée sur du matériel frais, tandis que celui des jeunes a été mesuré en laboratoire, après conservation dans du formol à 10%. Le degré de maturité, établi selon l'échelle de Naier (Laevastu, 1957), et le sexe ont été déterminés après examen macroscopique des gonades. Le nombre d'œufs a été déterminé par comptage direct. Le diamètre des œufs, conservés dans du formol à 10%, a été mesuré selon la méthode décrite par Vladykov (1956). Les organismes des contenus stomacaux ont été identifiés aux grands

groupes à partir du matériel frais, mais aucune mesure quantitative des aliments n'a été effectuée.

Chez le Touladi, la lecture de l'âge d'après les écailles s'avérant inexacte après l'atteinte de la maturité sexuelle, les otolithes ont alors été utilisés (Dubois & Lagoux, 1968; Simard & Magnin, 1972).

Résultats

DESCRIPTION DES COMMUNAUTÉS

Le tableau I montre l'importance des Salmonidés et la prédominance du Touladi dans ces lacs. La dominance du Touladi est caractéristique des lacs de cette région et de plusieurs lacs des Territoires du Nord-Ouest (Johnson, 1976). En nombre, le Touladi est suivi de l'Ombie chevalier (*Salvelinus alpinus*), de l'Ombie de fontaine (*Salvelinus fontinalis*) et du Ménomini rond (*Prosopium cylindraceum*). Ces quatre espèces représentent 93% des captures et 99,6% de la biomasse prélevée. Les autres ne représentent que 7% des captures. L'absence du Grand corégone (*Coregonus clupeaformis*) dans les lacs étudiés, pourtant présent dans le lac Minto (Flaherty, 1918; Power, 1978), est une autre caractéristique de ces communautés lacustres.

Des différences importantes apparaissent entre les deux lacs: d'une part, l'absence du Cisco de lac (*Coregonus artedii*) et l'abondance de l'Ombie de fontaine, dans le lac du Bonhomme; d'autre part, la présence en grand nombre du Méné du lac (*Covesius plumbeus*), dans le lac Mini-Minto.

Dans les tributaires du lac du Bonhomme, l'Épinoche à trois épines (*Gasterosteus aculeatus*) et l'Ombie de fontaine dominent avec respectivement 34,1% (N = 167) et 30,6% (N = 150) des captures faites par application de roténone. Viennent ensuite, par ordre décroissant, le Chabot visqueux (*Cottus cognatus*: 11,8%; N = 58), le Méné de lac (8,4%; N = 41), l'Épinoche à neuf épines (*Pungitius pungitius*: 7,3%, N = 36), la Lotte (*Lota lota*: 3,5%; N = 17), le Touladi (2,0%; N = 10), l'Ombie chevalier (1,4%; N = 7) et le Meunier rouge (*Catostomus catostomus*: 0,8%; N = 4).

DESCRIPTION DES CAPTURES DU TOULADI

Les captures de Touladis au filet maillant présentent un seul mode de longueur pour les mailles supérieures à 63,5 mm (tableau II).

TABLEAU I

Importance relative (%) des espèces et de leur biomasse dans les captures faites
au moyen d'engins dans le lac Mini-Minto et dans le lac du Bonhomme

	<i>Salvelinus namaycush</i>	<i>Salvelinus alpinus</i>	<i>Salvelinus fontinalis</i>	<i>Coregonus artedii</i>	<i>Prosopium cylindraceum</i>	<i>Catostomus catostomus</i>	<i>Lota lota</i>	<i>Couesius plumbeus</i>	<i>Gasterosteus aculeatus</i>	No. ind.	Biomasse ^⑤ (kg)
① Lac Mini-Minto											
③ Filet-trappe	49,7	2,8	10,0	0,6	6,0	0,0	1,6	26,3	3,0	499	—
④ Filet maillant	69,3	14,4	5,5	0,0	7,9	0,5	1,0	1,3	0,0	1 281	—
⑤ Biomasse	84,6	11,5	1,2	0,0	2,2	0,2	0,3	0,1	0,0	—	1 180,6
② Lac du Bonhomme											
③ Filet-trappe	63,6	4,3	22,0	—	7,6	0,6	1,4	0,2	0,4	514	—
④ Filet maillant	50,0	20,5	24,0	—	4,9	0,3	0,3	0,0	0,0	708	—
⑤ Biomasse	83,0	11,1	4,4	—	1,3	0,2	0,0	0,0	0,0	—	697,3
⑥ Effectif total	60,5	12,2	13,5	0,1	6,8	0,4	1,0	5,0	0,6	3 002	—
⑦ Biomasse totale	84,0	11,4	2,4	0,0	1,8	0,2	0,2	0,1	0,0	—	1 877,9

Pour les petites mailles, on observe un second mode dans les faibles tailles dont la position est plus ou moins fixe. De plus, ces modes sont légèrement différents entre les deux lacs (valeur légèrement inférieure dans le lac du Bonhomme).

L'étendue en classes de longueur des distributions varie selon la dimension des mailles de filet (tableau II). Ces variations sont le reflet de la sélectivité des types de filet qui limite l'apparition de certaines classes de longueur dans leurs captures. Ces étendues ne présentent cependant pas une tendance évidente à la diminution du nombre des classes de longueur avec l'augmentation de la dimension des mailles. On note néanmoins que les classes de petite taille disparaissent progressivement des captures avec l'augmentation de la dimension des mailles. Le nombre de classes de longueur par distribution varie donc suivant les mailles de filets, mais ne semble pas obéir à une loi précise.

Le rendement, évalué à partir du nombre de poissons capturés par unité d'effort (tableau II), ne suit pas un modèle régulier de variations. Ainsi, au lac Mini-Minto, les filets les plus efficaces sont ceux à mailles de 101,5, 50,8 et 76,2 mm, tandis qu'au lac du Bonhomme, ce sont ceux à mailles de 88,9, 76,2 et 50,8 mm. Pour les deux lacs, les mailles les moins efficaces sont les plus grandes (139,7 mm) et les plus petites (38,1 mm). La taille moyenne des poissons semble, par contre, liée à l'augmentation de la dimension des mailles.

