

LE GOLFE DU SAINT-LAURENT

par le Commandant L. BEAUGÉ

I. — SITUATION GEOGRAPHIQUE.

Entre les latitudes 45°30' (Canso) et 52° (Belle-Isle) s'étend une vaste dépression dont le modellement glaciaire récent a laissé des empreintes partout visibles, dans les augets de la vallée, dans les verrous et moraines frontales, dans les dépôts de *boulders* des moraines latérales, qui rendent parfois si difficiles l'approche des cales le long desquelles les petits villages côtiers déchargeaient autrefois les barges qui effectuaient la communication avec Québec et qui servent surtout aujourd'hui à assurer le trafic du bois de pulpe.

Entre 55°20' (Belle-Isle) et 71°10' (Québec) de longitude Ouest, la masse centrale de cette petite mer intérieure mesure grossièrement 240 milles marins de côté ou 444 km., de sorte que sa surface est approximativement de 200.000 km².

La distance de Québec à Belle-Isle est de 700 milles ou 1.300 km ; la côte de Terre-

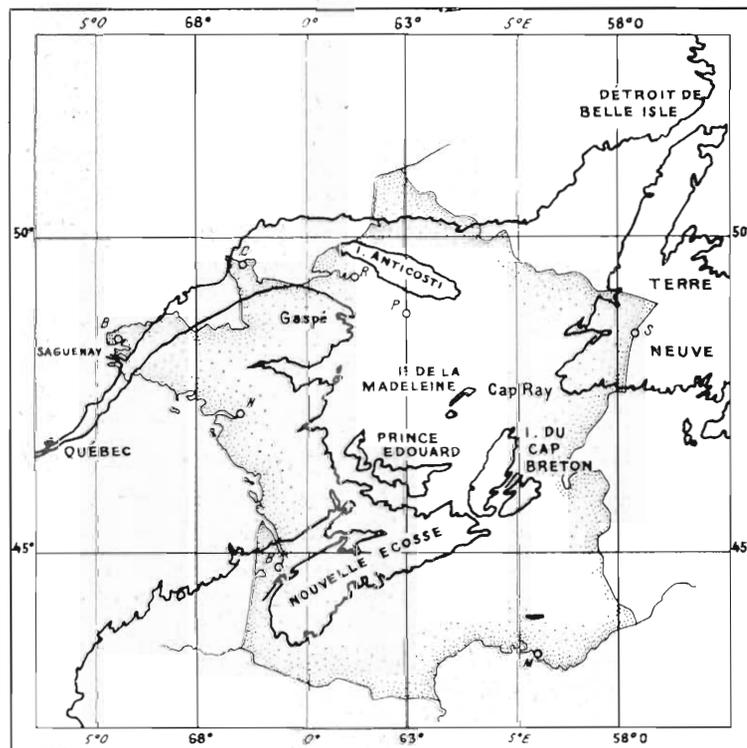


FIGURE 1

Neuve a 200 milles ou 370 km. sur le Golfe, l'île du Cap Breton 80 milles ou 148 km., la côte du Nouveau-Brunswick jusqu'à Caraquet 240 milles ou 444 km., la distance de Gaspé à Québec est de 350 milles ou 648 km. L'île du Prince Édouard a 150 milles de côtes ou

278 km. ; Anticosti, 250 milles ou 464 km. En ajoutant les rivages des îles de la Madeleine et de nombreux îlots, on arrive à un total de 2.300 milles ou 4.260 km.

La distance entre le Cap de la Madeleine et la côte Nord est de 60 milles (111 km.), celle d'Anticosti à Québec est de 350 milles (648 km), de sorte que le seul triangle de l'estuaire possède une surface de 35.960 km². soit le sixième du Golfe.

Tout est relatif, mais à l'échelle européenne ces dimensions sont considérables. La superficie de la France n'est que de 551.000 km², deux fois et demie celle du Golfe et le développement de ses côtes n'atteint pas les 2/3 de l'étendue canadienne. Il est plus intéressant encore d'imaginer (fig. 1) un glissement en latitude des deux régions jusqu'à leur superposition. La côte nord du Golfe se place de Cherbourg à la Picardie et à la Belgique, l'île d'Anticosti de Dieppe à Reims, Gaspé entre Rouen et Paris, Dijon au voisinage des îles de la Madeleine, la pointe sud-ouest de Terre-Neuve, le Cap Ray, en Alsace, tandis que l'île du Cap Breton occupe la région lyonnaise et la Nouvelle-Ecosse une partie de la Gascogne. Autrement dit, c'est toute la région des plus fameux crus français que nous venons de recouvrir. Pourquoi donc ici le vin doré d'Anjou pétille-t-il dans les verres, la topaze du Chablis ou du Sauterne, le rubis du Pommard ou du Corton, la pelure d'oignon du Châteauneuf-du-Pape ou du Saint-Emilion réjouissent-ils le cœur de l'homme, tandis qu'à la même distance de l'Equateur, avec le même rayonnement solaire, on doit là-bas se contenter de limonades médicinales, enrichies de suc de coca ou de cola ? C'est essentiellement à la nature des eaux que ce phénomène est dû et c'est ce que nous voudrions faire ressortir.

Nous ne nous étendrons pas sur la formation géologique du Golfe, ni sur la topographie de ses fonds, ni sur la description de ses rives. Qu'il nous suffise de savoir que le caractère fondamental du relief consiste dans la conjonction, au sud-est d'Anticosti, de deux vallées, l'une venant de Belle-Isle avec plus de 200 m. de profondeur, l'autre du Saguenay avec plus de 300 et se réunissant, une centaine de milles avant le détroit de Cabot, dans une dépression de plus de 400 m., qu'un dernier auget dépassant 500 m. approfondit encore par le travers des îles de la Madeleine et qui garde plus de 400 m. jusqu'à Cabot (fig. 2).

Il est intéressant de signaler que la vallée occidentale atteint déjà 200 m. en face des Bergeronnes, à moins de 5 milles en aval du barrage du Saguenay et que la branche orientale se termine en cul-de-sac très raide à moins de 5 milles de Port-au-Choix et de l'île de Terre-Neuve, à une trentaine de milles du détroit de Belle-Isle. Au delà du cul-de-sac, la liaison du Labrador et de Terre-Neuve constitue pour les eaux du courant extérieur labradorien une barrière infranchissable au-dessous de 80 m. de la surface.

Deux conséquences capitales vont découler de cette situation du relief.

Tout d'abord, le chenal du Saint-Laurent laisse passer librement, entre les bancs de Saint-Pierre, de Misaine et du Banquereau, les eaux dites de pente (33 à 35 de salinité), depuis la limite des bancs de Terre-Neuve au sud jusqu'au détroit de Cabot. Par les deux grandes artères que nous venons de signaler dans le Golfe, ces eaux viendront l'irriguer en profondeur jusqu'au lointain Saguenay sans rencontrer d'obstacle. Tout au contraire, le seuil de Belle-Isle ne laissera passer du courant labradorien que la « crème » superficielle, prélevée dans la tranche d'eau allant de la surface à 100 m. de profondeur.

Les études géologiques de la province de Québec, les travaux considérables du Service hydrographique canadien nous renseignent d'une manière très satisfaisante sur la constitution du relief. Tout au plus serait-il désirable que des dragages fussent entrepris pour nous faire connaître le caractère et la nature des sédiments qui garnissent les flancs et le fond de ces vallées et des plateaux sous-marins, et fournir en même temps le relevé cadastral des richesses faunistiques ou phytologiques de ces fonds. Ceci serait du plus grand intérêt pour les pêcheurs qui, un jour ou l'autre, se décideront à exploiter ces gisements naturels.

Laissant de côté ce chapitre, nous bornerons notre étude à l'examen des eaux qui occupent ce bassin.

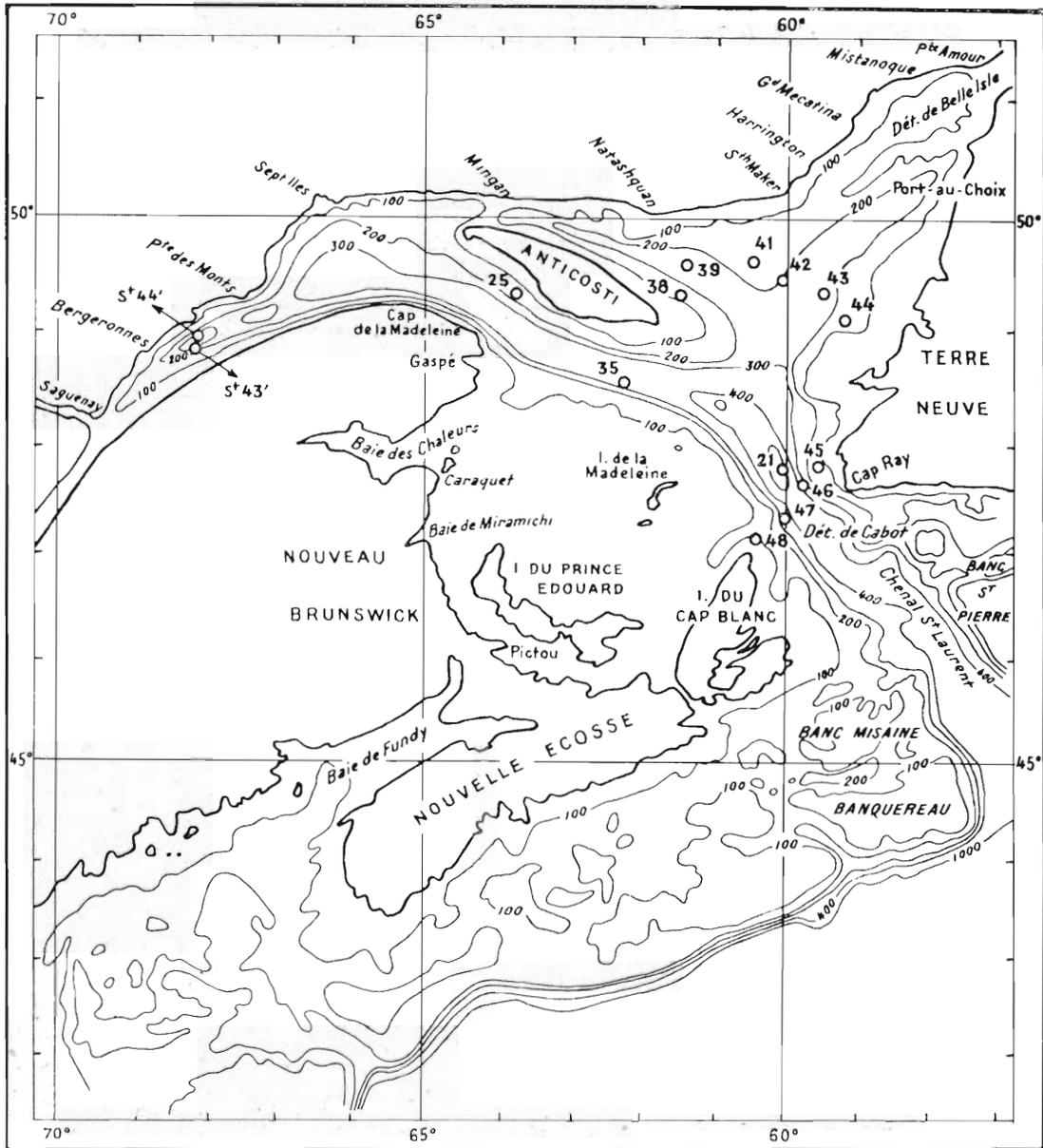


FIGURE 2.

II. — EAUX ATLANTIQUES ET EAUX CONTINENTALES.

Nous adopterons la qualification courante d'atlantiques pour les eaux de plus de 35 g. par litre de salinité, et de continentales ou polaires pour celles de moins de 35 g., en convenant cependant de distinguer parmi ces dernières, sous le nom d'eaux de pente, celles de

33 à 35 g. que l'on rencontre au large, sur les bancs de Terre-Neuve jusqu'aux limites du plateau continental.

Il n'est pas sans intérêt d'avoir présentes à l'esprit les variations importantes de densité subies par des eaux de salinité fortement différente, comme c'est le cas dans la région considérée, avec une élévation ou une baisse de température assez faible, de l'ordre de 1° par exemple. Toutes nos températures seront estimées en degrés centigrades.

Considérons cinq masses d'eau de salinité différente et de densité égale 1,02249. Leurs températures sont différentes. Elevons et abaissons ces températures de 1°. Les densités subiront les variations dD suivantes :

Salinités	28	30	32	34	36
T°	0	13.3	20.0	25.4	30.1
Densité	2249	2249	2249	2249	2249
	Hausse				
T°	+1	14.3	21.0	26.4	31.1
Densité	2244	2229	2223	2219	2215
dD	-5	-20	-26	-30	-34
	Baisse				
T°	-1	12.3	19.0	24.4	29.1
Densité	2251	2269	2274	2279	2284
dD	+2	+20	+25	+30	+35

On voit combien les variations de densité sont inégales et d'autant plus fortes que les eaux sont plus salées. Or, il est fréquent dans le Golfe de rencontrer côte à côte des eaux de nature très différente qui coexistent, sans se mélanger, par suite de l'importance et de l'alimentation différentes de leurs masses. La simple remarque ci-dessus suffit à souligner l'importance que prendront les variations relatives de volume spécifique ou, si l'on veut, de dilatation de ces masses au sein les unes des autres, pour une même variation du rayonnement solaire.

Et il convient de rapprocher, de ces différences de dilatation, le fait que la capacité calorifique des masses d'eau est fonction de leur salinité. S'il faut 1.000 calories pour élever une masse d'eau distillée de 1°, il suffit de 932 pour une masse égale de salinité 35, de sorte que le même rayonnement solaire chauffe plus vite l'eau salée, dont la dilatation est en même temps plus grande.

Pour compléter ce rappel de principes généraux, il est utile de mentionner le fait que la conductibilité thermique, c'est-à-dire la quantité de chaleur transmise pendant une seconde à travers 1 cm³ d'eau, dont deux faces opposées sont maintenues à une différence de température de 1 degré, est de 1,400 pour l'eau douce et seulement 1,341 pour l'eau de salinité 35. Il en résulte une conséquence importante : supposons que deux masses de salinité différente s'échauffent, par suite d'une cause extérieure, le rayonnement solaire. En surface, l'eau plus salée se dilate plus vite et envahit le champ polaire ou continental ; c'est ce que nous appellerons la *transgression chaude*. En profondeur la transmission de chaleur se fait plus vite dans l'eau plus douce ; c'est elle qui se dilate le plus et qui se fait de la place dans

le champ de sa rivale en produisant un *coin froid*, une invasion de masses froides (1). Supposons au contraire qu'il y ait refroidissement et contraction. En surface l'eau salée se contracte plus vite, l'eau polaire envahit son domaine, c'est la *transgression froide* ; en profondeur l'eau douce se refroidit plus vite et par suite se contracte davantage. Il y a envahissement de l'eau plus salée, *coin chaud*.

Il était indispensable de rappeler ces considérations pour étudier le conflit des masses en présence dans le Golfe, afin d'analyser les phénomènes observés. Il y a peu d'endroits sur la terre où les éléments en présence offrent des divergences aussi marquées et où les réactions des inégalités de dilatation soient aussi remarquables.

III. — COURANTS DE MAREE ET COURANTS DE MASSE.

Nous devons faire une distinction entre deux causes de mouvements des masses différentes.

L'attraction de la lune et du soleil sur les molécules d'eau se fait sentir à son maximum au moment du passage de l'astre dans le méridien d'une localité terrestre quelconque. A ce moment les deux forces, centrifuge dirigée vers l'astre et centripète dirigée vers le centre de la terre, sont inégales. Il en résulte une attraction des molécules d'eau vers la région exposée à l'astre, c'est-à-dire se trouvant sur la ligne qui joint les centres, d'où résulte en ce point un renflement, une intumescence, cependant qu'au point diamétralement opposé forces centrifuge et centripète sont aussi inégales et leur différence en sens contraire. L'effet produit par la chasse des molécules est identique et provoque un gonflement, une intumescence égale. Le mouvement se produira donc deux fois par 24 heures et c'est pourquoi les marées sont appelées semi-diurnes. De plus, il existe toujours un retard entre le passage de l'astre et le maximum d'effet, de même qu'il y a un retard entre le passage du soleil au solstice du 21 juin et le maximum de chaleur atmosphérique en fin de juillet et début d'août. On sait que ce retard, pour les marées, est attribué à la configuration géographique des localités et porte le nom d'établissement du port. Nous verrons plus loin, en parlant de la circulation dans le Golfe, la façon exceptionnelle dont les marées s'y manifestent.