Les poissons capturés aux filets-trappes présentent une distribution bimodale avec des modes relativement constants (tableau III). La position des modes diffère cependant d'un lac à l'autre. L'étendue des distributions varie irrégulièrement selon la dimension des mailles; cependant, la taille moyenne augmente de façon assez régulière avec l'accroissement des mailles. Le nombre de classes de longueur qui est associé aux gros individus est inférieur dans les trappes à petites mailles, indiquant une sélection de certaines tailles par ces engins. L'efficacité de pêche varie avec la dimension des mailles, mais de façon irrégulière.

La comparaison entre les paramètres des captures totales par lac pour les deux types d'engins montre une similarité entre leurs modes. L'étendue des classes de longueur est cependant différente selon les engins. Cela s'explique par la variété plus restreinte

des mailles des trappes utilisées, par des efforts de pêche distincts selon les engins et les mailles, et par la différence de sélectivité inhérente à chaque type d'engins de pêche. Dans l'ensemble, les deux types d'engins présentent cependant une similitude dans la composition de leurs captures.

ÂGE ET CROISSANCE

L'âge de 1 116 Touladis a été déterminé par la lecture des otolithes. Environ 1% des otolithes étaient illisibles et ont été rejetés; environ 10% étaient de lecture difficile. Ces derniers ont toutefois été retenus car ils proviennent de vieux individus qui étaient nécessaires afin d'établir la structure d'âge de ces populations.

Les âges déterminés vont de quelques mois à 42 ans. Les courbes de croissance des Touladis du lac Mini-Minto et du lac du Bonhomme sont présentées à la figure 2. L'accroissement de taille y est régulier durant les 12 ou 13 premières années, diminue ensuite jusqu'aux environs de 17 ans, et varie peu pour les classes d'âge supérieur.

La croissance en longueur des mâles et des femelles de nos populations est décrite mathématiquement par le modèle:

$$Y = a \cdot X^b \cdot c^x$$

où Y est la taille en millimètres et X, l'âge. Les équations pour les populations des deux lacs sont présentées au tableau IV.

Les relations longueur-poids des deux populations peuvent être décrites par une équation mathématique où P est le poids en grammes, L la longueur en millimètres et a et n, des constantes. Pour le lac Mini-Minto, cette relation écrite sous forme logarithmique est:

$$\log P = -5,3352 + 3,1314 \log L \\ (r = 0,996, n = 400)$$

et est:

$$\log P = -5,3632 + 3,1420 \log L \\ (r = 0,996, n = 400)$$

au lac du Bonhomme. D'un point de vue statistique, ces deux relations sont identiques ($p = 0,95$) et sont semblables à celles de d'autres populations nordiques (fig. 3).

MATURITÉ SEXUELLE ET FÉCONDITÉ

Certains mâles du lac Mini-Minto (tableau V) ont atteint la maturité sexuelle à l'âge de neuf ans et ont alors une taille moyenne de

TABLEAU II

Paramètres des fréquences de longueur des Touladis capturés
au filet maillant dans le lac Mini-Minto et le lac du Bonhomme

③ Mailles (mm)	① Lac Mini-Minto					⑥ Rendement**	③ Mailles (mm)	② Lac du Bonhomme					⑥ Rendement***
	No. ind.	④ Longueur moyenne (mm)	Modes 1 2 (mm) (mm)		⑤ Étendue des captures (mm)			No. ind.	④ Longueur moyenne (mm)	Modes 1 2 (mm) (mm)		⑤ Étendue des captures (mm)	
38,1	106	354,9	225	575	151- 700 (11)*	1,89	38,1	51	395,3	225	425	151-650 (10)*	0,93
50,8	237	474,4	275	575	101-1000 (18)*	3,42	50,8	80	450,3	275	475	201-800 (12)*	1,78
63,5	151	522,3	325	525	251- 800 (11)*	3,24	63,5	42	484,8	—	425	251-900 (13)*	1,11
76,2	102	537,4	—	575	351- 950 (15)*	3,29	76,2	94	461,4	—	475	251-800 (11)*	2,00
88,9	99	532,1	—	525	301- 950 (13)*	2,02	88,9	64	546,5	—	475	401-800 (8)*	2,13
101,6	103	550,8	—	525	301- 950 (13)*	4,12	101,6	38	524,4	—	525	201-800 (12)*	1,27
114,3	42	572,4	—	575	451-1050 (12)*	1,90	114,3	17	609,4	—	—	401-800 (8)*	1,13
139,7	23	583,5	—	575	451- 850 (8)*	0,88	139,7	6	623,7	—	—	351-800 (9)*	0,40
⑦ Toutes	863	495,0	275	525	101-1050 (19)*	2,37	⑦ Toutes	392	483,0	275	475	151-900 (15)*	1,43

⑧ *: Nombre de classes de longueur dans les captures par maille.

⑨ **: Nombre de prises par unité d'effort.

TABLEAU III

Paramètres des fréquences de longueur des Touladis
capturés au filet-trappe dans le lac Mini-Minto et le lac du Bonhomme.

③ Mailles (mm)	① Lac Mini-Minto						③ Mailles (mm)	② Lac du Bonhomme					
	No. ind.	Longueur moyenne (mm)	Modes 1 (mm) 2 (mm)		Étendue des captures (mm)	Rendement**		No. ind.	Longueur moyenne (mm)	Modes 1 (mm) 2 (mm)		Étendue des captures (mm)	Rendement**
19,1	83	209,6	125	575	51-600 (11)*	1,23	19,1	26	249,0	225	—	101-600 (9)*	0,62
25,4	91	332,5	175	575	101-700 (12)*	1,02	25,4	106	379,0	225	425	101-800 (14)*	1,00
38,1	92	431,2	225	625	151-850 (14)*	1,10	38,1	135	355,3	225	425	151-800 (13)*	1,67
50,8	—	—	—	—	—	—	50,8	57	409,6	275	475	201-850 (13)*	1,84
⑦ Toutes	266	328,3	125	575	51-850 (16)*	1,11	⑦ Toutes	324	364,1	225	425	101-850 (15)*	1,21

⑧ *: Nombre de classes de longueur dans les captures par maille.