Quoi qu'il en soit, à chaque passage de la lune au méridien, avec le retard de l'établissement il se produira un exhaussement local des masses, une dénivellation et l'équilibre ne se rétablira que par un glissement des molécules d'eau le long de la pente. C'est ce que l'on appelle les courants de marée. Dans des parages où deux bassins importants communiquent par des défilés étroits, ces courants sont susceptibles d'acquérir de grandes vitesses. A l'île aux Coudres, au barrage du Saguenay, ils atteignent aux grandes marées jusqu'à 8 ou 9 nœuds. Les vitesses de 1,5 à 2 nœuds sont les plus fréquentes dans l'estuaire.

Ces vitesses font illusion. Comme elles sont facilement observables, comme on voit l'eau glisser le long des rives, comme on ne reste pas à considérer ce mouvement pendant 12 heures consécutives, on oublie trop souvent qu'à chaque alternance de pleine mer, deux fois par 24 heures, on arrive à un point mort et que le travail est nul. Mettez un flotteur à l'eau devant l'île aux Lièvres, par exemple. Six heures plus tard, si vous le suivez en bateau, vous le trouverez 12 milles en amont, si la mer monte, car le courant est d'environ 2 nœuds dans cette région, mais au bout de 12 heures, s'il ne s'est pas échoué en route sur la berge, il sera revenu à son point de départ.

Les courants de masses sont bien différents. Ils sont le résultat, l'intégration des dilatations différentes des masses en présence, sous l'effet d'une cause unique, le rayonnement solaire. La transgression, l'excès de dilatation d'une masse sur une autre, qui lui fera chercher en quelque sorte son « espace vital », sera bien moins sensible que le courant de marée.

(1) L'eau polaire, plus douce, est généralement plus froide que l'eau de salinité forte.

Si sa valeur atteint 6 milles par jour, ou 1/4 de nœud, c'est une vitesse honorable, mais la cause qui la provoque ne renverse pas toutes les six heures, comme pour les courants de marée. Sa période fondamentale est celle des saisons : elle est bi-annuelle. Pendant six mois le soleil passe du Tropique du Capricorne à celui du Cancer et son rayonnement augmente pour l'hémisphère Nord du 21 décembre au 21 juin ; pendant six autres mois, il redescend vers le Sud et son rayonnement diminue de son passage au Tropique du Cancer à son retour au Capricorne, et, avec un retard analogue à l'établissement du port pour les marées, il se produit à la surface des eaux un échauffement suivi d'un refroidissement périodique, mais chacun dure six mois. Six milles par jour font 1.080 milles en six mois, et voilà, pour les molécules d'eau entrant à Belle-Isle, plus de temps qu'il n'en faut pour parvenir à Québec, avant le renversement de saison.

On constate qu'à 2.000 m. de profondeur et même pratiquement à 1.000 m., les mouvements océaniques deviennent insignifiants ou au moins sensiblement égaux sur des étendues considérables. Cela ne peut être sans l'égalité des pressions des colonnes d'eau qui surmontent ces plans. L'équilibre par immobilité ne peut être obtenu que si chaque colonne de surface unitaire est de même poids que ses voisines : $P = m g$.

Pour une surface de base unité, la masse des colonnes est exprimée par le produit de la densité et de la hauteur $m = h d$, c'est-à-dire que $P = h g d$, ou en remplaçant h par son inverse le volume spécifique :

$$P = g h/v \quad \text{ou} \quad P v = g h = H.$$

Cette quantité H , que nous appellerons la hauteur dynamique, représente le travail effectué pour élever une molécule d'eau du plan d'équilibre à la surface, autrement dit le potentiel dynamique de l'élément de surface considéré.

L'unité de pression est le bar, qui correspond sous nos latitudes à une colonne de mercure de 750 mm. ou à une colonne d'eau distillée de 1 cm² de section et de 10,2 m. de hauteur. On utilisera comme unité de pression océanique le décibar, dixième du bar, qui représentera une hauteur sensiblement égale à 1 mètre. Nous prendrons donc à chaque station température et salinité en surface, à 25, 50, 100, 200, 300 m., afin d'obtenir les volumes spécifiques moyens de chaque tranche. Les hauteurs dynamiques s'obtiendront en multipliant à partir de la base le volume spécifique moyen par l'épaisseur de la tranche et en ajoutant le résultat à la valeur obtenue pour la tranche précédente. On aura alors, pour chaque station et pour le niveau envisagé, de la surface au fond, la cote dynamique qui permettra de tracer les courbes isodynamiques en joignant par un trait continu les points de même cote (fig. 3). Ce tracé représentera le champ examiné en décimètres ou centibars et en centimètres ou millibars.

Station 44'					Station 43'			
Lat. 48°55'					Lat. 48°41'			
Long. 68°15'					Long. 68°23'			
Prof.	T°	Sal	Vol.	H.	T°	Sal	Vol.	H.
Surf.	12,1	26,71	.98003	292,69	10,4	24,72	.98144	292,83
25 m.	3,1	27,87	.97840	268,21	5,3	28,61	.97801	268,34
50 m.	0,1	31,76	.97534	243,78	1,6	30,59	.97630	243,91
100 m.	1,9	32,66	.97496	195,03	1,8	42,66	.97686	195,08
200 m.	4,0	33,39	.97511	97,52	4,0	33,75	.97477	97,51
300 m.	4,6	33,95	.97525					

Supposons-nous en surface. Les molécules d'eau de la station 43' sont à $292,83 - 292,69 = 0,14$, soit 14 cm. ou 14 millibars au-dessus de celles de la station 44'. Cette différence de hauteur dynamique représente la puissance de nivellement au niveau libre entre les deux stations. La distance entre les stations étant de 15 milles, le gradient de la puissance de nivellement sera :

$$\frac{0,14}{15 \times 1852}$$

Cette quantité représente la valeur de la composante du mouvement sur la ligne qui joint les stations. L'effort de nivellement s'exerce suivant la ligne de plus grande pente qui

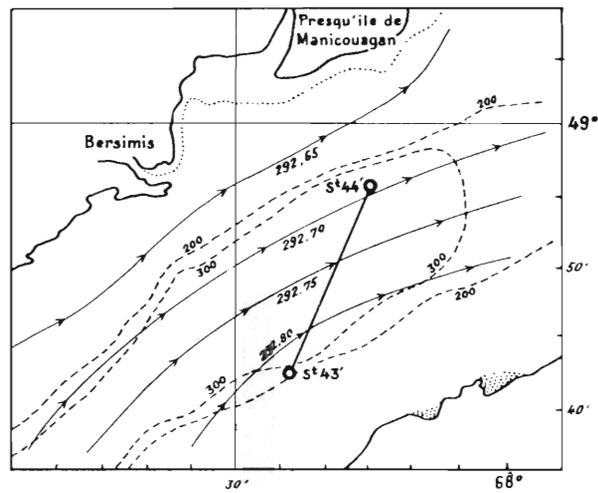


FIG. 3. — *Isodynamiques*

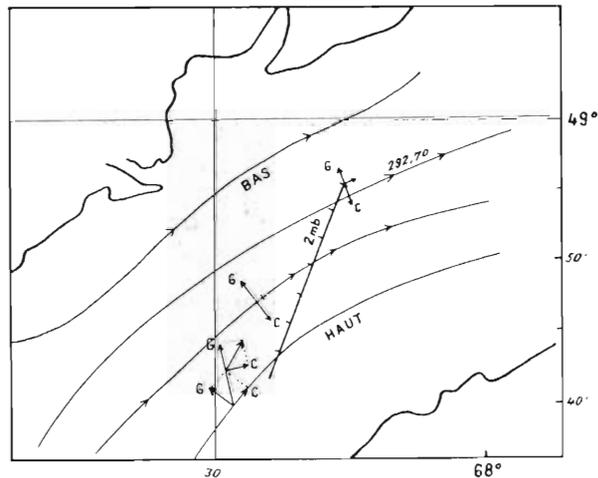


FIG. 4. — *Sens et force du courant.*

est normale aux isodynamiques. Dans son mouvement de glissement la molécule d'eau est déviée vers la droite par la force de Coriolis qui, dans l'hémisphère Nord, est dirigée à 90° à droite de son mouvement. La molécule va tourner jusqu'à ce que la force de Coriolis se

trouve en sens inverse de la ligne de plus grande pente de la surface isobarique considérée. Lorsque les deux forces se balanceront, la molécule obéira aux forces de dilatation qui la pousseront le long de sa trajectoire, sur l'isodynamique qui représente son potentiel (fig. 4). Donc, les isodynamiques représentent la trajectoire des molécules d'eau au niveau considéré et pour avoir le sens du mouvement il suffira de regarder de quel côté sont les hauteurs dynamiques les plus fortes. Elles doivent être à droite du sens du mouvement. Quant à la vitesse du mouvement, on en a une appréciation en examinant la densité des isodynamiques dans une étendue donnée. Plus le réseau des courbes est serré, plus grande est la vitesse. Une formule très simple obtenue en égalant la force de pente ou de gradient et la force de Coriolis permet de l'avoir avec une approximation satisfaisante. Sous nos latitudes, exactement par 48° , une distance de 1 mille entre deux isodynamiques différant de 1 centibar, correspondrait à une vitesse de 1 mille à l'heure ; une distance de 1 mille entre deux

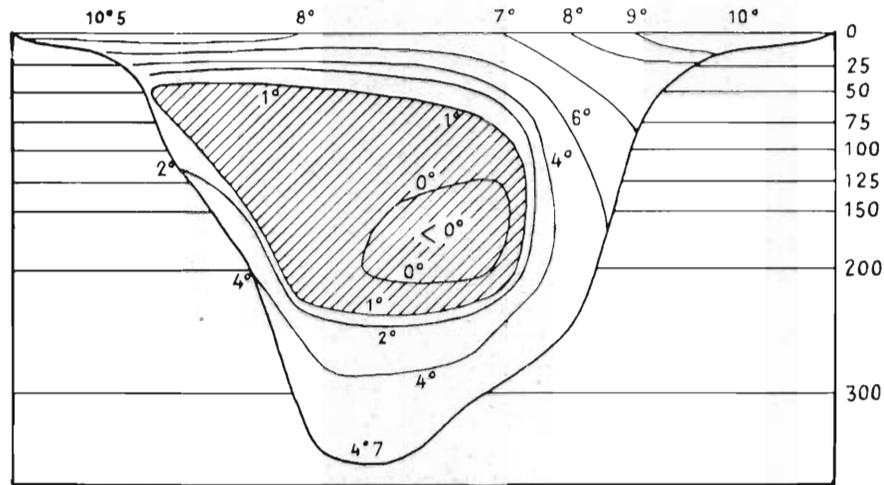


FIGURE 5.

Bersimis à Rimouski. — Août 1947.

Le « voile » est suspendu au centre de la vallée sans adhérence aux berges

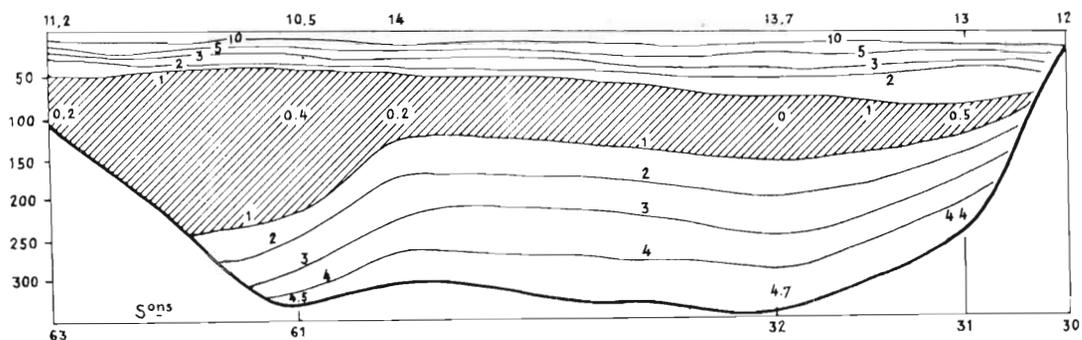
isodynamiques différant entre elles de 2 millibars, correspond à une vitesse de 0.2 mille à l'heure.

Ne quittons pas le tableau précédent sans faire deux remarques :

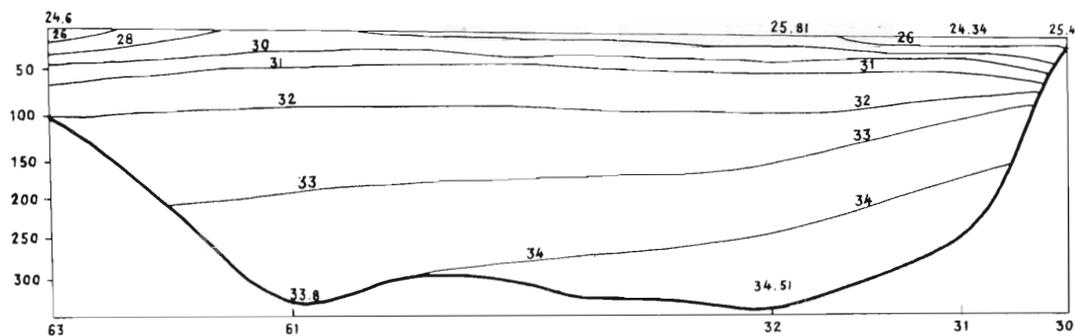
1° Il faut arriver à 75 m. environ pour trouver des eaux de salinité 32. De là jusqu'au fond, elles augmentent et avoisinent 34 et parfois davantage au creux de la vallée.

2° Il existe en certains endroits, et en particulier station 44', une tranche d'eau en sandwich dont la température est inférieure à 1° C et peu favorable à la vie animale. C'est le « voile ». Au-dessous, les températures remontent jusqu'au fond. Or, il peut arriver que cette tranche d'eau soit suspendue entre la surface et le fond (fig. 5), ou au contraire accoste une des berges du talus (fig. 6). Dans le premier cas, elle est simplement une source de froid par conductibilité. Mais dans le second cas elle fait fuir les espèces vivantes et, suivant son étendue le long de la pente, elle est la cause de la disparition du poisson précisément à la profondeur où par tradition le pêcheur quête sa provende. Il peut trouver le poisson qu'il

cherche à un niveau supérieur, mais le poisson peut être au-dessous de ce niveau et comme le pêcheur n'est pas outillé pour exploiter de telles profondeurs, sa pêche est déficitaire.



Températures.



Salinités

FIGURE 6.

Toubib. — Croisière 1947.

Coupe de Rivière au Renard à la Pointe des Monts.

Nota. — On remarquera l'importance du « Voile » (températures de moins de 1° c.). L'épaisseur de cette tranche qui ne dépasse pas 25 mètres sur la côte Sud atteint 200 mètres sur la côte Nord. Les eaux continentales de moins de 30 ‰, ne dépassent nulle part la profondeur de 50 mètres. Le Voile est centré sur les eaux de 32 ‰, et s'arrête avant les eaux de 33 ‰.

IV. — LES CONFLITS DES EAUX LAURENTIENNES.

Quelles sont les sources d'alimentation du Golfe Saint-Laurent? Nous pouvons assimiler cette vaste étendue à un triangle possédant une porte à chaque sommet.

De Québec à Lévis la largeur est d'un mille ou 1.852 m. et la profondeur moyenne de 15 m., autrement dit la section a une surface de 27.780 m². Des travaux hydrographiques exécutés dans le port, il résulte que l'excédant du jusant sur le montant est de 17 milles par marée, 34 par jour ou 62.968 m. Par conséquent, l'apport du fleuve au Golfe est de 1.749 millions de m³ par vingt-quatre heures.

La porte de Belle-Isle a une largeur de 9 milles et demi ou 17.594 m. La profondeur moyenne est de 45 m., ce qui donne une section de 801.680 m². On est fort mal renseigné

sur les mouvements d'eau par cette passe, surtout en profondeur. D'observations dignes de foi, il résulterait que l'excédent du courant entrant sur le courant sortant est de l'ordre de 6 milles par 24 heures ou 11.112 m. Le volume d'eau entrant par Belle-Isle serait donc de 8.908 millions de m³, soit plus de 5 fois le débit du Saint-Laurent.

Enfin, le détroit de Cabot laisse pénétrer l'eau par ses deux extrémités et l'évacuation se fait par le centre. La surface totale, avec 55 milles de largeur et 220 m. de profondeur moyenne, est de 22 millions de m². Mais la surface de la tranche occupée par le flot entrant par l'Est, vers Terre-Neuve, n'est que de 2 millions de m² avec une vitesse de 5.400 m. par 24 heures, soit 10.800 millions de m³. Le flot entrant par l'Ouest, vers l'île du Cap Breton, est approximativement égal, de sorte que le volume total d'eau entrant par 24 heures peut atteindre 21 milliards et demi de m³. L'apport d'eau salée dans le Golfe est donc près de vingt fois supérieur à l'immense débit du Saint-Laurent et le tout s'écoule par la partie centrale du détroit.

On se tromperait grossièrement en imaginant que ces masses énormes ont tendance à se mélanger comme de l'eau et du vin que l'on verse dans un verre. En réalité, les grandes masses océaniques se comportent l'une près de l'autre comme des liquides non miscibles de densité différente. Il y a bien, aux surfaces de contact, des échanges, ce que l'on appelle des mouvements de convection, dus au fait que les densités des eaux en présence ne sont pas les mêmes, mais ces mouvements locaux sont insignifiants si on les compare aux poussées globales des blocs l'un contre l'autre. Les éléments exposés au contact succombent, mais le caractère des masses subsiste et la preuve en est que, au centre même du Golfe, on trouvera la situation suivante :

Station 25 (26 juin) Lat. 49°18' Long. 63°42'			Station 35 (5 août) Lat. 48°41' Long. 62°15'			
	T°	S	T°	S	dT°	dS
Surf.	8,2	29,66	12,9	30,24	+ 4,7	+ ,78
25 m.	4,6	30,73	3,4	31,44	— 1,2	+ ,71
50 m.	— 0,2	31,92	— 0,6	32,25	— 0,4	+ ,33
75 m.	— 0,55	32,48	— 0,75	32,55	— 0,2	+ ,07
100 m.	— 0,2	32,97	— 0,3	32,84	— 0,1	— ,13
200 m.	2,55	33,93	2,8	33,89	+ 0,25	— ,04
300 m.	4,20	34,50	4,35	34,56	+ 0,15	+ ,06
moy.	3,04	33,33	3,36	33,44	+ 0,32	+ ,11

Entre juin et août, il n'y a aucun mélange, même à la distance de 25 m. entre les couches d'eau. L'ensemble de la tranche marque un réchauffement de 0°32 et une élévation de salinité de 0,11, mais ces variations totales résultent de différences horizontales tantôt positives, tantôt négatives, absolument comme si chaque niveau était isolé. Ces variations sont dues à des glissements horizontaux respectueux des densités, mais sans aucune tendance à l'égalisation, à la fusion, au mélange. Alors que la température s'est élevée en surface elle diminue de 25 m. à 100 m. pour augmenter de 200 m. au fond, tandis que la salinité augmente jusqu'à 75m. et diminue de 100 à 200 m. Rien ne peut mieux souligner l'indépendance de ces variations l'une par rapport à l'autre. On peut même déterminer la

position du « voile » par interpolation. Les températures inférieures à + 1° C sont comprises en juin entre 44 et 152 m. et en août entre 40 et 132, c'est-à-dire qu'il y a une légère élévation vers la surface. La température a passé de — 0°35 à — 0°48 à 90 m., c'est-à-dire a diminué. La salinité au même niveau a passé de 32,77 à 32,72, c'est-à-dire a diminué également. Il y a donc eu avance du flot polaire entre juin et août sans qu'il y ait pour cela mélange plus intime des masses.

On objectera peut-être que ces deux stations sont trop éloignées l'une de l'autre pour qu'on puisse valablement les comparer. En voici deux autres prises dans le voisinage du détroit de Cabot et à 14 milles seulement de distance l'une de l'autre :

Station 21 (13 juin)			Station 46 (12 août)			
Lat. 47°52'			Lat. 47°41'			
Long. 60°04'			Lat. 59°52'			
	T°	S	T°	S	dT°	dS
Surf.	4,2	31,73	12,75	31,37	+ 8,55	— ,36
25 m.	4,0	31,72	8,3	31,60	+ 4,3	— ,12
50 m.	2,45	32,12	3,55	32,52	+ 1,1	+ ,40
75 m.	— 0,1	32,36	0,8	32,57	+ 0,9	+ ,21
100 m.	— 0,4	32,66	— 0,1	32,72	+ 0,3	+ ,06
200 m.	2,4	33,89	2,8	33,91	+ 0,4	— ,02
300 m.	4,1	34,41	4,2	34,52	+ 0,1	+ ,11
400 m.	4,25	34,78	4,15	34,70	— 0,1	— ,08

La position du « voile » s'étend de 66 à 121 m. dans le premier cas et de 73 à 131 dans le deuxième, c'est-à-dire que le point moyen passe de 93 à 102 m. Il descend au lieu de monter comme pour les autres stations, c'est-à-dire que la masse dans son ensemble s'est réchauffée au point considéré. On remarque en effet que tous les dT sont positifs, à l'exception du niveau de 400 m. Les salinités nous indiquent que jusqu'à 25 m. il y a eu apport d'eau plus douce, tandis que de ce niveau à 300 m. l'eau de pente a progressé vers l'intérieur du Golfe. A 400 m., par contre, le glissement s'est effectué vers la sortie. Les salinités diminuent en même temps que la température.

Cette analyse sommaire suffit à nous montrer la coexistence au sein du Golfe de masses absolument indépendantes les unes des autres, s'échauffant ou se refroidissant d'une manière qui peut sembler paradoxale si l'on attribue *a priori* à l'eau continentale ou plus douce une température plus basse ou à l'eau de pente plus salée une température plus chaude. En réalité, toutes ces masses de nature différente ont leur comportement propre, indépendant des variations de leur voisinage, même si ces variations intéressent des couches distantes de moins de 100 m.

V. — LE PHENOMENE DES MAREES DANS LE GOLFE.

Avant d'aller plus loin, il est nécessaire d'examiner si les courants de marée ne seraient pas susceptibles de nous donner une explication des variations dont nous venons de constater l'existence. Les marées du Golfe du Saint-Laurent sont en effet remarquables.

Tout le monde sait que la mer sur la plupart de ses rivages monte et descend deux fois par jour et qu'au lieu de se reproduire au bout de 12 heures et de 24 heures, le plein n'a lieu qu'avec 50 minutes de retard d'un jour à l'autre. De plus, les marées qui correspondent aux pleines et nouvelles lunes sont plus fortes que celles qui correspondent aux quartiers. La durée d'un jour lunaire étant précisément de 24 h. 50 m., il est plausible d'attribuer à cet astre une influence sur la marée. Elle sera plus forte quand la lune sera plus rapprochée de la terre, autrement dit passera au périhélie tous les 27,235 jours, ce qu'on appelle la révolution anomalistique, et cette influence sera d'autant plus grande qu'elle coïncide avec pleine ou nouvelle lune, c'est-à-dire lorsque terre, lune et soleil sont en ligne, révolution synodique 29,53 jours. Enfin le passage de la terre au périhélie, à sa plus courte distance du soleil, coïncide avec des marées plus fortes; le passage à l'aphélie, avec des marées plus faibles. Or, il existe un commun multiple du nombre de jours sidéraux qui cadre avec ces divers facteurs :

$$\begin{aligned} 27,325 \times 241 &= 6585,32 ; \\ 29,53 \times 223 &= 6585,19 ; \\ 365,24222 \times 18 &= 6574,35. \end{aligned}$$

Donc, si l'on ajoute 11 jours à 18 ans on obtient 6585,35 jours sidéraux, ou le commun multiple précédent. C'est le cycle de Saros, 18 ans et 11 jours. Si on a relevé les heures et hauteurs d'eau chaque jour pendant ce cycle, on aura constitué un annuaire des marées.

La théorie de Newton basée sur l'attraction universelle qui est maximum suivant le méridien qui se trouve sur la ligne des centres de la terre et de la lune est séduisante, mais elle n'accorde pas à la mer une enflure de plus de 2 pieds (1), et on constate que si la marée a bien 2 pieds de hauteur aux Iles de la Madeleine, il y a 4 pieds à St-Paul, 7 pieds aux Sept Iles et 19 1/2 à Québec. En outre, la hauteur du plein devrait coïncider avec le retard de l'établissement du port, à l'heure du passage de la lune au méridien. Or supposons que nous prenions comme heure de départ 0 l'heure locale de la marée à St-Paul. Nous noterons autour du Golfe les heures suivantes :

Saint-Paul, heure 0.

Port-aux-Basques	+	0 12	Montlouis	+	6 09
Ingornachois		2 21	Gaspé		6 15
Blancs Sablons		2 44	Shipigan		7 15
Harrington		2 50	Miramichi		8 47
Natashquan		3 18	Cap N. Prince Edouard		8 03
Hâvre Saint-Pierre		4 33	St Peter		9 29
Mingan		5 02	Porte Est		9 50
Sept Iles		5 47	Cap Bear		11 14
Baie Ellis (Anticosti)		5 32	Ingonish (Cap Breton)		11 32
Porte Sud-Ouest (Anticosti)		5 34	Sydney		11 38

Si la lune passe à midi devant le méridien de Saint-Paul, elle est à midi 24 devant les Sept Iles et non à 6 heures du soir. Elle passe à Belle-Isle avant d'arriver à Saint-Paul et non 2 h. 30 à 3 heures après. Le phénomène semble aussi insoluble que le fameux problème d'Aristote au sujet de l'Euripe. Entre l'Eubée et Chalcis il y a un détroit resserré sur lequel on a jeté un pont. Sous les arches du pont il y a des moulins que des courants font tourner dans un sens ou dans l'autre. En temps normal il y a 14 renversements de courant par

(1) Le pied anglais vaut 0,305 m

24 heures. Mais, si la lune est nouvelle ou dans son plein, il n'y a plus que 4 renversements par jour. L'ingéniosité humaine a beau ajouter des coups de pouce à la théorie newtonienne, elle se montre ici insuffisante pour fournir une explication.

C'est un Américain, HARRIS, qui nous apporte la solution, en reprenant la théorie de LAPLACE. Si on incline un bassin à moitié plein d'eau, le niveau monte d'un côté et baisse de l'autre, et si on le replace horizontalement l'eau tend à reprendre sa surface horizontale par une série d'oscillations qui alternativement font monter le niveau d'un côté et baisser de l'autre, tandis que dans la région centrale la ligne nodale n'a pas de changement de niveau. Si l'on prend comme période d'oscillation le temps qui s'écoule entre deux pleins et qui reste le même jusqu'au rétablissement d'équilibre, le bassin oscille en demi-période ou demi-onde, de sorte que si L est la longueur du bassin T la période, V la vitesse de propagation des molécules d'eau, on a

$$L = V T/2.$$

Mais la vitesse de propagation est donnée par la formule de LAGRANGE en fonction de la profondeur H et de l'accélération de la pesanteur

$$V = \sqrt{gH}$$

d'où, en rapprochant ces deux équations

$$T = \frac{2L}{\sqrt{gH}}$$

c'est-à-dire en remplaçant g par sa valeur moyenne

$$\frac{2}{\sqrt{g}} = 0,637$$

$$T = 0,637 \frac{L}{\sqrt{H}}$$

On obtient ainsi la durée d'oscillation propre du bassin. S'il arrive qu'elle est voisine de 12 heures ou 12 heures 25, c'est-à-dire de la période astronomique d'attraction lunaire ou solaire, il se produira une résonance et le bassin vibrera avec la demi-période d'un jour lunaire ou solaire. Les pleines mers des rives opposées seront décalées de 6 heures. Et c'est précisément ce qui se passe entre Saint-Paul et la côte Nord vers les Sept Iles. Entre ces deux points, quelque part au nord des îles de la Madeleine, il y aura une région nodale, sans marée. Mais on constate qu'il en est de même entre Belle-Isle et Miramichi, de sorte que le bassin vibre aussi en période astronomique dans cette direction, d'où nouvelle ligne nodale grossièrement normale à la précédente. A l'intersection de ces deux lignes il existera une région sans marée. C'est pourquoi aux îles de la Madeleine, dont le retard n'est que de dix minutes sur Saint-Paul, il n'y a pour ainsi dire pas de marée.

Supposons un moment la mer haute à Saint-Paul. Elle va descendre suivant la ligne de plus grande pente, vers Anticosti, mais par suite du mouvement de rotation de la terre, toute molécule en mouvement est entraînée vers la droite par la force de Coriolis. Cette molécule glisse vers Terre-Neuve et Belle-Isle, puis, au delà, le long de la côte Nord. D'où les heures de pleine mer que nous avons signalées en commençant. La cotidale (ou crête de marée) va tourner en sens inverse des aiguilles d'une montre, autour du point amphidromique central, à niveau constant. Et l'eau montera d'autant plus qu'on s'éloignera davantage du point nodal.

Reste l'estuaire. La cotidale 6 heures trouve devant elle les 60 milles de largeur qui lui sont ouverts entre Montlouis et les Sept Iles. Ici le phénomène change d'allure. Il n'y

a plus d'onde stationnaire ; profondeur et longueur ne s'y prêtent plus. L'onde de marée oscillante du Golfe se transforme, exactement comme en Manche du côté européen, en onde progressive ; elle avance dans l'estuaire et mettra 6 heures pour effectuer le parcours d'Anticosti à Québec. Et à mesure qu'on s'éloigne du point nodal l'eau monte davantage : 13 pieds à Rimouski et baie Comeau, 15 au Saguenay et à Trois-Pistoles, 17 à la Malbaie, 19 1/2 à Québec.

Le problème d'Aristote aurait trouvé sa solution dans le rapport de la longueur à la profondeur de l'Euripe. Sa période d'oscillation propre est de 100 minutes. Comme une journée fait 1.400 minutes, il doit y avoir 14 oscillations. Mais cette profondeur est telle qu'il suffit d'une variation de deux pieds devant l'entrée, les jours de grande marée, pour que la période passe à 350 minutes. Comme 350 est contenu quatre fois dans 24 heures, il n'y a plus que 4 oscillations.

Le mouvement des marées explique-t-il les variations importantes que nous avons constatées dans la nature de l'eau du Golfe ? Evidemment non. D'abord son influence est superficielle et ensuite son oscillation à courte période ramènerait automatiquement salinités et densités aux mêmes valeurs. Il nous faut autre chose, en particulier pour expliquer l'existence du « voile », c'est-à-dire d'eaux de salinité inférieure à 33 et de température inférieure à + 1° C.

VI. — ORIGINE DU « VOILE ».

Comparons, au mois d'août, les températures et salinités observées dans le détroit de Cabot et dans le bassin du Nord-Est. Notons les profondeurs supérieure et inférieure du « voile » à chaque station, et pour chacune la température minima, sa salinité, sa densité et sa profondeur (fig. 2).

Stations		45	46	47	48	Bassin N.-E.					
		45	46	47	48	38	39	41	42	43	44
CABOT	Niv. sup.	120	73	95	45	35	37	45	45	45	45
	Niv. inf.	275	131	162	112	170	200	170	90	175	157
	T° min.	+ 0,2	- 0,1	0	+ 0,2	- 1,1	- 1,1	- 1,1	- 1,0	- 0,8	- 0,7
	Salinité	3275	3272	3290	3288	3273	3268	3246	3268	3259	3252
	Densité	2631	2629	2641	2641	2634	2630	2612	2631	2622	2616
	Profondeur	150	100	125	100	75	75	75	75	75	75

A l'exception de la station 46, les températures minima du « voile » dans le détroit de Cabot sont positives. Le minimum se place à plus de 100 m. ou au moins à ce niveau. La moyenne des salinités est 32,81. Au contraire, dans les stations du bassin Nord-Est, les températures minima sont toutes négatives et se placent à un niveau plus élevé (75 m.). La moyenne des salinités est 32,61. Malgré leur température sensiblement plus élevée, la densité des échantillons du détroit est telle qu'il est impossible que ces eaux puissent s'élever à 75 m. sans s'échauffer encore, c'est-à-dire sans s'écarter encore davantage du caractère des échantillons prélevés dans le bassin du Nord-Est.