⑨ **: Nombre de prises par unité d'effort.

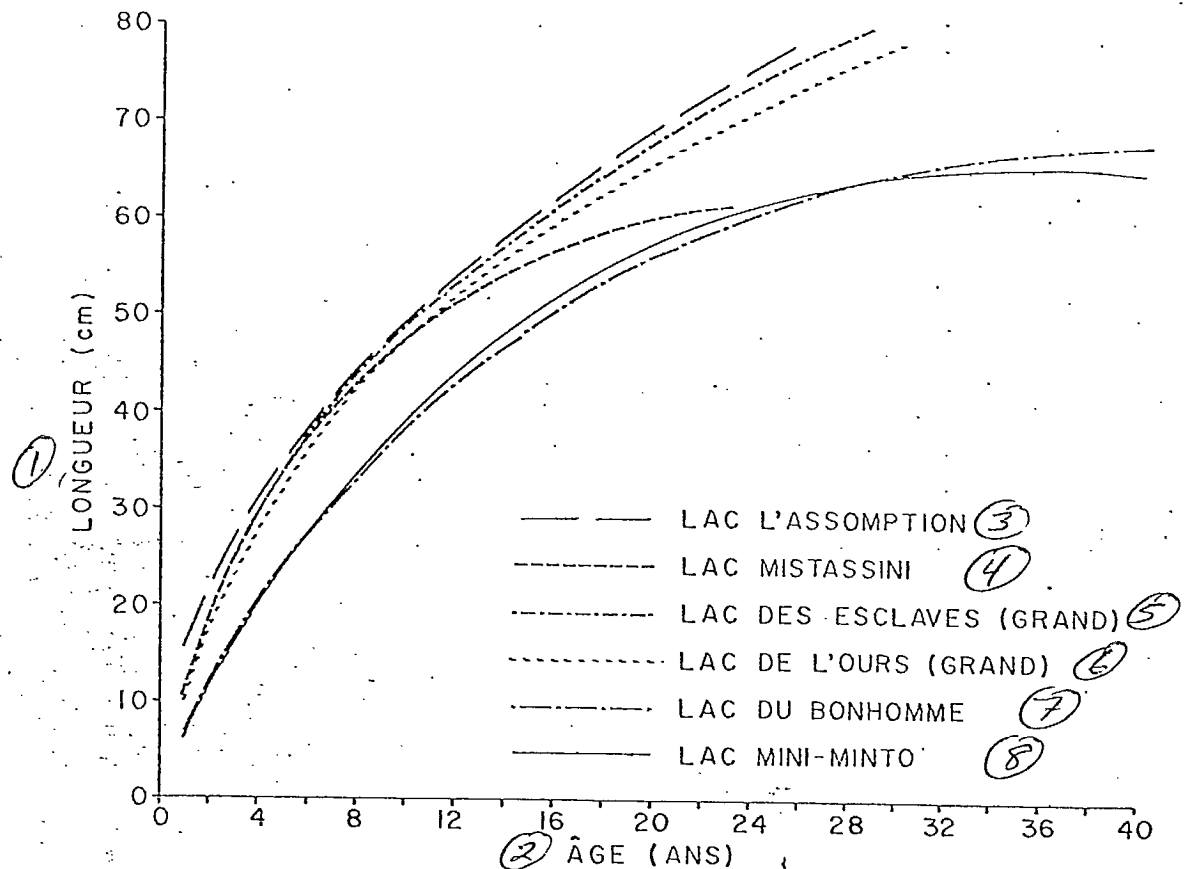


Figure 2. Courbes de croissance selon l'âge otolithique de différentes populations de Touladis (lac l'Assomption: Simard *et al.*, 1972; lac Mistassini: Dubois & Lagueur, 1968; Grand lac des Esclaves: Falk *et al.*, 1973; Grand lac de l'Ours: Falk *et al.*, 1973).

471 mm. Au lac du Bonhomme, ils atteignent la maturité sexuelle vers l'âge de dix ans et ont une taille moyenne de 495 mm. Il est difficile de préciser à quel âge tous les individus sont adultes, car les individus adultes ne semblent pas développer leurs gonades tous les ans, contrairement aux populations plus méridionales. La similitude entre les pourcentages d'individus matures que l'on retrouve dans les classes d'âge supérieures

à 13 ans, semble indiquer que ces classes se composent entièrement d'adultes. Pour les femelles, cette hypothèse est confirmée par l'absence d'immatures vers l'âge de 15 ans. Chez les mâles, une telle confirmation n'a pas été possible, car l'aspect macroscopique des testicules d'adultes non actifs est semblable à celui des testicules immatures.

TABLEAU IV

Équations de la croissance en longueur des mâles, des femelles et des deux sexes combinés des Touladis du lac Mini-Minto et du lac du Bonhomme (Y est la taille en millimètres et X, l'âge)

	① Lac Mini-Minto	② Lac du Bonhomme
③ Mâles	$Y = 60,47 \cdot X^{0,965} \cdot 0,968X$	$Y = 74,57 \cdot X^{0,774} \cdot 0,986X$
④ Femelles	$Y = 64,91 \cdot X^{0,853} \cdot 0,982X$	$Y = 66,94 \cdot X^{0,869} \cdot 0,977X$
⑤ Mâles et femelles	$Y = 62,69 \cdot X^{0,909} \cdot 0,975X$	$Y = 71,27 \cdot X^{0,814} \cdot 0,982X$

L'âge à la maturité est principalement gouverné par l'atteinte d'une certaine taille (Nickolsky, 1969). Les résultats du tableau VI indiquent qu'une majorité de mâles sont matures entre 400 et 500 mm, tandis que les femelles de leur taille varient entre 450 et 550 mm. La majorité des géniteurs des deux populations se situe entre 500 et 600 mm et les quelques individus de grande taille (700 mm et plus) participent à la reproduction.