On emploie souvent, pour cataloguer des eaux de nature différente, ce qu'on appelle les graphiques T S, obtenus en portant pour chaque température et pour chaque salinité la position de chaque échantillon sur le graphique. On renferme ensuite toutes les observa-

tions entre des limites constituées par des lignes brisées ou des courbes qui constitueront la caractéristique d'une eau déterminée. Tant qu'il ne s'agit que de distinguer des masses aussi différentes que les eaux tropicales et les eaux polaires, la nature fortement marquée de ces masses fournira une discrimination suffisamment nette, mais si l'on veut analyser deux eaux continentales par exemple, il faudra serrer les limites, comme nous le faisons dans le graphique (fig. 7). Si nous formons pour les eaux de Cabot la figure T S dans laquelle

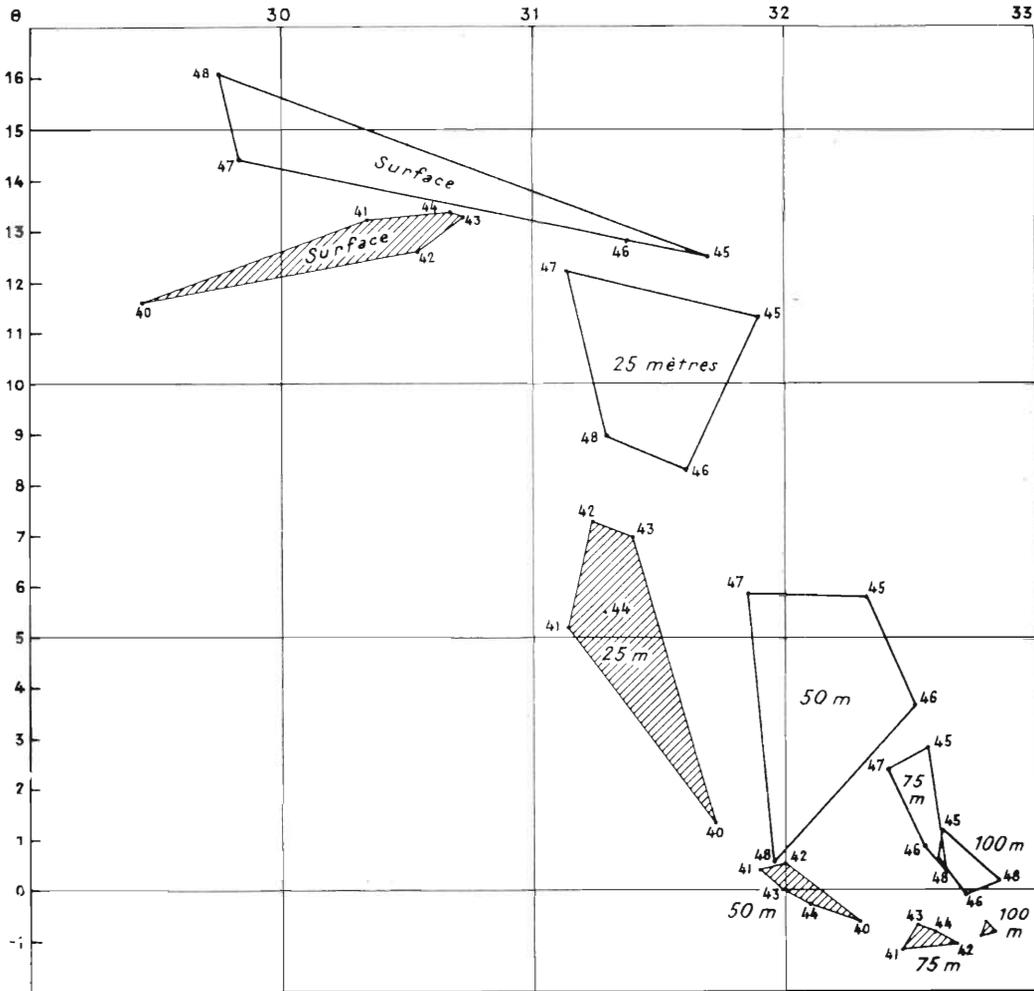


FIG. 7 — Graphique T.S. Salinités

s'inscrivent les valeurs salinités et températures à différents niveaux, surface 25 m., 50 m., 100 m., on constate que les valeurs de la deuxième série tombent toujours en dehors des premières figures. De plus, en surface, les stations 45 et 46 prises dans l'afflux entrant par Cabot et montant le long de Terre-Neuve sont caractérisées par des températures voisines et des salinités fortement différentes, tandis que les stations 47 et 48 qui appartiennent au flux de l'Ouest ont au contraire des salinités très voisines et des températures nettement différentes. Le groupe 40 à 44 occupe une position différente sur le graphique et ne participe à aucun des caractères indiqués. Le graphique T S ne fait donc que corroborer ce que

l'examen des prises d'eau nous avait enseigné. Ces masses présentent des divergences nettement prononcées. Nous n'examinerons pas ce qui se passe au-dessous de 100 m., car il n'y a aucun doute qu'à cette profondeur le détroit de Cabot est la seule porte de circulation possible, le détroit de Belle-Isle n'ayant que 85 m. de profondeur dans sa partie la plus resserrée.

VII. — LA CIRCULATION DANS LE GOLFE.

L'analyse précédente nous montre qu'il existe dans le Golfe des eaux continentales ou polaires qui ne peuvent provenir de Cabot. Nous manquons malheureusement de données précises au sujet de la circulation des eaux dans le Golfe du Saint-Laurent. L'expédition de reconnaissance faite par HJORT et Einar LEA en 1914-1915, les recherches de HUNTSMAN en 1924 nous ont appris que le courant polaire venant de Cabot contourne le Cap Ray et suit la côte de Terre-Neuve. En été, l'avance des eaux riches en plancton, de température

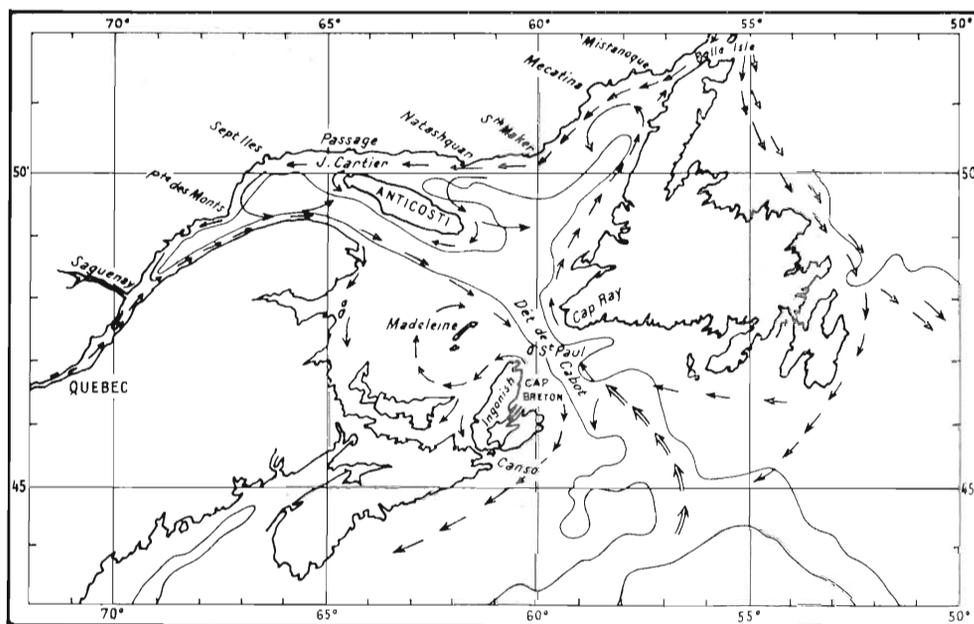


FIG. 8. — Circulation dans le golfe

4° C, amène la morue tout le long de cette côte du Sud au Nord et quand cette vague de réchauffement a cessé de se propager, la morue se raréfie et disparaît presque. Que devient alors le courant ? Et quel est le brassage interne ? Par analogie à ce qui se passe dans le vestibule entre Sept Îles, Montlouis et Anticosti, nous pouvons imaginer un vaste mouvement tourbillonnaire sinistroyre, analogue au mouvement de rotation des marées. Il en est de même sur le plateau des Madeleine, qui occupe toute la partie sud-ouest du Golfe. Ici, ce sont les tombolos, ces alignements de sables, accrochés et fixés au passage par les îlots émergeant au sommet du plateau et constituant l'archipel, qui nous révèlent la situation. On regrette l'absence d'observations renouvelées à différentes époques et permettant de suivre du printemps à l'automne, pendant l'époque où la mer est libre, le conflit interne des masses.

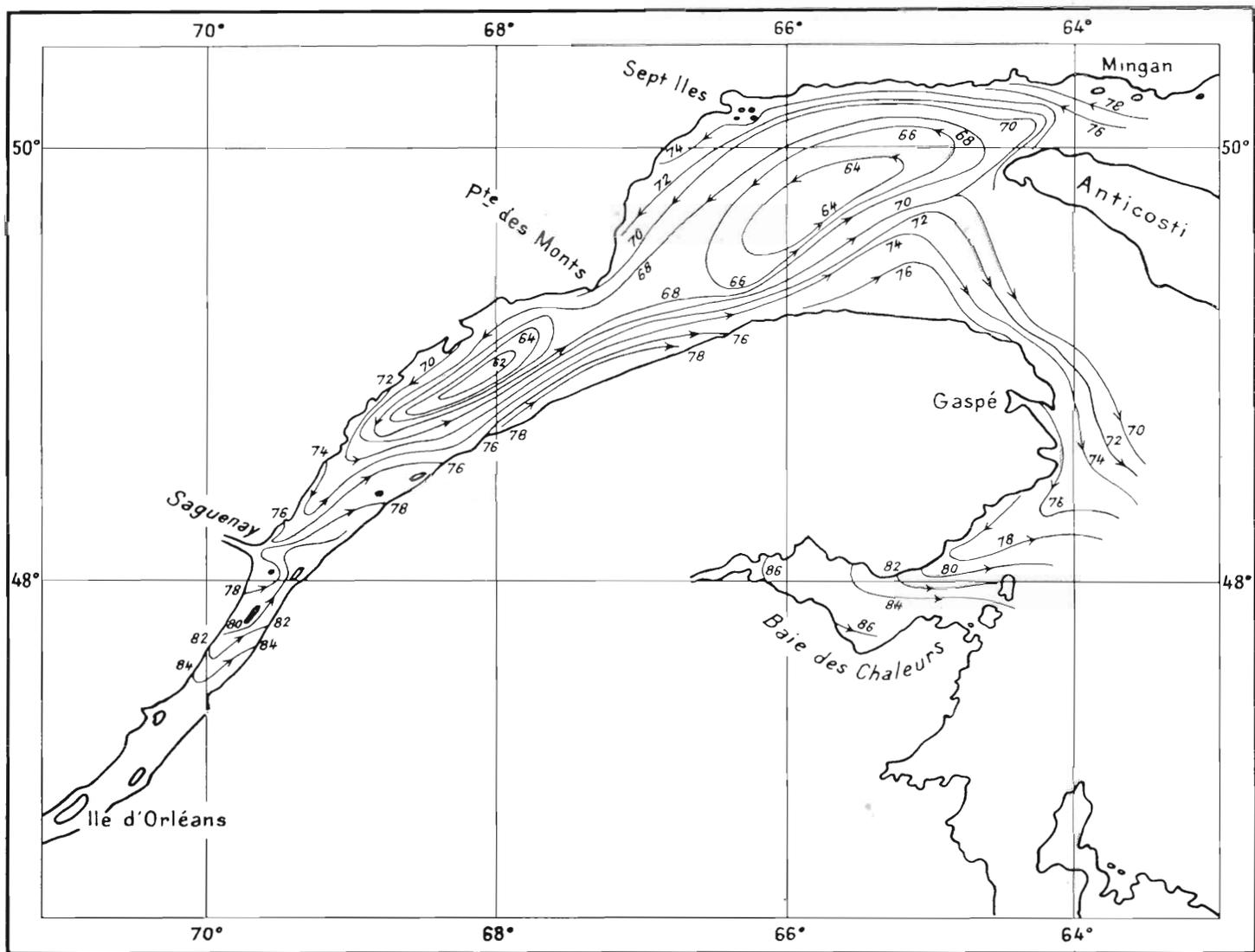


FIG. 9. — Circulation à 25 m, 1941. Nivellement max 267,86; min. 267,62.

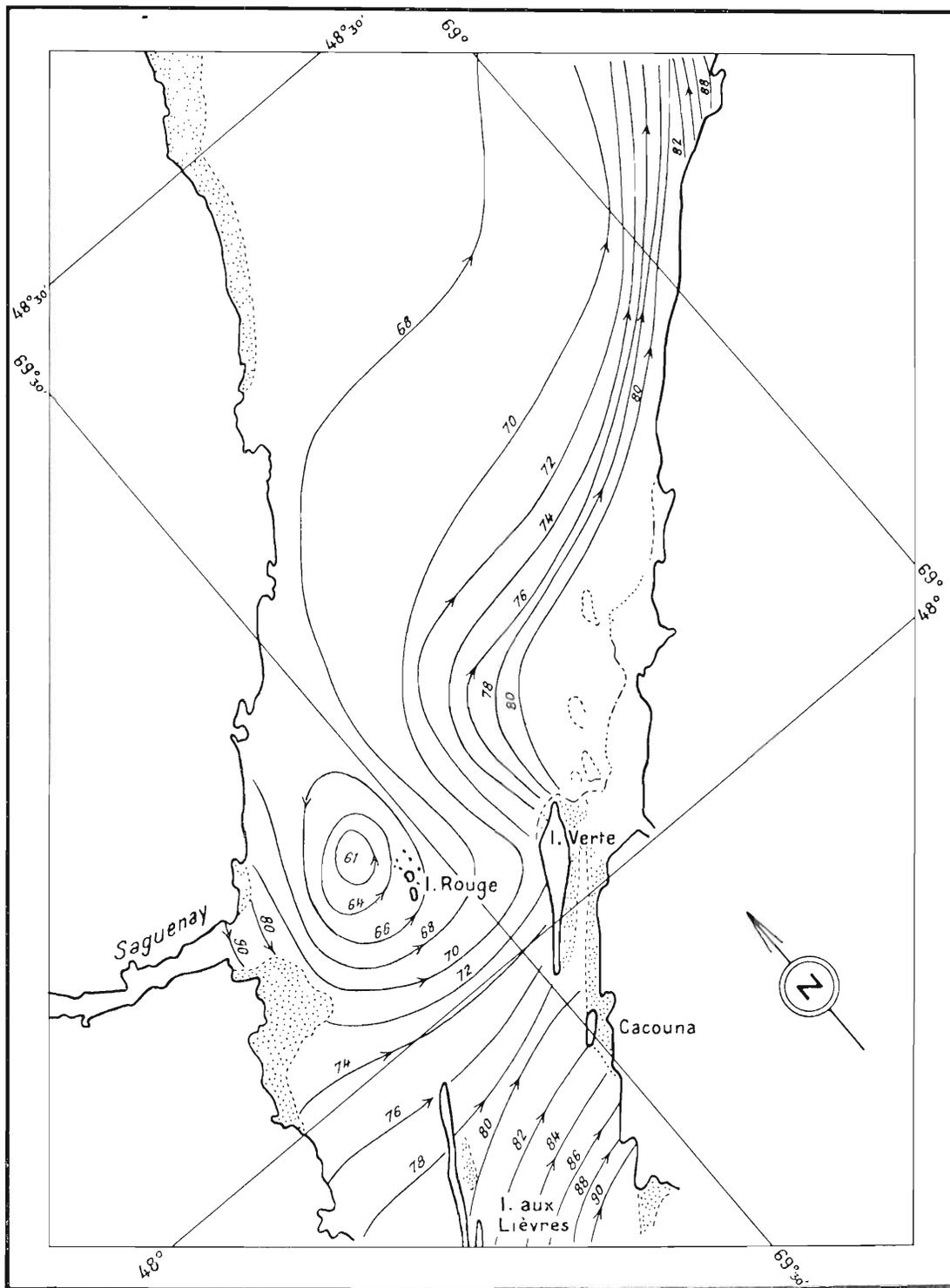


FIG. 10. — Circulation de surface, juillet 1949.
Nivellement min. 292,61; max 292,90.

qui est un mouvement de longue durée, bien différent et d'une toute autre amplitude que le mouvement local des courants de marée (fig. 8).

Nous sommes beaucoup mieux renseignés sur les mouvements d'eau dans l'estuaire, entre Anticosti et Québec, grâce aux recherches que nous avons pu faire personnellement, à différentes époques, avec la petite annexe de l'École des Pêcheries de Sainte-Anne de la Pocatière, ou, quand cette même aide fit défaut, avec une barque de pêche aménagée pour quatre occupants.