Les adultes des deux lacs comportent une proportion d'individus inféconds, selon la terminologie de Fry (1949). Cet état d'infécondité a été rencontré dans plusieurs populations nordiques et est considéré comme temporaire chez des poissons qui se sont déjà reproduits. Les poissons inféconds se remarquent facilement par l'aspect des ovaires qui présentent un plus grand volume que chez les immatures, une couleur rouge-

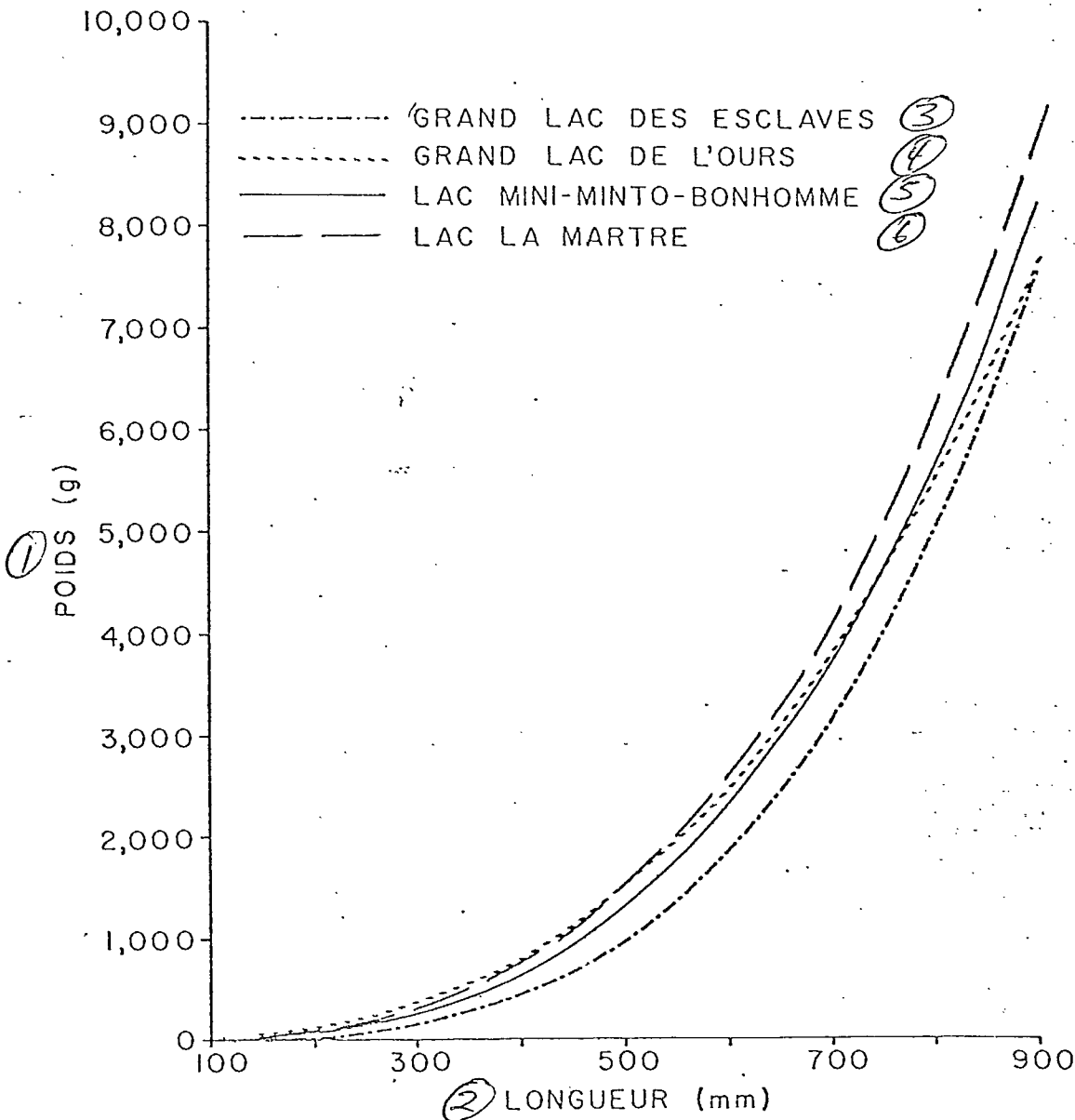


Figure 3. Relation entre la longueur et le poids de différentes populations nordiques de Touladis (Grand lac des Esclaves: Falk *et al.*, 1973; Grand lac de l'Ours: Falk *et al.*, 1973; lac La Martre: Bond, 1973).

violacée, un nombre important de membranes à l'intérieur de l'ovaire et la présence d'œufs en résorption. La proportion d'inféconds à l'intérieur des classes d'âge principalement composés d'adultes diffère selon les sites d'études. La différence entre les lacs est significative ($p = 0,95$) dans le cas des mâles. Ce phénomène serait attribuable à un biais d'échantillonnage dans le lac Mini-Minto et résulterait d'une différence de comportement entre les géniteurs et les inféconds lors des prélèvements. En effet, on observait selon les stations d'échantillonnage des proportions d'individus matures et immatures extrêmement variables. Celles-ci différaient selon la proximité des sites de frai et selon l'intensité de l'activité reproductrice des individus matures. L'absence dans l'échantillonnage de cette période d'une répartition alléatoire des poissons a créé ce biais statistique. Pour cette raison, les données sur le taux d'individus matures et sur le rapport des sexes de la population du lac Mini-Minto sont inutilisables.

Au lac du Bonhomme, où l'on n'a pas de raison de soupçonner un tel biais, le rapport femelles fécondes : femelles infécondes de la classe d'âge 15-30 est approximativement 1:2 (35,3% : 64,7%), tandis que celui des mâles est d'environ 2:1 (62,6% : 37,4%). Ainsi, $\frac{1}{3}$ des femelles et $\frac{2}{3}$ des mâles se reproduisent chaque année. Les rapports des sexes par classe d'âge et par classe de taille dans la population du lac du Bonhomme sont identiques ($p = 0,95$) au rapport théorique 1:1.

Selon nos données, la période de reproduction débute vers les premiers jours de septembre. On observait alors des rassemblements de mâles près des sites de reproduction. Les premiers géniteurs ayant émis leur gamètes ont été observés le 4 septembre, et le frai n'était pas terminé le 13 septembre. Ces observations confirment celles de Miller & Kennedy (1948) sur la reproduction du Touladi en milieu nordique. Au moment du frai, le diamètre moyen des œufs est de 5,25 mm (étendue : 4,7-5,7 mm). L'équation qui décrit le mieux la relation entre le nombre d'œufs (Y) et la taille des femelles fécondes (L) est de type exponentiel :

$$Y = 124,506.e^{0,00509L} \quad (r = 0,928; N = 75)$$

L'écart-type de la pente associé à la fonction logarithmique de l'équation précédente est $s_x = 0,6104$. La fécondité moyenne des femelles de 500 mm est de 1 600 œufs,

tandis que celle des femelles de 900 mm est de 12 200 œufs, soit 121 et 148 œufs par 100 g de poids corporel.

ALIMENTATION

La proportion des estomacs vides est de 45% pour les deux lacs, mais ce pourcentage augmente chez les individus de 500 mm et plus, particulièrement dans le lac du Bonhomme (tableaux VII et VIII).

On remarque à partir des pourcentages associés aux diverses proies du lac du Bonhomme que les poissons se retrouvent fréquemment dans les estomacs de Touladi. Chez les individus de moins de 300 mm, 56,3% des types de proies sont des poissons tandis que ce pourcentage est de 90,0% chez les individus de plus de 600 mm. Au lac Mini-Minto, les proportions sont modifiées par la présence de Branchiopodes. En ne les considérant pas dans le calcul des pourcentages, l'écart entre le pourcentage de poissons dans les estomacs par classe de taille et par lac est semblable.

Les principaux poissons de la diète du Touladi sont l'Épinoche à trois épines, l'Épinoche à neuf épines, mais au lac Mini-Minto, le Cisco de lac possède une certaine importance dans l'alimentation des gros individus. Cette espèce est la proie la plus fréquente des individus de 500 à 600 mm. Le Touladi est aussi une proie fréquente des gros individus, ce qui confirmerait l'existence d'un certain cannibalisme. L'Omble chevalier et l'Omble de fontaine sont des proies occasionnelles. La Lotte se rencontre fréquemment dans les estomacs des Touladis de taille moyenne et de grande taille.

Après les Poissons, les larves d'Insectes et les Branchiopodes notostracés sont les aliments les plus fréquents. Les larves d'Insectes, essentiellement des Simuliés et des Chironomidés, sont surtout consommées par les individus de taille moyenne ou de petite taille présents dans les deux lacs, alors que les Branchiopodes se retrouvent surtout chez les gros individus du lac Mini-Minto.

Discussion

La grande similitude entre les espèces capturées dans le lac Mini-Minto et le lac du Bonhomme et les espèces capturées par Power & Grégoire (1978) dans le grand lac Minto, incite à les considérer comme représentatives des communautés lacustres de

TABLEAU V

Nombre de mâles et de femelles immatures, inféconds et matures par classe d'âge dans les populations du lac Mini-Minto (M) et du lac du Bonhomme (B)

③ Classe d'âge	Mâles ①						② Femelles						⑦ Rapport des sexes	
	Immatures et inféconds (nombre)		Matures ⑤ (nombre)		Matures ⑥ (%)		Immatures et inféconds (nombre)		Matures ⑤ (nombre)		Matures ⑥ (%)		⑦ (♂:♀)	
	M	B	M	B	M	B	M	B	M	B	M	B	M	B
2-8+	56	47	0	0	0	0	60	54	0	0	0	0	56:60	47:54
9+	11	9	2	0	15,4	0	8+1*	5	0	0	0	0	13:9	9:5
10+	9	8	7	2	43,8	20,0	13+5	9	3	0	14,3	0	16:21	10:9
11+	5	9	5	7	50,0	43,8	2+3	13+2*	0	4	0	21,1	10:5	16:19
12+	9	6	18	2	66,7	25,0	2+3	3+1	4	1	44,4	20,0	27:9	8:5
13+	4	9	37	10	90,2	52,6	5+3	5+3	12	4	60,0	33,3	41:20	19:12
14+	1	7	22	10	95,7	58,8	5+3	4+2	9	2	52,9	25,0	23:17	17:8
15+	3	3	18	9	85,7	75,0	0+3	0+5	5	5	62,5	50,0	21:8	12:10
16+	0	12	9	9	100,0	42,9	0+1	1+12	9	4	90,0	23,5	9:10	21:17
17+	1	7	10	4	90,9	36,4	0+3	0+8	2	1	40,0	11,1	11:11	11:9
18+	2	4	12	3	85,7	42,9	0+3	0+5	5	2	62,5	28,6	14:8	7:7
19+	1	1	7	2	87,5	66,7	0+1	0+5	6	2	85,7	28,6	8:7	3:7
20-39+	23	13	76	40	76,8	75,5	0+25	0+30	44	22	63,8	42,3	99:69	53:52
15-39+	30	40	132	67	81,5	62,6	0+36	1+65	71	36	66,4	35,3	162:107	107:102
Total	125	135	223	98	64,1	42,1	95+54	94+73	99	47	39,9	22,0	348:248	233:214

⑧ • Nombre d'individus inféconds.