Les cartes de circulation que nous donnons ici sont le résultat d'investigations poursuivies pendant dix années, de 1939 à 1949, cette dernière année ayant surtout servi à l'établissement de la traverse de Saint-Roché à Québec, qui avait manqué antérieurement. Les hauteurs dynamiques indiquées sont exprimées en décibars et millibars. Au lieu de 210 par exemple, il faut lire 292,10 décibars. La situation en surface et à 25 m. nous montre que dans le passage Jacques Cartier, entre Anticosti et la côte Nord, les isodynamiques se dirigent toutes vers l'amont. L'eau polaire venue de Belle-Isle, qui a suivi la côte Nord depuis le détroit, occupe tout le passage et suit ensuite la côte sur une largeur d'au moins 20 milles et la profondeur dépasse 50 m. (fig. 9).

Cette masse froide progresse jusqu'à la Pointe des Monts pour effectuer un vaste mouvement tourbillonnaire sinistroyre, sensible jusqu'à 50 m. Au delà de la Pointe des Monts s'amorce un nouveau tourbillon qui devient sensible en amont de la presqu'île de Manicouagan. Le passage des molécules d'eau d'une rive à l'autre se fait particulièrement sentir au barrage du Saguenay (situation de 1947). Le mouvement en ces parages est tourbillonnaire (1949) (fig. 10).

Et ce n'est pas tout. Une quantité d'eau encore notable s'insinue par le chenal nord de l'Île Rouge et continue sa route le long de la côte Nord, mais traverse le fleuve entre la Malbaie et le Cap-aux-Oies en abaissant fortement la température de l'eau sur la côte Sud, entre Rivière-Ouelle et Rivière-du-Loup.

Au delà du Cap-aux-Oies, à partir de l'île aux Coudres, l'eau polaire disparaît en surface, mais sous une certaine pellicule d'eau douce on la retrouve dans le chenal nord, jusqu'au Cap Tourmente, à l'entrée du bras nord de l'île d'Orléans, et elle trouve la possibilité d'abaisser la température très élevée du fleuve.

VIII. — L'INFLUENCE DU GOLFE DU SAINT-LAURENT SUR LE CLIMAT.

Le climat de la province de Québec passe au Canada pour continental. C'est un usage abusif d'un qualificatif dont l'interprétation subjective peut conduire à de profondes erreurs.

Faisons abstraction des nuances sur lesquelles s'ingénieront les classificateurs ; il est normal d'appeler continental un climat dans lequel dominent les influences terrestres, et maritime un climat soumis au contraire à l'influence des océans. Deux choses surtout caractérisent un climat : température et humidité. Un climat continental connaît des températures excessives, autrement dit l'amplitude des variations saisonnières sous le rapport des températures est forte ; elle est au contraire plus faible dans les climats maritimes, tout simplement parce que les océans y jouent le rôle de régulateur. Un climat continental est sec ou tout au moins les précipitations pluvieuses y sont inférieures à la moyenne du parallèle correspondant et inégalement réparties au cours de l'année. Au contraire, la précipitation est supérieure à la moyenne dans le climat maritime, et les chutes, quand elles sont plus faibles, sont plus également réparties au cours des saisons.

Voyons, à la lumière de cette définition, comment sont réparties les amplitudes de températures dans la zone comprise entre 40° et 60° de latitude Nord dans le continent amé-

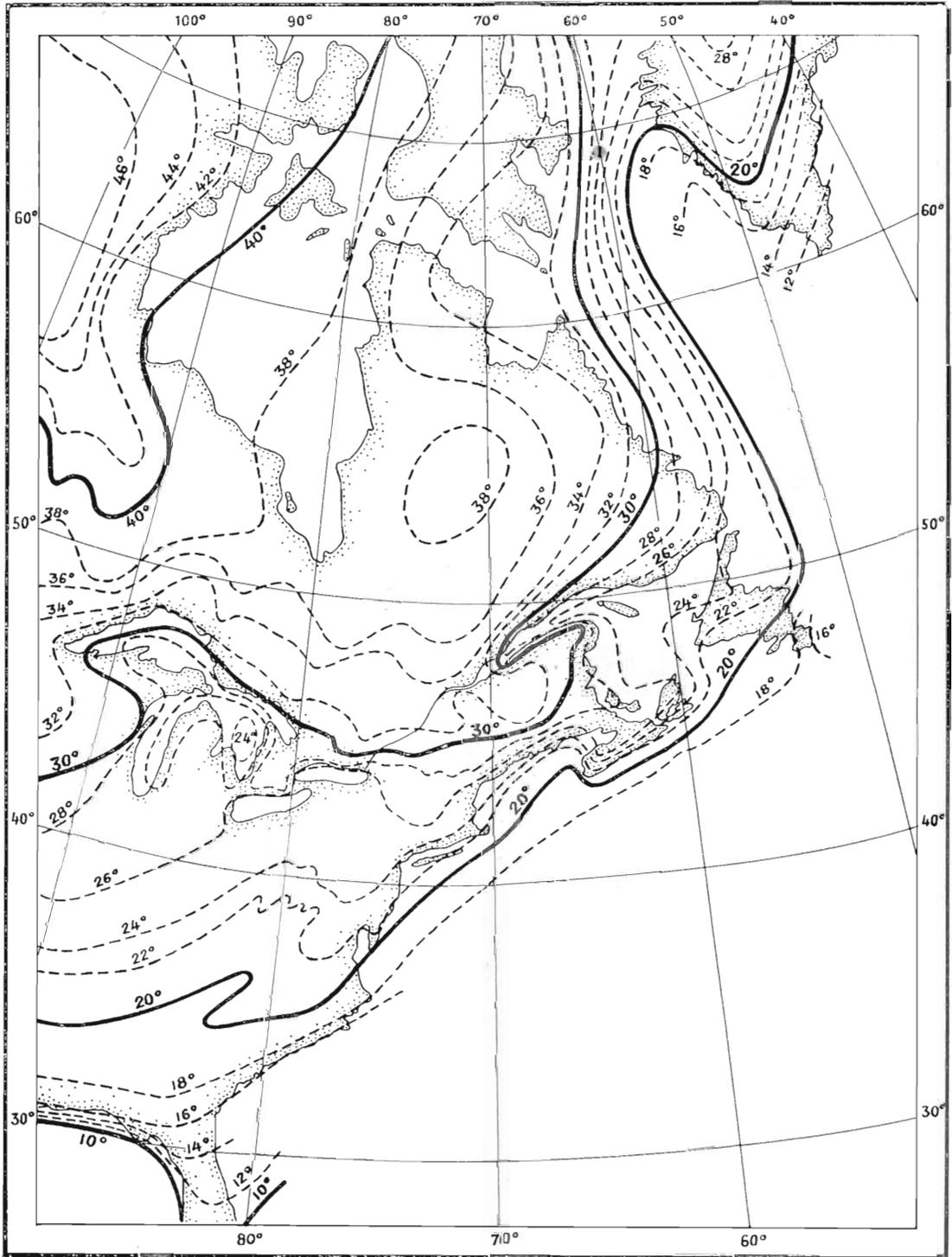
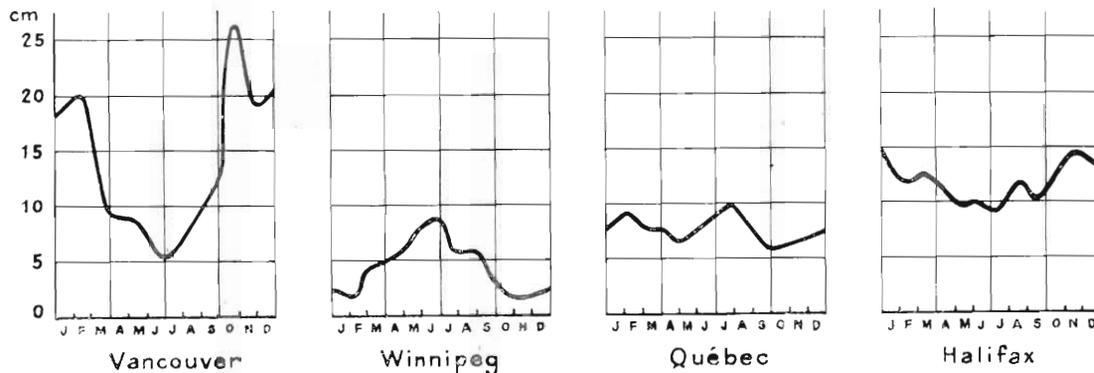


FIG. 11. — Isoamplitudes thermiques, moyennes annuelles

ricain. Les plus faibles sont à l'Ouest, influence régulatrice du Pacifique. L'amplitude de 20° C parallèle à la côte suit les Rocheuses et passe rapidement à 25°. La latitude ne joue qu'au Nord de 50°, pour incliner les isoamplitudes vers le N.W. Les plus fortes sont au centre du continent. L'isoamplitude de 30° descend jusqu'à 40° N. de latitude, celle de 40° arrive à 52° N. Ici, ce sont les latitudes et l'influence continentale qui jouent. Au passage de la région des Grands Lacs, on voit la ligne de 30° C remonter de 6 à 7° de latitude vers le Nord, par suite de l'influence considérable de la masse totale des Grands Lacs, qui agit comme régulatrice des températures. Après une redescente vers le Sud, qui marque à nouveau l'influence continentale, les isoamplitudes remontent fortement vers le Nord. Il convient de remarquer l'inclinaison des lignes de 22° à 34° C, et surtout 26° à 32° dont les sommets sont tous calés suivant l'axe du Saint-Laurent et soulignent le rôle capital que joue le fleuve dans la distribution des températures de la province de Québec, en prolongeant vers l'intérieur l'influence maritime du Golfe (fig. 11).

Les graphiques de précipitations, qui présentent la distribution (fig. 12) des pluies ou de la neige mensuellement, sont également révélateurs. Bornons-nous à Vancouver pour la côte du Pacifique, Winnipeg pour la région centrale, Québec et Halifax pour la région qui nous occupe. On relève trois modes très différents de précipitations. A l'Ouest, fortes chutes d'hiver, quand les nuées relativement fraîches et lourdes n'arrivent pas toujours à franchir les Rocheuses ; au centre, chutes beaucoup plus faibles, prélevées sur les masses humides qui, après avoir franchi la barrière de montagnes, alourdies par leur baisse de température, suivent le mouvement de descente du *chinook*, se réchauffent au contact du sol brûlant.



Climat maritime de l'ouest Climat continental Climat maritime de l'est

FIG. 12. — Précipitations des pluies Chutes mensuelles en cm

s'allègent, remontent, se condensent dans les hautes couches de l'atmosphère et se précipitent au cours de l'été ; à l'Est enfin, nouvelle influence maritime, mais de l'Atlantique cette fois, chutes abondantes et presque également réparties au cours de l'année.

Cette distribution des températures et des précipitations se reproduisant exactement de la même façon dans la zone de 40° à 60° de latitude Nord au-dessus de l'ancien continent, nous sommes en droit de distinguer trois climats nettement distincts : maritime de l'Ouest, continental, maritime de l'Est.

L'influence de l'eau sur l'atmosphère est liée aux différences de capacité calorifique des deux fluides. La quantité de chaleur cédée par un mètre cube d'eau de mer qui se refroidit de 1 degré peut élever de 1 degré 3.118 m³ d'air. En outre, la congélation de l'eau douce

dégage 80 calories, celle de l'eau salée 35,56 millièmes, de sorte que la congélation de l'estuaire et du golfe élèvera d'un degré plus de 180.000 m³ d'air pour chaque m³ de glace produit. La fusion produira le phénomène inverse et la quantité de chaleur nécessaire sera prise à l'air ambiant.

Les données que nous possédons à l'heure actuelle sur les températures du golfe et de l'estuaire, leurs variations au cours des saisons et d'une année à l'autre ne nous permettent pas d'établir ce que l'on pourrait appeler le « budget de chaleur » de cette région maritime. Mais le simple calcul de la superficie intéressée montre que cette surface est de 61.940 milles carrés. La surface d'un mille carré est de $1.852 \times 1.852 = 3.429.904$ m².

Si l'on borne le calcul du potentiel calorifique à la tranche d'un mètre d'épaisseur, le nombre précédent représente autant de m³, dont chacun fournit ou absorbe par degré la différence de température : 1.000 K. cal. La capacité calorifique de la tranche d'un mètre d'épaisseur et de 1 mille carré de surface sera donc approximativement $3,4 \times 10^9$ K. cal et le potentiel calorifique du Golfe pour chaque degré d'élévation de température sera :

$$61.940 \times 3,4 \cdot 10^9 = 210.596 \text{ milliards K. cal.}$$

Comme chaque m³ d'eau peut donner un degré à 3.118 m³ d'air, si l'on se borne à considérer la tranche d'air de 1.000 m. d'épaisseur au-dessus du Golfe, qui dépasse les plus hauts sommets des Laurentides, c'est trois fois sa surface qu'il est susceptible d'influencer par le réchauffement d'un degré envisagé. Naturellement cette surface déjà importante est susceptible, au moment de la congélation ou de la fusion, d'être multipliée par 56 ou 80 suivant le degré de salinité de l'eau. Et à toute époque la distribution des températures de surface nous renseigne sur l'échauffement que l'on serait en droit d'attendre partout, s'il n'y avait pas d'apports labradoriens dans cette masse. En août 1949 par exemple, nous avons constaté que jusqu'à la traverse de Saint-Roch les températures de surface s'élevaient à 22° C. A la même époque, au centre de l'estuaire entre Anticosti, les Sept Iles et Mont-louis, elles atteignent 18° C. En baie des Chaleurs, elles dépassent 20° C. C'est la même température, de 20 à 22° C, que l'on trouve dans les petits lacs du voisinage, à la Malbaie ou à Saint-Pacôme. Il est donc tout à fait anormal de trouver à la même époque 11° sur la côte Nord et à peine 12° sur la côte Sud, que le voisinage de la terre devrait réchauffer davantage. Il est encore plus extraordinaire de ne compter que 6° C au barrage du Saguenay, entre l'île Rouge et l'île Verte. Il y a là une diminution de 10° C au moins, que l'eau polaire fait subir au réchauffement solaire normal et il est bien évident que si cette source pouvait être tarie, la température générale se stabiliserait en été au voisinage de ce que l'on remarque dans les parages qui sont moins influencés par l'eau labradorienne (fig. 13).

Ce qu'il importe de voir également, c'est que la température de l'eau du Golfe joue le rôle d'un frigorigène en été, mais qu'en hiver les échanges se font dans l'autre sens. Quand l'air descend à — 20° ou — 25° C, c'est la surface non gelée de la mer, fût-elle voisine de 0° C, qui lui passe des calories, et c'est pourquoi nous avons pu voir l'effet régulateur qu'elle produit se manifester par l'aspect sensationnel des courbes d'isoamplitudes, dont l'axe des sommets coïncide avec la faille laurentienne. Mais il est évident que si, au début du refroidissement automnal, la température de la surface du Golfe présentait une élévation de 10° C sur sa moyenne actuelle, la quantité de chaleur libérée par son refroidissement serait simplement 10 fois plus forte. Il en résulterait sur le climat de la région environnante et fort loin, par suite des vents régnant, une prolongation de l'automne fort avantageuse pour la possibilité d'entreprendre des « cultures dérobées » dans les endroits favorables, une diminution encore plus marquée des excès du froid, une réduction importante de la masse d'eau congelée et par suite une avance intéressante du printemps, dont les premières chaleurs ne seraient pas perdues en efforts de fusion de la glace.