TABLEAU VI

Nombre de mâles et de femelles immatures, inféconds et matures par classe de longueur dans les populations du lac Mini-Minto (M) et du lac du Bonhomme (B)

③ Classe de longueur (mm)	① Mâles						② Femelles						⑦ Rapport des sexes (♂:♀)	
	④ Immatures et inféconds (nombre)		⑤ Matures (nombre)		⑥ Matures (%)		④ Immatures et inféconds (nombre)		⑤ Matures (nombre)		⑥ Matures (%)			
	M	B	M	B	M	B	M	B	M	B	M	B	M	B
300-349	21	7	0	0	0	0	17	8	0	0	0	0	21:17	7:8
350-399	12	17	2	3	14,3	15,0	13	28	1	0	7,1	0	14:14	20:28
400-449	11	31	11	15	50,0	32,6	11	16	3	3	21,4	15,8	22:14	46:19
450-499	8	21	51	21	86,4	50,0	9	37	16	3	64,0	7,5	59:25	42:40
500-549	10	8	101	17	91,0	68,0	23	18	34	11	59,6	37,9	111:57	25:29
550-599	20	3	70	14	77,8	82,4	15	14	37	10	71,2	41,7	90:52	17:24
600-649	7	5	16	8	69,6	61,5	7	3	13	11	61,1	78,6	23:20	13:14
650-699	1	2	2	10	66,7	83,3	5	2	5	2	50,0	50,0	3:10	12:4
700-749	0	0	2	5	100,0	100,0	3	1	3	4	50,0	80,0	2:6	5:5
750-799	0	2	0	6	—	75,0	0	1	1	2	100,0	66,7	0:1	8:3
800-1049	0	0	2	0	100,0	—	1	1	7	1	87,5	50,0	2:8	0:2
Total	90	96	257	99	74,1	50,8	104	129	120	47	53,6	26,7	347:224	195:176

cette région. Elles sont caractérisées par une faible diversité, une dominance de la famille des Salmonidés et plus spécifiquement du Touladi. Ces constatations doivent cependant être nuancées, compte tenu de l'échantillonnage partiel des différents habitats et de la sélectivité des engins qui sous-estiment les espèces de faible taille.

L'existence d'un biais est confirmée par la faible représentation, dans le lac Mini-Minto, du Cisco de lac, pourtant abondant dans les contenus stomacaux du Touladi. Le caractère pélagique du Cisco pourrait en être la cause. La faible abondance de l'Omble de fontaine au lac Mini-Minto par comparaison avec le lac du Bonhomme est possiblement liée à un manque de sites de frai pour cette espèce. Selon nos observations sur les tributaires, un seul ruisseau présente un potentiel pour la frai et il est difficilement accessible aux géniteurs. Les rives du lac ne comportent par ailleurs aucun site propice pour la frai de cette espèce. La faible possibilité de reproduction de l'Omble limiterait ainsi les effectifs de cette population par rapport au lac du Bonhomme où les sites de frai sont

abondants. L'importance relative du Méné de lac dans le lac Mini-Minto est plus difficilement explicable, mais est peut-être liée au faible effectif d'Ombles de fontaine. L'hypothèse que l'on peut proposer soutiendrait que les Ombles en n'occupant que partiellement leur niche écologique, permettraient l'établissement d'une population de Méné de lac. Aucun de nos résultats ne permet cependant de vérifier cette possibilité.

D'après les paramètres des captures par mailles, et quels que soient les engins de capture utilisés, les deux populations présentent une structure typiquement bimodale. Les différences observées dans la position des modes et des moyennes de même que dans l'étendue des distributions s'expliquent par les périodes d'échantillonnage. Au lac Mini-Minto, les prélèvements furent réalisés à une période où les reproducteurs se déplaçaient activement, ce qui n'était pas le cas au lac du Bonhomme. Certains groupes étaient donc particulièrement vulnérables aux engins de pêche, ce qui explique les différences observées dans les paramètres de distribution et dans les pri-

TABLEAU VII

Contenus stomacaux en relation avec la taille au lac Mini-Minto (13 août — 4 septembre 1975).
— Les chiffres indiquent le nombre d'estomacs où un type donné de proie était présent —

	① Longueur (mm)					Total
	L ≤ 299	300-399	400-499	500-599	L ≥ 600	
② Estomacs						
③ — examinés (no.)	68	30	37	96	29	260
④ — vides (no.)	30	10	15	39	21	115
⑤ — vides (%)	44,1	33,3	40,5	40,6	72,4	44,2
⑥ Contenus stomacaux						
⑦ Amphipodes	1	1	—	—	—	2
⑧ Branchiopodes	1	2	8	29	4	44
⑨ Crustacés planctoniques	7	2	3	2	—	14
⑩ Insectes	13	3	—	7	2	25
⑪ Mollusques	—	1	—	1	—	2
⑫ Mammifères	—	—	—	—	—	0
⑬ Poissons	20	15	13	26	4	78
<i>C. artedii</i>	—	—	2	5	—	7
<i>P. cylindraceum</i>	—	—	—	—	1	1
<i>S. alpinus</i>	—	—	—	1	—	1
<i>S. fontinalis</i>	—	—	—	—	—	0
<i>S. namaycush</i>	1	—	1	2	1	5
<i>L. lota</i>	—	—	—	3	—	3
<i>G. aculeatus</i>	1	6	3	4	2	16
<i>P. pungitius</i>	—	1	—	3	—	4
<i>C. cognatus</i>	4	2	1	—	—	7
⑭ Non identifiés	15	6	6	10	—	37
⑮ Proportion des estomacs contenant des poissons (%)	52,6	75,0	59,1	45,6	50,0	53,8

ses par unité d'effort. Ce phénomène explique aussi le biais signalé dans les estimations du rapport des sexes et du nombre d'individus inféconds. Les distributions observées sont semblables à celles établies par Johnson (1976) pour plusieurs populations des Territoires du Nord-Ouest et par Power (1978) pour plusieurs lacs du Nouveau-Québec. Selon Power, cette structure bimodale particulière est associée à la dynamique spécifique des populations nordiques.