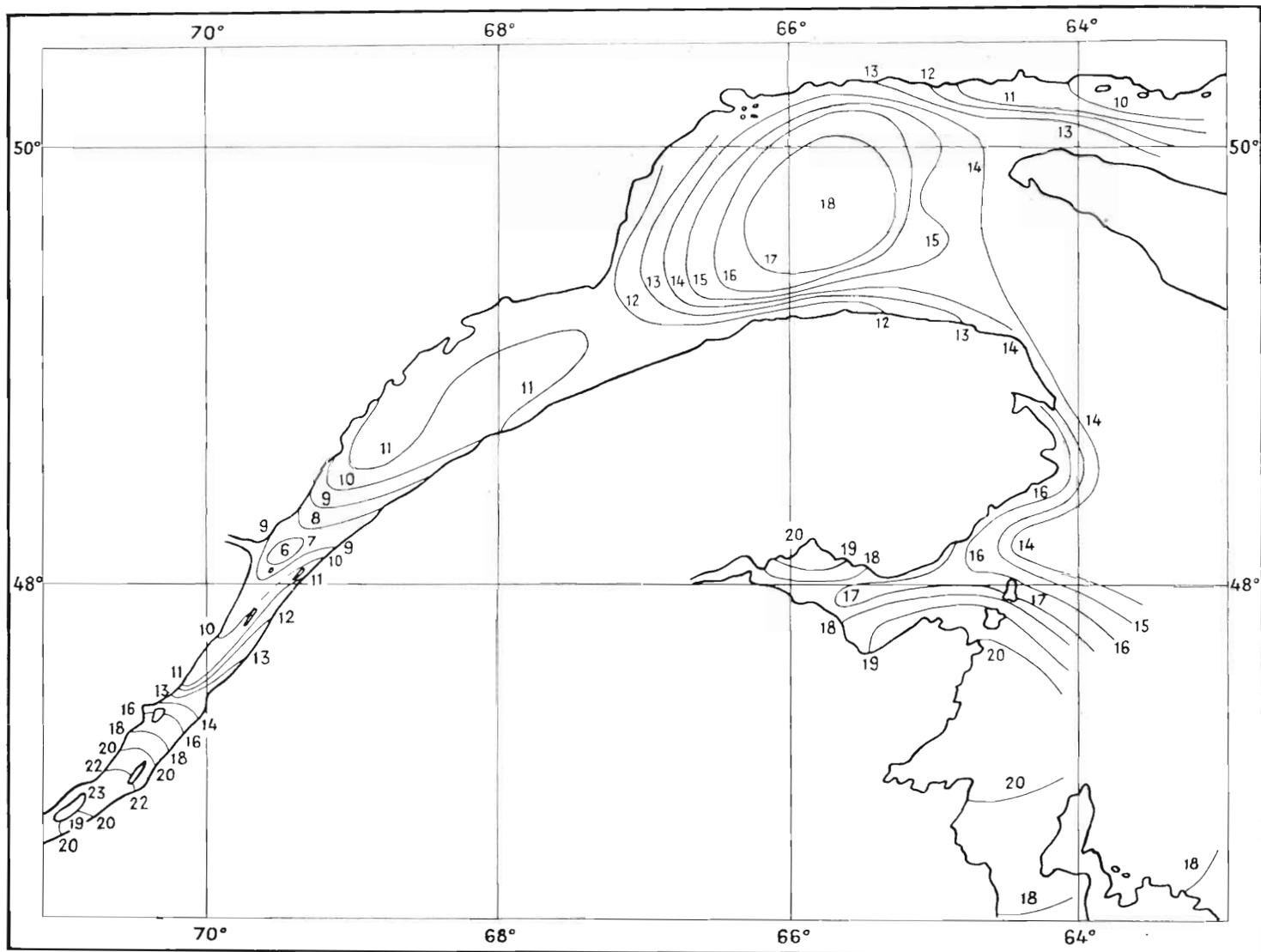


FIG. 13. — *Températures en surface. Août 1941-1949.*

Il est tout à fait remarquable de constater que l'eau est libre et la navigation possible pendant l'hiver sur la côte nord du Saint-Laurent, sauf par endroits, au voisinage des côtes. La mer s'y refroidit, mais pas assez pour geler. Les glaçons que l'on rencontre sur le fleuve et qui produisent vers février une embâcle au détroit de Cabot sont des glaçons d'eau douce charriés par le courant de sortie ou des glaçons d'eau de mer, de la banquise formée sur place. L'eau polaire de Belle-Isle charrie des icebergs de petite taille qui viennent s'échouer sur le talus d'Anticosti ou s'agglomérer au *pack* central. Entre eux, l'eau n'est pas gelée. Mais elle est très froide et voisine du point de congélation, qui avoisine -2° . Si elle n'y parvient pas tout à fait c'est par suite de l'influence des couches inférieures, qui ne perdent que lentement leur température et viennent remplacer en surface les eaux alourdis, qui coulent lorsque leur densité est plus forte que celle des eaux qu'elles surmontent.

Ce phénomène se produit tous les ans. Mais de même qu'il y a des années chaudes et des années froides, la mer connaît des variations rythmiques très accusées. On sait que la période séculaire des taches solaires est de 111 ans. Elle comporte 3 harmoniques de 37 ans, au cours desquelles les mêmes phénomènes réapparaissent avec plus ou moins de variations de détail. Cette période de 37 ans possède elle-même deux harmoniques de 18 ans 1/2 avoisinant le cycle de Saros qui est celui des marées. Nous avons vu le rôle capital qu'il joue dans les phénomènes de résonance et tandis que l'on utilise généralement le rythme décennal de 11 ans des taches solaires pour sa répercussion sur les températures atmosphériques et les fluctuations de pluviosité, c'est autour de 9 ans que se cale le cycle des variations marines (fig. 14).

Il existe un grand maximum séculaire en 1884-85, une harmonique importante en 1921-22, une en 1941, et 1949-50, est un maximum secondaire. 1947, au contraire, est une année froide. Or, il se trouve que précisément en 1941 et 1947, en juillet et août, l'annexe de l'École des Pêcheries de Sainte-Anne de la Pocatière a pu faire dans l'estuaire des relevés, qui devraient être suivis chaque année, étant donné les enseignements que l'on pourrait en tirer à bien des points de vue.

En 1941, le courant de l'estuaire, dans toute la vallée jusqu'au fond, s'écoulait de l'amont vers l'aval, ce qui semble normal. En 1947 il en était de même jusqu'à 100 m. Puis le courant changeait de sens et de 100 m. au fond, et surtout à partir de 200 m., il remontait la pente du thalweg, toujours accompagné de ces mouvements tourbillonnaires qui sont la règle. La carte du Service hydrographique est suffisante pour avoir une bonne appréciation des volumes de chaque tranche. La tranche de 100 m. au fond, comprise entre le Saguenay et la traverse de Gaspé à Anticosti, pour laquelle nous avons des observations, représente un volume de 4.490 milliards de m^3 . On peut la décomposer en trois tranches. De 300 m. au fond, l'augmentation de température de 1941 à 1947 était de $0^{\circ}65$; celle de 300 à 200 m. était en hausse de $0^{\circ}50$ et celle de 200 à 100 de $0^{\circ}26$. Ayant les volumes par tranche, il devenait facile de mesurer l'excès de potentiel calorifique d'une année sur l'autre. La hausse de 1947 sur 1941 était de l'ordre de 1.700.000 milliards de calories.

Encore une fois, il ne s'agit pas de présenter ici un embryon de budget de chaleur du Golfe, mais simplement d'attirer l'attention sur une question d'importance primordiale dans toute étude climatique de la province. S'ils avaient connu cet apport considérable de chaleur véhiculée par l'estuaire, les riverains de Matane auraient été moins surpris de voir leur port déclavé dès le début de février 1948, ce qui ne s'était pas produit, disait-on à l'époque, depuis 45 ans. La glace a été effectivement fort peu encombrante cette année-là. Serait-il possible de remonter dans le passé et de retrouver des constatations analogues et à quelles dates? Existe-t-il un rythme, comme pour les migrations des oiseaux, la feuillaison ou l'efflorescence, la date d'apparition et l'abondance de la sève d'érable à sucre? Autant de questions qui méritent autre chose qu'un levé rapide obtenu avec des moyens de fortune.

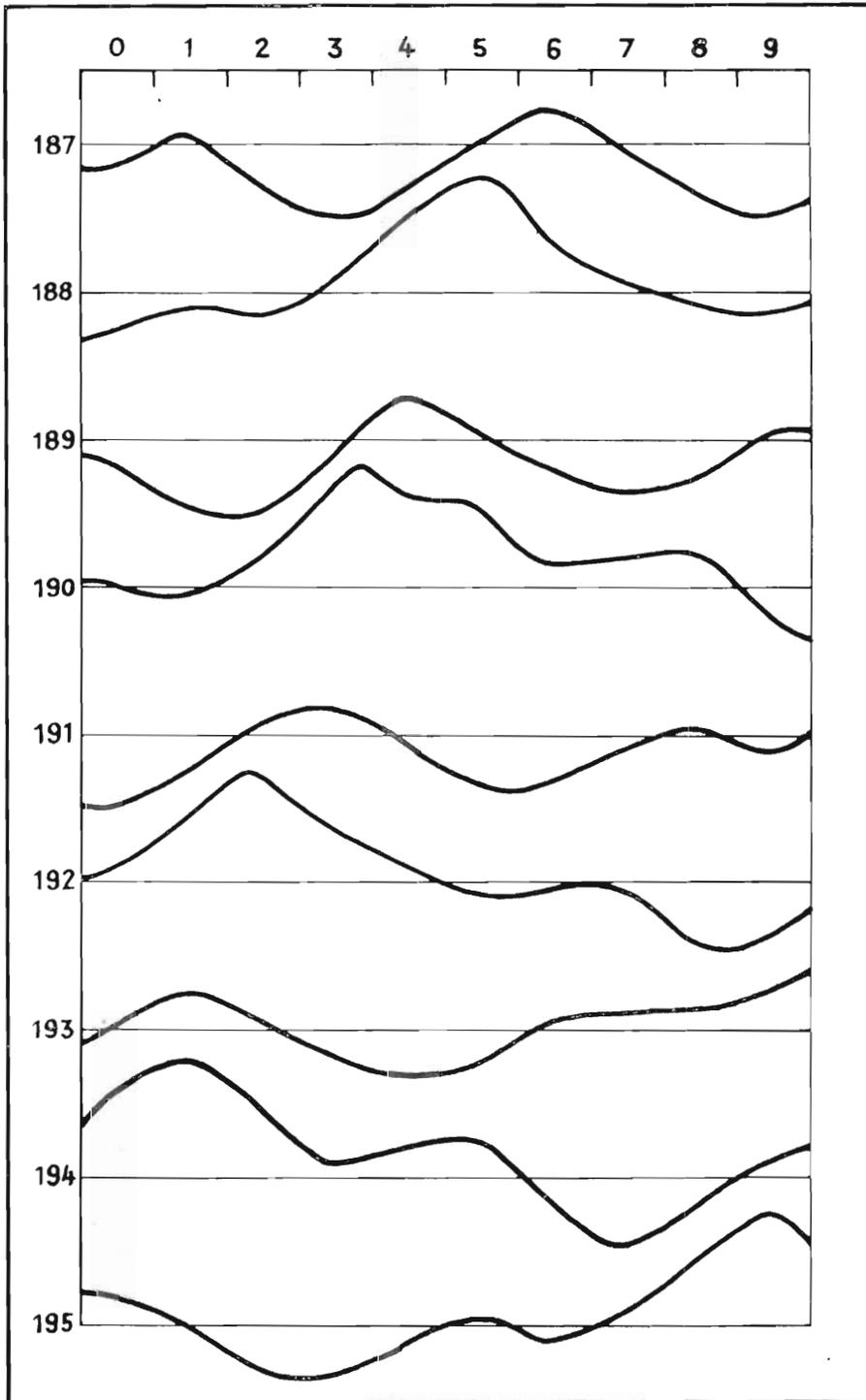


FIG. 14. — Courbe de réchauffement Cette courbe indique pour chaque année de 1870 à 1959 la valeur relative de l'échauffement annuel par rapport à la moyenne figurée par la ligne horizontale correspondante

Si l'alternance des refroidissements et réchauffements des eaux du Golfe est un jour examinée avec soin, on ne manquera pas de constater le paradoxe apparent que j'ai maintes fois signalé, en particulier dans les eaux de Terre-Neuve, dès 1927.

Les années froides sont des années de flux polaire abondant. La température minima de la couche est à sa partie inférieure, par suite de sa densité plus forte. Cette couche d'eau polaire peu salée flotte sur les eaux atlantiques comme une nappe d'huile sur de l'eau et sans se mêler davantage. Si la couche est épaisse, ce minimum froid ne peut passer par Belle-Isle qui ne lui présente une ouverture que jusqu'à 85 m. de profondeur et il est rejeté au large de Terre-Neuve. Ce qui pénètre dans le Golfe est la tranche comprise entre la surface et 50 à 75 m., tranche légèrement réchauffée, surtout au cours de l'été et par suite moins réfrigérante pour l'atmosphère. *L'eau du Golfe est donc plus chaude en années froides.* C'est précisément le cas de 1947. Tout au contraire, si l'année est chaude, le flux polaire est pauvre ; sa température minima, au bas de la couche, est plus voisine de la surface tout en gardant sa température de $-1^{\circ}5$ environ, entretenue, ne l'oublions pas, toute l'année : durant ce temps, cette eau glacée vers 50 m. de profondeur entre sans difficulté à Belle-Isle et en dehors du trouble qu'elle apporte à la pêche en faisant fuir le poisson du fond, elle influe sérieusement sur la température et se fait sentir, par conductibilité, du fond à la surface et de là à l'atmosphère.

Ce paradoxe apparent est la clef de la distribution hydrologique du Golfe. Et quand on parle de températures non seulement dans le Golfe du Saint-Laurent, mais dans la province de Québec, c'est un point à ne jamais perdre de vue.

IX. — LE ROLE DU DETROIT DE BELLE-ISLE.

Depuis plus d'un siècle que s'est posé avec ANDERSON pour le Service hydrographique canadien le problème de la circulation des eaux dans le Golfe et l'estuaire de Saint-Laurent, on ne peut pas dire que la question ait beaucoup progressé. Les observations sont de peu de durée, se cantonnent généralement à la surface et sont fortement influencées par l'importance des courants de marée, qui sont pourtant très superficiels car les marées ne dépassent pas 5 pieds (1,5 m.). Ce qu'indiquent les Instructions nautiques se réfère naturellement aux courants de surface, qui intéressent les navigateurs et ne fait que confirmer les premières constatations du capitaine VAUGHAN, qui séjourna un an (de 1860 à 1861) sur Belle-Isle et nota jour par jour avec la température et la pression barométrique et le vent en force et direction, la course des icebergs, qui étant plongés profondément dans l'eau accusent mieux les courants de profondeur. Ce n'est que tout à fait par exception que le courant dans la partie nord du détroit n'est pas dirigé vers l'Ouest, c'est-à-dire vers le Golfe. Sa vitesse moyenne est de 2 nœuds et peut atteindre 3,5 aux grandes marées pendant le flot, ou lorsque le vent souffle de l'Est avec force. Il en résulte que c'est par le Nord que l'on voit entrer les icebergs, qui peuvent être très nombreux puisqu'en 1858 le capitaine VAUGHAN en signale 496 en vue le 30 mai. Ce chiffre est très variable ; en 1857 il n'y en avait que 36 en vue au maximum de la saison. Remarquons en passant que 1856-57 est une année chaude du rythme. VAUGHAN fait encore remarquer que l'hiver les icebergs ont complètement disparu. Or il en sort fort peu et seulement par le Sud, le long de la côte de Terre-Neuve qui est remarquablement balayée par un courant sortant aux heures de jusant et d'une température plus élevée que celui qui entre par la côte nord.

On peut dire que c'est à peu près tout ce que l'on possède de plus précis sur la question. Aucune étude n'a encore été faite sur les densités des eaux profondes dans le détroit, permettant d'établir le réseau des isodynamiques et d'apprécier l'intensité des courants et leur direction à tous les étages.

Il en résulte que ce que nous lisons des commentaires assez nombreux des curieux qui se sont penchés sur ce problème, n'a qu'une valeur subjective et révèle parfois d'assez fortes illusions.

C'est ainsi qu'un monsieur HAMOND, vers 1896, imagine qu'un barrage soit installé dans le détroit et suggère qu'il faciliterait l'entrée du Golfe du Saint-Laurent au Gulf-Stream, comme si ce barrage devait supprimer la force de Coriolis due à la rotation de la terre et permettre aux eaux atlantiques venant du Sud de traverser les bancs de Terre-Neuve en renvoyant probablement les eaux labradoriennes à l'Est. En 1921, dans un bulletin de la Société de géographie de Québec, il est fait mention des rapports de 1895 et 1907 de la Commission d'exploration hydrographique sous le titre : « Les courants du détroit de Belle-Isle ». A la même époque, 1920-1922, paraissent les études de DAWSON, du département du Service Naval d'Ottawa, intitulés : « Courants dans le Golfe du Saint-Laurent. Marées et courants de marée. Températures et densités des eaux de l'Est canadien ». L'auteur de l'article de la Société de géographie est convaincu que la question est épuisée, que le courant est uniquement une affaire de marée, qu'il n'y a pas d'infiltrations glacées dans le Golfe par Belle-Isle, et il conclut :

« Il est de fait qu'au printemps, à bonne heure, des glaces erratiques venant des régions du Nord peuvent s'introduire dans le détroit au retour du courant vers l'intérieur, mais le courant de sortie emporte toutes les glaces du détroit et le fait libre.