La croissance des deux populations étudiées est inférieure à celle des populations de même latitude ou de latitudes plus basses (fig. 2) et est l'une des plus faibles connues. De plus, malgré un âge maximal plus grand que chez les populations de latitudes plus basses (lac l'Assomption-Tremblant: Simard & Magnin, 1972; Mistassini: Dubois & Lagueux, 1968), on constate que les populations étudiées ont une taille moyenne maximale nettement inférieure.

Le Touladi de la région du lac Minto présente de plus de fortes variations de croissance individuelle et une grande longévité. Une croissance lente et régulière jusqu'à un

âge avancé est, selon Ricker (1958), caractéristique de la croissance des poissons marins et d'eau douce qui habitent les eaux des régions arctiques et subarctiques. La courte période de réchauffement des eaux et les faibles ressources nutritives de ces milieux expliqueraient cette faible croissance. Les grandes variations de la croissance individuelle sont apparemment caractéristiques du Touladi (Rawson, 1961; Kennedy, 1954; Hanson & Cordone, 1967) et sont peut-être l'expression d'une compétition intraspécifique intense chez cette espèce. La grande longévité résulterait de l'absence d'exploitation et de la faible mortalité naturelle de ces populations (Benoît, 1979). La diminution de l'accroissement annuel après l'âge de la reproduction est particulièrement forte dans les populations des deux lacs.

Les Touladis du lac Mini-Minto et du lac du Bonhomme sont matures entre neuf et quinze ans, tandis que ceux du lac Mistassini le sont entre sept et quinze ans (Dubois & Lagueux, 1968); ceux du grand lac de l'Ours le sont entre douze et vingt ans (Falk *et al.*, 1973). Selon Alm (1959), les différences d'âge

TABLEAU VIII

Contenus stomacaux en relation avec la taille au lac du Bonhomme
(Les chiffres indiquent le nombre d'estomacs où un type donné de proie était présent)

	① Longueur (mm)					Total
	L ≤ 299	300-399	400-499	500-599	L ≥ 600	
② Estomacs						
③ — examinés (no.)	78	63	145	87	67	440
④ — vides (no.)	30	19	55	61	37	202
⑤ — vides (%)	38,5	30,2	37,9	70,1	55,2	45,9
⑥ Contenus stomacaux						
⑦ Amphipodes	—	—	—	—	—	0
⑧ Branchiopodes	—	—	—	—	—	0
⑨ Crustacés planctoniques	1	2	—	1	—	4
⑩ Insectes	29	17	33	11	3	93
⑪ Mollusques	—	—	—	—	—	0
⑫ Mammifères	—	—	1	—	—	1
⑬ Poissons	27	29	67	17	27	167
<i>C. artedii</i>	—	—	—	—	—	0
<i>P. cylindraceum</i>	—	—	—	—	2	2
<i>S. alpinus</i>	—	—	1	—	3	4
<i>S. fontinalis</i>	—	—	1	—	—	1
<i>S. namaycush</i>	—	2	3	2	11	18
<i>L. lota</i>	—	1	8	1	2	12
<i>G. aculeatus</i>	1	13	20	1	1	36
<i>P. pungitius</i>	5	8	13	—	—	26
<i>C. cognatus</i>	1	—	—	1	—	2
⑭ Non identifiés	20	14	29	13	12	88
⑮ Proportion des estomacs contenant des poissons (%)	56,3	65,9	74,4	69,3	90,0	70,0

à la maturité sont directement attribuables au rythme de la croissance des individus immatures, mais l'aspect des courbes de croissance ne permet pas d'expliquer les différences observées et il est vraisemblable que d'autres variables sont en cause.

La proportion de femelles infécondes (65%) parmi les femelles matures du lac du Bonhomme est semblable à celles de certaines populations de hautes latitudes (Miller & Kennedy, 1948; Johnson, 1972). On a cependant signalé des taux d'inféconds de 50% chez les femelles adultes du Grand lac des Esclaves (Kennedy, 1956), de 33% dans le lac Kaminiriak (Bond, 1975) et de 37% dans le lac Mistassini (Dubois & Lagueux, 1968). On peut supposer que les différences observées entre les populations sont le résultat de différences dans les conditions de productivité locale. L'énergie nécessaire à la croissance des gonades serait limitante selon le degré de production des lacs.

La fécondité individuelle des femelles de la région du lac Minto (1 600 œufs; 500 mm) est distincte par rapport à d'autres populations nordiques. Pour une taille identique (500 mm), les femelles du grand lac des Esclaves ont un nombre moyen de 2 615 œufs (Kennedy, 1954) et les femelles de la Radissonnie, 1 000 œufs (Magnin *et al.*, 1978). Plusieurs auteurs (Eschmeyer, 1954, 1964; Hanson & Wickwire, 1967; Magnin *et al.*, 1978) font observer que la grande variation du nombre d'œufs en fonction de la taille (ou du poids) est un phénomène courant chez cette espèce.

L'âge tardif de la maturité, des cycles non-annuels de reproduction et la faible fécondité des femelles restreignent le recrutement et jouent donc un rôle déterminant dans la dynamique de ces populations. Mais, comme Power & Grégoire (1978) l'ont démontré, la présence d'une exploitation peut modifier radicalement ces paramètres, ce qui rend difficile les comparaisons entre les différentes populations nordiques de Touladi.

Les contenus stomacaux étudiés montrent une grande polyvalence alimentaire pour toutes les tailles. Cet opportunisme alimentaire est présumément en relation avec la productivité limitée des habitats arctiques. La proportion relativement élevée d'estomacs vides (45%), par rapport aux populations du sud (31,6% au lac Opeongo, d'après Martin, 1970) renforce cette hypothèse. Ce phénomène a été observé chez d'autres populations nordiques (Miller & Kennedy, 1948).

Une fréquence élevée de cannibalisme est généralement liée à une prédation intraspécifique intense. Comme Power (1978) l'a souligné, la prédation intraspécifique semble courante dans les populations nordiques et est un mécanisme permettant l'utilisation générale des ressources alimentaires de plusieurs niveaux trophiques. Ce serait une des raisons expliquant la dominance de cette espèce dans les écosystèmes arctiques.