« Ce qui a pu contribuer à ancrer davantage une erreur dans les esprits, c'est qu'au montant le courant du détroit est parfaitement visible par suite du mouvement des glaces, tandis que celui de retour vers l'Atlantique n'offre rien de semblable. »

Il y a une certaine contradiction entre les deux paragraphes. Si le courant de sortie emporte les glaces du détroit et le fait libre, comment se fait-il que ce courant de retour n'offre pas de mouvements d'icebergs comparables à celui de l'entrée ?

Dans ce dilemme, nous en reviendrons aux observations prolongées du capitaine VAUGHAN que nous avons citées et au rapport du capitaine BAYFIELD : « Sailing direction for the Gulf and River St Lawrence » de 1838, cité en 1877 par l'Hon. P. FORTIN dans *Minerve* :

« La réalité d'un courant allant en dedans, à travers le détroit de Belle-Isle, est confirmée par la présence des banquises qu'il transporte tous les ans dans le Saint-Laurent, *malgré les vents régnant du Sud-Ouest*, les charriant parfois jusqu'à Mécatina, c'est-à-dire à 150 milles de l'embouchure du détroit et à 90 milles de sa partie la plus étroite à la Pointe Amour, et quelquefois jusque dans le voisinage de la *pointe Est de l'île d'Anticosti*. Il est probable que c'est une branche du grand courant venant de Davis, qui, on le sait, coule le long de la côte du Labrador et transporte tous les ans de nombreuses banquises vers le Sud. Après être entré dans le Golfe, il court le long de la côte Nord ou du Labrador, à la distance de deux à trois milles des îles du large, laissant ainsi une zone étroite près de la côte, dans laquelle les courants de marée, lorsqu'ils ne subissent pas l'influence du vent, sont assez réguliers. Passant au large de Mistanoque, des îles du Gros Mécatina et de la basse Southmaker, il poursuit sa course dans une direction que lui donne la configuration de la côte, jusqu'à ce qu'il soit tourné tout à fait vers le Sud, à l'aide du courant léger venant de l'Ouest, que l'on trouve souvent entre Anticosti et la côte Nord, durant les vents d'Ouest, et que la pointe de Natashquan force à dévier de sa route. Les deux courants une fois réunis, continuent leur course vers le Sud, à un degré de vitesse qui diminue à mesure qu'il s'étend de plus en plus, mais cette vitesse n'excède jamais un demi-nœud à l'heure et ils se joignent finalement à l'est d'Anticosti au courant principal, qui descend du fleuve Saint-Laurent entre Cap Ray et Saint-Paul. »

Tout ceci est bien observé et confirme ce que nous savons, pratiquement, par l'observation des icebergs échoués le long de la côte jusqu'à Anticosti. La seule erreur est que, manquant d'observations de profondeur, BAYFIELD n'a pu voir que le courant du passage Jacques-Cartier, entre Anticosti et la côte Nord, qui peut quelquefois à la faveur du vent et de la marée se diriger vers l'Est *en surface*, est en réalité, avant 25 m., dirigé vers l'Ouest, comme le montrent nos graphiques. En outre, le courant d'entrée par Belle-Isle, qui n'entre pas dans le passage Cartier, parce qu'au moment de sa rencontre avec les hauts fonds il est dévié vers la gauche, commence alors un grand mouvement tourbillonnaire sinistrogyre qui le ramènera vers Belle-Isle, concurremment avec le flux d'entrée par Cabot, côté oriental, et sa progression avec la vague de réchauffement le long de la côte de Terre-Neuve.

Malgré l'opinion officielle actuelle, il n'est donc pas étonnant que les esprits soient partagés devant le problème de Belle-Isle. Et la discussion n'étant toujours pas épuisée, un nouvel élément vient d'être apporté aux débats en 1953 par des rumeurs provenant de la Manche de Tartarie.

On sait que l'Archipel du Japon est séparé de la Sibérie par la Mer du Japon, qui s'étend de 33° à 45° de latitude Nord et est prolongée entre l'île de Sakhaline et le continent par la Manche de Tartarie, du 45° au 52° degré. Sakhaline prolonge exactement au Nord l'île de Yeso, au delà du détroit de Lapérouse. A cet endroit la Manche de Tartarie peut avoir 200 milles de largeur, d'Est en Ouest. A l'extrémité Nord, cette distance des côtes tombe à une dizaine de milles. Précisément entre Pictou, latitude 45°, et le Cap Ray, la distance est de 200 milles. A la latitude 52°, au détroit de Belle-Isle, la distance des côtes est de 10 milles. On voit combien ces deux régions sont comparables géographiquement (fig. 15).

Or, Vladivostok (latitude 43°) plus méridional que l'île du Prince-Edouard, de même qu'Halifax, est bloqué par la glace une partie de l'hiver, par suite de l'influence de l'Oya Shivo, courant froid qui joue en Sibérie le même rôle que le courant labradorien au Canada.

Car les eaux en mouvement à la surface de la terre appliquent l'Oya Shivo contre la côte continentale placée à droite de son mouvement, exactement comme elles bloquent le courant labradorien contre la côte canadienne. C'est pourquoi la Manche de Tartarie est un orifice ouvert aux eaux polaires glacées, exactement comme Belle-Isle.

Qu'y a-t-il d'exact dans la nouvelle répandue par les navigateurs en 1953 d'une élévation anormale de la température de l'eau à la latitude de l'île de Yeso dans la Mer du Japon, et dans le déblocage hivernal du port de Vladivostok ? La distance de Sakhaline à la côte de Sibérie est très voisine de celle qui sépare Terre-Neuve de la côte labradorienne ; les profondeurs sont du même ordre et l'obturation de ces deux brèches, en déviant vers l'Est le courant polaire venant du Nord, aurait des résultats analogues et d'une importance capitale pour la navigation comme pour le climat.

Il y a donc eu au cours des temps, depuis cent ans tout au moins, bien des projets d'obturation du détroit de Belle-Isle. M. HAMOND, en 1897, estimait le coût du travail à 9 millions de dollars. L'Hon. FORTIN, qui en 1877 répondait à un article du *Post* de Liverpool, dont l'auteur lançait, lui aussi, l'idée d'un barrage, fait un rapprochement avec la digue de Cherbourg, qui a, dit-il, 2 1/3 milles anglais à la base, 65 pieds 8 pouces de haut, et fut construite avec de grandes difficultés de 1783 à 1853 au prix de 12.750.000 dollars. Celle de Belle-Isle, de Pointe Amour à Savage Cove, aurait 10 2/3 milles anglais, une hauteur moyenne de 210 pieds, c'est-à-dire 4,5 fois plus de long et 3,2 fois plus de haut, soit 14,4 fois plus de volume et au même cours reviendrait à 178.000.000 de dollars. Mais la base devrait être plus forte et comme on ne pourrait guère travailler plus de trois mois par an, il serait bon de compter sur une dépense de l'ordre de 200 millions de dollars.

La surface de la section du détroit au point indiqué par l'Hon. FORTIN serait de

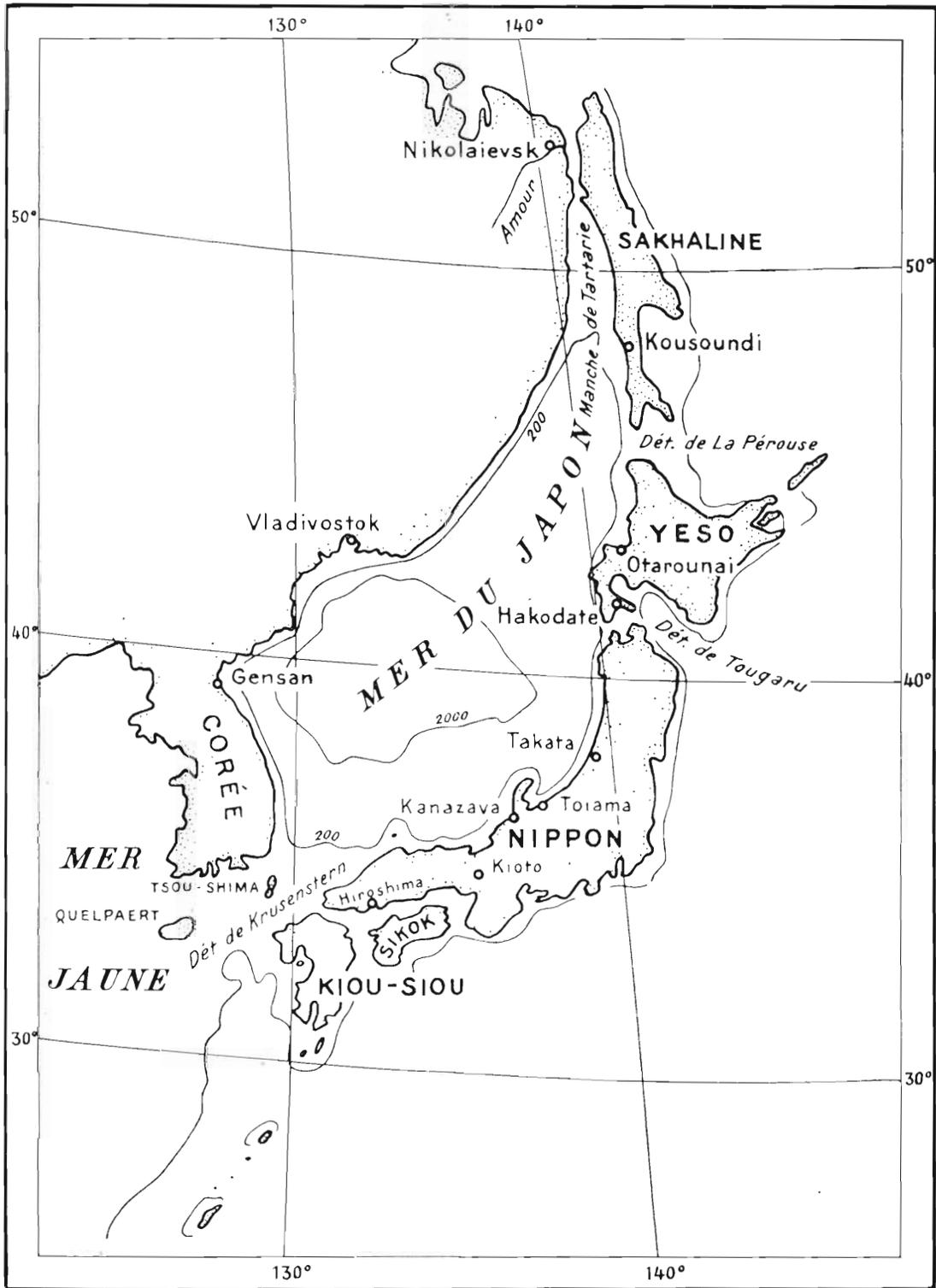


FIG. 15. — Manche de Tartarie

1.071.400 m², ce qui, avec un remblai de 50 m. d'épaisseur moyenne, représente un cubage de blocs voisin de 54 millions de m³. Là-dessus, la maçonnerie enfoncée dans les blocs et débordant la surface devrait avoir 16.500 m. de long, 15 m. de haut et autant de large, soit près de 4 millions de m³. Ce n'est évidemment pas irréalisable, à côté du percement de l'isthme de Panama, même en ajoutant une écluse à chaque extrémité. Il est certain toutefois, même avec l'intérêt de rendre un jour la côte Nord plus habitable en vue de l'exploitation des minerais de l'Ungawa, qu'une telle entreprise ne sera pas réalisée de si tôt. Mais si l'obturation de Sakhaline s'avérait un jour exacte, on peut être assuré que l'obturation de Belle-Isle recommencerait à agiter sérieusement l'opinion publique et non sans raison.

X. — LES PECHERIES DU GOLFE DU SAINT-LAURENT.

Comme les deux éléments physico-chimiques les plus importants de l'habitat des espèces marines, la température et la salinité, ont une gamme très étendue dans les eaux labradoriennes, on pourrait s'attendre à rencontrer dans le Golfe une très grande variété d'espèces.

Or, il n'en est rien. Dans sa nomenclature classique « Field Book of marine fishes from Labrador to Texas », Charles M. BREDER mentionne 395 espèces différentes. Le D^r BIGELOW, dans son catalogue des poissons du Maine, réduit ce nombre à 198. Là-dessus, 91 appartiennent encore au Golfe du Saint-Laurent.

Examinons maintenant la question au point de vue commercial et alimentaire, en éliminant les curiosités naturelles ; il n'y a pas plus de 34 espèces qui méritent d'être dénombrées, et le Ministère des Pêcheries, dans ses statistiques, se borne à 30 dénominations, dont certaines, comme la sole et la sardine, sont des appellations erronées de pêcheurs, pour la plie ou le hareng de moins de deux ans.

Mais ce que ne disent pas les catalogues, qui se bornent à sérier les caractères des espèces, c'est l'importance relative des populations enregistrées. Il faut s'adresser aux statistiques de pêche. Une population, en effet, dépend de deux facteurs : le nombre d'espèces et le nombre d'individus de chaque espèce. Et c'est le deuxième facteur qui est impressionnant. Eperlan, hareng pondent 30.000 œufs ; la plie, 50.000 ; le gaspereau 100.000 ; l'alose 150.000 ; le maquereau 550.000. Haddock, esturgeon, flétan passent 2 millions, et la morue, de 5 à 14 ans d'âge, dépose chaque année de 4 à 9 millions d'œufs.

Si nous consultons les statistiques pour une année moyenne d'après-guerre, nous apprenons que la province de Québec produit 60.108 tonnes dont 2 ou 3 concernent un ensemble sans dénomination de marché, renfermant toutes ces curiosités naturelles qui remplissent des pages de manuels, mais ne constituent qu'un apport négligeable pour la consommation. Les espèces utilisables se classent de la façon suivante :

Morue	38.290 t	Saumon	292 t	Esturgeon	116 t
Hareng	17.247	Capelan	277	Flétan	44
Maquereau	3.035	Merlu	236	Alose	45
Eperlan	296	Plie	186	Loche	41

Ces chiffres nous donnent une idée approximative de l'importance relative des espèces intéressantes.

La meilleure appréciation de la qualité d'une pêche consiste à calculer le rendement par tête, qui s'obtient en divisant le total des apports par le nombre des pêcheurs. Pendant les longues années que j'ai passées sur les bancs de Terre-Neuve, il m'est arrivé bien des fois de comparer le rendement de cette pêche avec le produit obtenu sur le plateau continental européen, par les mêmes hommes armés des mêmes engins. Manche et Mer du Nord sont

actuellement surpêchées et l'on y court à la destruction rapide des espèces comestibles, si des mesures radicales ne sont pas entreprises. Le malheur est que comme peuplement et dépeuplement sont des progressions géométriques, le mal n'apparaît comme imminent que lorsqu'il est bien tard pour y remédier.

Par contre, l'immense étendue des bancs de Terre-Neuve et du plateau continental américain n'est encore qu'à peine effleurée par de rarissimes pêcheurs et de plus l'eau polaire qui les recouvre est d'une richesse prodigieuse en plancton, c'est-à-dire en vie animale indispensable à la vie, non seulement des jeunes, mais même des adultes, particulièrement au moment des rassemblements de ponte, où se font les fortes captures. De sorte qu'en gros, le rendement par tête est de 5 à 6 fois du côté américain ce qu'il est du côté européen.

On entend périodiquement des esprits chagrins, profondément ignorants des conflits mystérieux qui s'échangent entre les masses d'eau en présence, se lamenter de la disparition régionale d'un poisson et accuser les engins modernes d'être les auteurs de tout le mal. Cela peut être vrai en certains cas, mais non partout. Si l'on veut bien consulter le rapport de l'archiviste de Québec de 1925, on trouvera la série des comptes rendus du sire DE BROUAGE, lieutenant pour le Roi de la côte du Labrador de 1743 à 1763, avec son siège au détroit de Belle-Isle. On y constatera qu'à cette époque lointaine, nos aïeux qui pêchaient à la ligne à la main, rapportaient en moyenne 60 quintaux à l'homme par campagne, c'est-à-dire 3 tonnes. Et c'était encore le total de capture des Portugais, qui sur le grand banc, jusqu'à la veille de la guerre, continuaient à pêcher de cette façon. Il s'agit de poisson salé, c'est-à-dire qu'il faut multiplier cette quantité par 4 pour avoir le poids de poisson réellement sorti de l'eau.

Comment soutenir alors que le poisson a diminué ? Quelle est la valeur d'une observation personnelle unique en matière de statistique ? Comme je demandai à un horticulteur angevin qui, sur un terrain de trois hectares, récoltait la bagatelle de 45 tonnes de poires, s'il n'observait pas, dans son verger, une alternance d'années productrices ou déficitaires, je m'attirai cette réponse : « Quand on sait son métier il n'y a pas de mauvaises années ; l'influence du climat, ça se corrige ».

Il en est absolument de même en matière de pêche. Si l'on attend que le poisson vienne vous trouver devant votre porte et s'il s'entasse dans les pêcheries à fascines du rivage au point de n'être bon qu'à faire du fumier, si deux ans après il déserte la région parce que les circonstances sont devenues défavorables, il ne sert à rien de se lamenter sur l'inclémence des temps, qui étaient, cela va sans dire, beaucoup plus beaux « du temps de mon grand-père » ; il convient d'aller chercher le poisson là où il se trouve et de s'équiper en conséquence.

Posons d'abord un certain nombre de principes qui auront d'autant plus de chances d'être vérifiés qu'ils seront plus généraux et tenons-nous-en de façon à soumettre nos recherches à un plan rationnel, non pas théorique et préconçu, mais sagement empirique et pragmatique.

Premier principe. — L'habitat du poisson que nous cherchons a ses limites, que nous devons connaître. Prenons, par exemple, le roi des poissons du plateau continental américain au nord du 45° degré de latitude : la morue. On ne la trouve jamais en eau atlantique de plus de 35 millièmes de salinité. Quand elle pond, elle cherche une eau de forte densité, de salinité supérieure à 33, si possible, et dont la température très basse ne descende qu'exceptionnellement au-dessous de 2° C. Son optimum, *l'eau de morue*, comme on peut l'appeler, possède une salinité de 33 à 34,5 et une température de 3° à 5° C. Après la ponte, lorsqu'elle cherche à s'alimenter, elle est susceptible de s'écarter de ces limites à la recherche de sa

proie. Mais on la trouvera rarement dans une eau de moins de 30 de salinité et de plus de 10° de température. Ceci détermine, dans le Golfe comme ailleurs, au cours des saisons, des régions inhabitables ou habitables à la morue. Et il faut se rappeler que le poisson ne peut franchir brusquement une différence brutale de 5° C sans danger de mort. A cet égard, il est bon d'avoir à la mémoire les hécatombes de « tilefish » sur les bancs de Nantucket en 1925, ou de morue, au printemps de 1934, à l'entrée du détroit de Belle-Isle, du côté du Golfe.

Deuxième principe. — Les eaux de température inférieure à 1° C sont impropres à la vie, parce que la nourriture fondamentale du garde-manger, le plancton, y est déficitaire, sinon nul, et que les animaux marins de toute taille les fuiront comme la peste. Il importe donc de savoir, le plus tôt possible, où se trouve le « voile », si par hasard il vient à tangenter les berges du talus continental et suivre ses déplacements s'il y a lieu, au cours de la campagne de pêche. Ceci indique donc l'intérêt de connaître la situation hydrologique du Golfe et ses variations, afin d'avoir une indication sur les régions favorables ou défavorables à la pêche. Cette reconnaissance, qu'il y aurait tout intérêt de renouveler deux ou trois fois si possible, au cours d'une campagne annuelle, serait incontestablement le meilleur office qu'il soit possible de rendre aux pêcheurs, si elle leur est communiquée sans perte de temps, par la radio par exemple, comme on envoie les bulletins météorologiques.

Troisième principe. — Les modalités du conflit des eaux en présence ne provoquent pas des conditions momentanément défavorables en un endroit, sans causer à 100 ou 200 milles de distance des conditions favorables. Et là il y aurait du poisson pour tous les pêcheurs du Golfe réunis. Il ne faut jamais perdre de vue que le poisson ne se crée pas spontanément à l'âge de 8 à 10 ans. Avant de se présenter à l'âge adulte devant un port, il a existé ailleurs et en abondance à un moment où il était déjà commercial et s'agglomérait le moment venu en *piaules* de pont. Il existe, chaque année, dans le Golfe, des *régions complémentaires*, qui permettent de corriger, si l'on a les jambes assez longues, la pénurie des années de disette.

Quatrième principe. — Ce qui ne convient plus à un poisson, peut convenir à un autre. La liste des habitats des différentes espèces pêchées et leurs caractéristiques permet de voir que ces habitats ne sont nullement superposables, hydrologiquement, s'ils peuvent coïncider géographiquement. L'ânon ou églefîn joue ainsi, par rapport à la morue, le rôle d'*espèce complémentaire*. Seules les limites des bancs peuvent quelquefois s'interpénétrer, mais le « bulk », la masse principale de chaque essaim, est nettement séparée de sa voisine et une simple observation des températures et salinités au sein de chacune d'elles fait immédiatement ressortir la légère différence qui les place en quelque sorte de part et d'autre d'une barrière naturelle qui différencie leurs habitats. Le hareng et le maquereau sont ainsi complémentaires. On les pêchera dans les mêmes parages, mais pas simultanément, et seulement quand les conditions hydrologiques auront changé : densité plus forte un peu pour le maquereau, mais surtout augmentation de la salinité car le maquereau aime une température un peu plus élevée que le hareng, et il n'est pas rare, dans un haut filet vertical de trouver le hareng maillé à la partie supérieure dans des eaux moins salées, tandis qu'à partir d'un certain niveau, c'est le maquereau que l'on rencontre ensuite jusqu'au fond et dans une eau un peu plus chaude, mais de salinité plus forte. Si l'on n'a pas les jambes longues et qu'on n'est pas outillé pour se déplacer, c'est le gréement qu'il faut changer. Ici, c'est une simple question de maille, et encore !

Comme nous ne possédons pas de documentation sur les variations de température et de salinité dans le Golfe (elles ne sont pas encore entrées dans les préoccupations de cet heureux pays, qui pour le moment n'a aucun intérêt à augmenter une production déjà surabondante), nous allons prendre le problème par son autre face, les résultats. Il est évi-

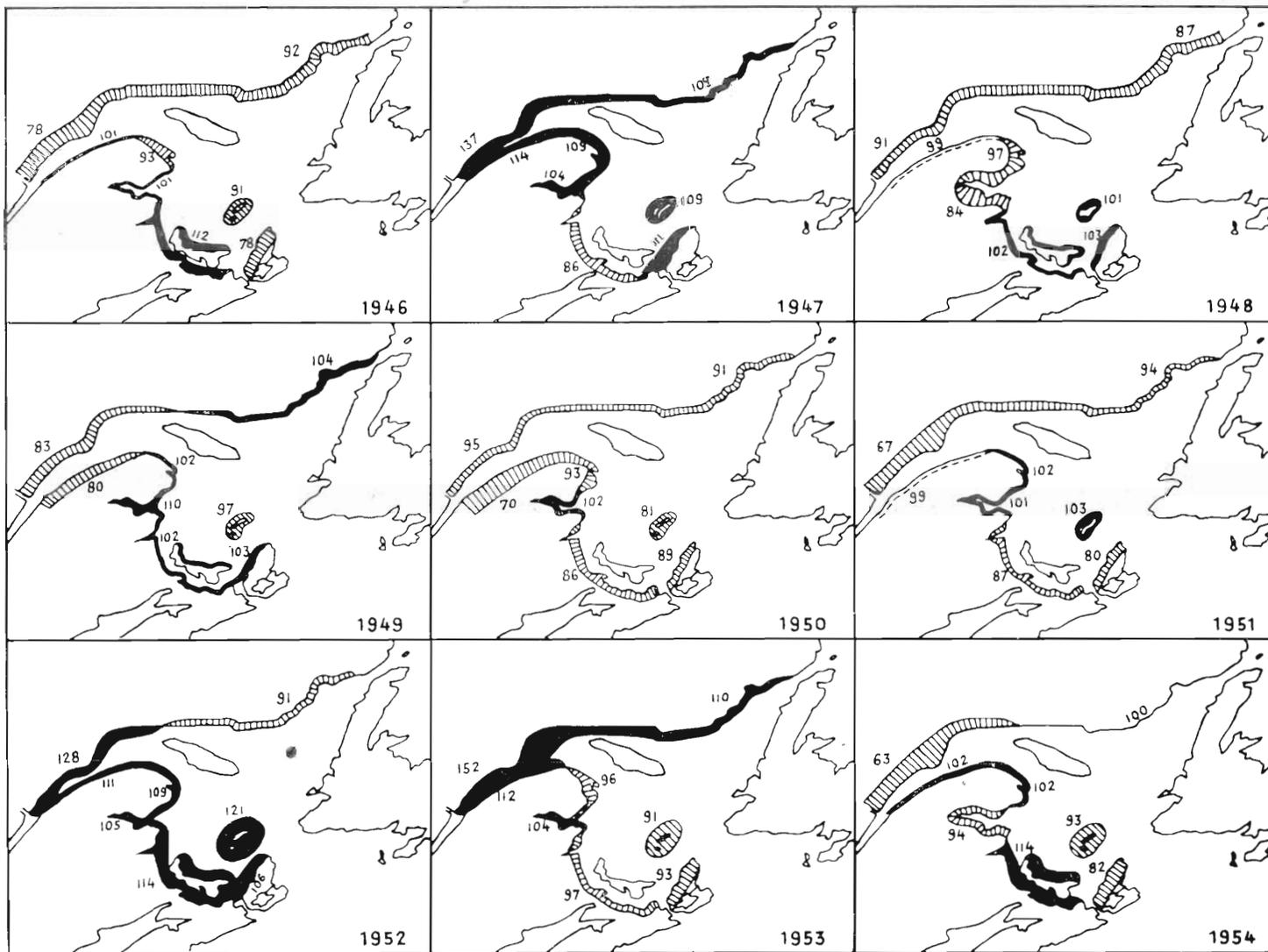


FIG. 16. — Variation cyclique de la pêche dans le Golfe 1946 à 1954.

La valeur 100 représente la moyenne de la pêche des 30 dernières années dans la région, — le trait noir correspond aux bonnes années, les hachures aux mauvaises

dent qu'en principe, bonne pêche équivaut à abondance de population et mauvaise pêche à raréfaction. Ce n'est pas toujours exact ou plutôt les statistiques ont été si souvent modifiées que les chiffres ne sont pas toujours comparables. Ils ont longtemps indiqué le poisson salé. Le développement de la pêche frigorifiée a naturellement influé sur le remplacement de ces quantités par la production en poisson frais. On peut encore établir une comparaison lorsqu'on sait qu'en moyenne l'ébrayage, le nettoyage de la morue et l'évacuation de l'eau par salage absorbent les 3/4 en poids du poisson sorti de l'eau. Mais il est évident que ce calcul est un peu approximatif. En outre, il est assez difficile d'établir le rendement par tête de la pêche ; le nombre de pêcheurs varie sensiblement par suite de l'attrait de la pêche en périodes d'abondance, de son abandon en temps de « faillette ». Enfin la mévente du poisson oblige parfois à des opérations gouvernementales de subventions, de secours, qui provoquent négligence ou déséquilibre dans la production. Il n'y a qu'un moyen de tenir compte de variations qui fausseraient nos résultats. Totaliser les captures telles qu'elles sont relevées, par lustre de 5 ans. Etablir la valeur moyenne du groupe en divisant ce total par 5. Un coefficient nous indiquera ensuite la relation d'une année quelconque avec la moyenne du lustre : 100 étant une année moyenne, 110 à 120 indiquera une bonne année, 90 à 80 une année déficitaire.

Nous nous bornerons ici à un poisson, la morue. Le hareng et le maquereau ne sont pas exploités ; on ne les vendrait pas. L'éperlan et le capelan, en dehors des hécatombes effroyable d'alevins dans les nasses des pêches à fascines, servent à la distraction des pêcheurs à la ligne du haut en bas du fleuve. Les statistiques ne peuvent fournir d'indication sérieuse sur leurs quantités et leurs fluctuations. La morue, au contraire, pêchée d'une façon régulière, est bien suivie. C'est pourquoi nous l'adoptons, afin de marquer ce qui pourrait être fait pour les autres espèces.

Nous avons fait remarquer à propos de l'influence du Golfe sur le climat, qu'il se produit dans ses variations des fluctuations périodiques dont le rythme est d'environ neuf ans. Associons donc les données que nous possédons pour les 50 premières années du xx^e siècle de neuf en neuf ans et formons les moyennes pour chacune des régions suivantes :

- I. Côte Nord : Belle-Isle à Anticosti.
- II. Côte Nord : Anticosti au Saguenay.
- III. Côte Sud : Ile Verte à Pointe Renommée.
- V. Baie des Chaleurs.
- VI. Côte du Nouveau-Brunswick et île du Prince-Edouard.
- VII. Côte de l'île du Cap Breton sur le Golfe.
- VIII. Iles de la Madeleine.
- IX. Côte de Terre-Neuve sur le Golfe.

Les relevés qui concernent la neuvième région sont encore trop sporadiques pour permettre de les faire figurer, pour le moment, dans ce relevé. Portons sur le tableau suivant les moyennes obtenues d'année en année dans le cycle de neuf ans débutant en 1946 :

ANNÉES	REGIONS								
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	moyenne
1946	92	78	101	93	101	112	78	91	93
1947	109	137	114	109	104	86	111	109	110
1948	87	91	99	97	84	102	103	101	94
1949	104	83	80	102	110	102	103	97	97
1950	91	95	70	93	102	86	89	81	88
1951	94	67	99	102	101	87	80	103	92
1952	91	128	111	109	105	114	106	121	111
1953	110	152	112	96	104	97	93	91	107
1954	100	63	102	102	94	114	82	93	94

Nous ne nous dissimulons pas que ce tableau ne peut avoir la prétention de nous assurer une précision *ne varietur*. Il pourrait être considérablement amélioré si les statistiques, surtout préoccupées des points de vue relatifs à la consommation globale, nous apportaient quelques précisions plus grandes sur un groupe de pêcheurs standardisé, consacrant ses activités à une seule espèce de pêche et opérant avec un matériel identique. Quoi qu'il en soit, ce relevé nous donne certaines indications intéressantes (fig. 16).

On remarquera d'abord que les années déficitaires ne se produisent pas du tout simultanément dans tout le Golfe. Ainsi en 1946 (et plus tard en 1955 qui répètera la situation) la 7^e région est à son minimum, tandis que la 6^e qui lui est voisine est très favorisée. Le sachant, il est facile de faire 300 milles si on a les jambes suffisantes et d'aller où le poisson donne.

On voit également que les minima (soulignés) se déplacent d'année en année de la 7^e région vers la 1^{re}, comme si la venue d'une mauvaise année débutait par le Sud (vague chaude ?) et montait lentement vers le Nord comme une épidémie.

La plus mauvaise année de l'ensemble tombe en 1950 (5^e année) avec un coefficient 88. Or, 1950 est une année chaude du cycle. Par contre, 1947 et 1952-53, qui correspondent à des années froides, sont précisément de bonnes années. Or, nous avons expliqué à propos de la circulation et de l'entrée de l'eau polaire par Belle-Isle qu'en année froide le flux polaire est particulièrement abondant et richement entretenu toute l'année. La couche polaire est épaisse (150 m. et davantage). Ce qui passe par Belle-Isle dès le printemps, c'est la couche supérieure légèrement atténuée par le rayonnement solaire. Et on sait que l'eau polaire est particulièrement riche en plancton, qui n'attend qu'une température de 2 à 3° C pour explorer. Après les diatomées apparaîtra le plancton animal, copépodes et ptéropodes, qui alimentera le garde-manger pour les espèces moyennes, dont la grosse morue fait son alimentation de choix, sans pour cela dédaigner le plancton s'il est abondant, comme il l'est toujours en eaux favorables aux rassemblements de frai. Tout se tient et les statistiques ne font ici que corroborer ce que nous savons par ailleurs sur les conditions de bonne population des terrains de pêche. Il ne nous manque que la confirmation de ces conclusions par une étude de la situation hydrologique et planctonique aux divers étages, de jour et de nuit, comme j'ai pu le faire sur les bancs de Terre-Neuve pendant les années que j'ai passées à les parcourir en tout sens.