Remerciements

Nous tenons à remercier tout le personnel technique qui a participé à la réalisation de cette étude. De plus, nous voulons remercier Monsieur Yvon Blackburn pour la préparation des figures et Madame Denise Lévesque pour la dactylographie du manuscrit. Nous remercions enfin Messieurs Jean Laperrière et Louis Houde pour leur aide lors de la correction des textes.

Ce travail a été rendu possible grâce à des subventions du Conseil national de recherche du Canada, du ministère de l'Éducation du Québec et du Centre d'études nordiques de l'Université Laval.

Références

- ALM, G., 1959. Connection between size and age in fishes. — Rep. Inst. Freshwat. Res. Drottninghom, no. 40, 145 p.
- BENOÎT, J., 1979. Écologie et dynamique de deux populations nordiques de Touladis, *Salvelinus namaycush*. — Thèse M. Sc., Univ. Laval, Québec, 67 p.
- BOND, W. A., 1973. An investigation of the commercial fishery of lake La Martre, N.W.T., 1972. — Fish. Mar. Ser., Tech. Rep., no. CEN/T-73-5.
- BOND, W. A., 1975. Data on the biology of lake whitefish and lake trout from Kaminiriak Lake, district of Keewatin, N.W.T. — Fish. Mar. Ser., Data Rep., no. CEN/D-75-4, 27 p.
- DUBOIS, A. & R. LAGUEUX, 1968. Étude comparée de l'âge scalaire et de l'âge otolithique de la Touladi, *Salvelinus namaycush*, du lac Mistassini, Québec. — Naturaliste can., 95: 907-928.
- ESCHMEYER, P. H., 1954. The reproduction of lake trout in southern Lake Superior. — Trans. Am. Fish. Soc., 84: 47-74.
- ESCHMEYER, P. H., 1964. The lake trout, *Salvelinus namaycush*. U. S. Fish and Wildl. Serv., no. 555, 7 p.
- FALK, M. R., D. V. GILLMAN & L. W. DAHLKE, 1973. The 1972 sports fisheries of Great Slave and Great Bear lakes, N.W.T. — Fish. Mar. Ser., Tech. Rep., no. CEN/T-73-8, 100 p.

- FLAHERTY, R. J., 1918. Two traverses across Ungava Peninsula, Labrador. — *Geogr. Rev.*, 6: 116-132.
- FRY, F.E.J., 1949. Statistics of a lake trout fishery. *Biometrics*, 5: 27-67.
- HANSON, J. A. & A. J. CORDONE, 1967. Age and growth of lake trout, *Salvelinus namaycush*, in lake Tahoe. — *Calif. Fish Game*, 53: 68-87.
- HANSON, J. A. & R. H. WICKWIRE, 1967. Fecundity and age at maturity of lake trout, *Salvelinus namaycush*, in lake Tahoe. — *Calif. Fish Game*, 53: 154-164.
- JESSOP, B. M., R.L.G. LEE & G. POWER, 1971. Observations on the fish fauna of the Leaf River, Ungava. — *Can. Fld Nat.*, 84: 365-367.
- JOHNSON, L., 1972. Keller lake: characteristics of a culturally unstressed salmonid community. — *J. Fish. Res. Bd Can.*, 29: 731-740.
- JOHNSON, L., 1976. Ecology of Arctic populations of lake trout, *Salvelinus namaycush*, lake whitefish, *Coregonus clupeaformis*, arctic char, *Salvelinus alpinus*, and associated species in unexploited lakes of the Canadian Northwest Territories. — *J. Fish. Res. Bd Can.*, 33: 2459-2488.
- KENNEDY, W. A., 1954. Growth, maturity, and mortality in the relatively unexploited lake trout, *Cristivomer namaycush*, of Great Slave lake. — *J. Fish. Res. Bd Can.*, 11: 827-852.
- LAEVASTU, T., 1967. Manuel des méthodes employées en biologie halieutique. *Manuels F.A.O. de science halieutique*, n° 1, 64 p.
- MAGNIN, E., A.-M. CLÉMENT & V. LEGENDRE, 1978. Croissance, reproduction et régime alimentaire des touladis, *Salvelinus namaycush*, du nord du Québec. — *Naturaliste can.*, 105: 1-17.
- MARTIN, N. V., 1970. Long-term effects of diet on the biology of the lake trout and the fishery in lake Opeongo, Ontario. — *J. Fish. Res. Bd Can.*, 27: 125-146.
- MILLER, R. B. & W. A. KENNEDY, 1948. Observations on the lake trout of Great Bear Lake. — *J. Fish. Res. Bd Can.*, 7: 176-189.
- NICKOLSKY, G. V., 1959. Theory of fish population dynamics as the biological background for rational exploitation and management of fishery resources. — Oliver and Boyd, Edinburgh, 323 p.
- POWER, G., 1978. Fish population structure in Arctic lakes. — *J. Fish. Res. Bd Can.*, 35: 53-59.
- POWER, G. & J. GRÉGOIRE, 1978. Predation by fresh water seals on the fish community of Lower Seal Lake, Québec. — *J. Fish. Res. Bd Can.*, 35: 844-850.
- RAWSON, D. S., 1961. The lake trout of lake La Ronge, Saskatchewan. *J. Fish. Res. Bd Can.*, 18: 423-462.
- RICKER, W. E., 1958. Handbook of computation for biological statistics of fish populations. — *Bull. Fish. Res. Bd Can.*, no. 119, 300 p.
- SIMARD, A. & E. MAGNIN, 1972. Méthode de détermination de l'âge et croissance du touladi, *Salvelinus namaycush*, Walbaum, du lac l'Assomption et du lac Tremblant, Québec. — *Naturaliste can.*, 99: 561-578.
- VLADYKOV, V. D., 1956. Fecundity of wild speckled trout, *Salvelinus fontinalis*, in Quebec lakes. — *J. Fish. Res. Bd Can.*, 13: 799-841.