

OFF
C41P4
C6/81

10 NOV 1963

C

Contributions du Département des Pêcheries
Québec — N° 81

B33

Régulation thermique des aquariums à eau froide et dispositif anti-buée

PAR

PAUL L. MONTREUIL

Centre biologique de Québec, Québec

(Extrait du *Bulletin de l'Institut océanographique, Monaco, N° spécial 1 B, pp. 115-121*)



DÉPARTEMENT DES PÊCHERIES
PROVINCE DE QUÉBEC
QUÉBEC
1962

2188



Bibliothèque Nationale du Québec

Contributions du Département des Pêcheries

Québec — N° 81

Régulation thermique des aquariums à eau froide et dispositif anti-buée

PAR

PAUL L. MONTREUIL

Centre biologique de Québec, Québec

(Extrait du *Bulletin de l'Institut océanographique, Monaco, N° spécial 1 B*, pp. 115-121)



DÉPARTEMENT DES PÊCHERIES
PROVINCE DE QUÉBEC
QUÉBEC
1962

Régulation thermique des aquariums à eau froide et dispositif antibuée*

PAUL L. MONTREUIL

Aquarium de Québec (Canada)

Depuis son ouverture, en juin 1959, l'AQUARIUM DE QUÉBEC s'en est tenu à son but principal : celui de présenter au public les Poissons indigènes du Canada, et, en particulier, de la Province de Québec.

Acclimatées aux conditions boréales, plusieurs de ces espèces requièrent, pour leur bien-être, une eau relativement froide. Leur conservation en milieu artificiel exige donc le refroidissement de l'eau et une régulation étroite de sa température.

D'autres espèces, en revanche, peuvent supporter une température plus élevée; il est, en effet, avantageux à plusieurs points de vue de les garder dans une eau plus chaude, car la bonne apparence du Poisson, sa vivacité et sa résistance à certaines maladies sont, en dedans des limites de tolérance de l'espèce, directement proportionnelles à la température du milieu ambiant.

Le plan original de notre aquarium prévoyait un fonctionnement en circuit fermé pour les deux sections, celle d'eau douce et celle d'eau salée. En eau douce, une circulation commune alimentait les 14 bassins d'exposition, d'un volume de 76 000 litres, et les réserves de 59 500 litres; le retour, conduit par trop-pleins à un bassin collecteur de 18 200 litres, était refroidi dans celui-ci par un élément de 1 100 cal. kg/min. L'eau refroidie était alors purifiée par un filtre de terre à diatomées de 7 mètres carrés de surface, au taux de 680 litres par minute, avant d'être montée au réservoir d'alimentation des aquariums. L'agencement de la section d'eau salée, comprenant 16 bassins d'exposition et des réserves d'un volume total de 260 000 litres, était essentiellement semblable, sauf que la filtration dépendait d'un filtre à gravier, de 7,5 mètres carrés de surface, et que la réfrigération suivait la filtration au lieu de la précéder.

La régulation de la température dans chacun de ces deux systèmes était possible par réglage thermostatique au niveau de l'échangeur de chaleur, mais nous étions limités à maintenir une seule température dans tous les bassins de chaque section.

Pour tenir compte des exigences disparates des deux groupes de Poissons mentionnés antérieurement, nous devions tenter un compromis et choisir une température moyenne. Par conséquent nous ne pouvions maintenir la majorité de nos spécimens dans des conditions optimales,

* Contributions du Département des Pêcheries N° 81.

l'eau étant un peu trop chaude pour certaines Truites et autres Salmonidés, pour la Morue et d'autres espèces benthiques marines, et un peu trop froide pour plusieurs autres espèces.

En partie à cause de ce problème, nous avons décidé, après un an d'activité, de modifier le plan pour permettre une plus grande souplesse et assurer pour chaque bassin la régulation de divers facteurs biologiques, chimiques et physiques. Les transformations se résumèrent à l'installation d'un ou de plusieurs filtres simples à chaque bassin, utilisant du gravier, du sable, de la soie de verre, du charbon de bois ou autres produits comme matière filtrante ou adsorbante. L'alimentation des filtres se fait, soit par connection à l'égout des bassins ou par siphon, et le retour est poussé par un jet d'air insufflé dans le boyau de retour.

Pour établir une régulation thermique individuelle, le réchauffement de l'eau ne présentait aucune difficulté. Le problème du refroidissement fut réglé en utilisant, autant que possible, ce que nous avons en main.

Refroidissement de l'eau

Le bassin collecteur d'eau douce de l'ancienne installation à circulation commune fut légèrement modifié pour recevoir 13 600 litres de solution d'antigel (glycol éthylique). Un des éléments réfrigérants maintient cette solution à une température de 5°C. Les deux éléments étant installés en parallèle, nous avons l'assurance d'en avoir un en réserve, ce qui facilite l'entretien, les réparations, etc.

Un circuit de tuyauterie apporte aux deux sections une circulation constante de réfrigérant au débit de 680 litres par minute. Les tuyaux d'arrivée et de retour du glycol passent ensemble près de chacun des bassins d'exposition et de réserve, de façon à permettre d'y brancher les échangeurs de chaleur, qui sont raccordés en parallèle. Faits de serpentins de tuyaux d'acier inoxydable, type 316, de 2 cm de diamètre, ces échangeurs forment des éléments plats, fixés verticalement au dos de chaque bassin. La longueur de tuyau utilisée pour chaque élément est déterminée par rapport à la masse d'eau qu'elle est appelée à refroidir; nous utilisons un facteur de 1 mètre de longueur de tuyau par 450 litres d'eau.

La température dans chaque bassin est maintenue à un degré déterminé par l'action de soupapes thermostatiques qui contrôlent le volume de réfrigérant qui entre dans chaque serpentin. Les bulbes et leurs tuyaux d'acier inoxydable, type 316, sont placés au fond des bassins, cachés par le décor. Nous avons choisi des soupapes hydrostatiques de préférence aux soupapes électriques pour leur simplicité de fonctionnement, leur plus longue durée en service et leur moindre risque de complications auxquelles sont sans cesse exposés les circuits à haute tension placés près de l'eau.

A la suite de ces transformations, nous pouvons maintenir la régulation de chaque bassin. Nous tentons de garder les facteurs chimiques, biologiques et physiques en dedans des normes que les différentes espèces peuvent rencontrer dans leur milieu naturel.

La possibilité d'agir dans des limites étroites sur ces mêmes facteurs s'avère très utile lorsqu'il s'agit d'appliquer des traitements aux spécimens, dans les bassins de réserve ou d'exposition, et augmente sensiblement les facilités de recherches expérimentales à la disposition de notre personnel scientifique. La précision et la régulation sont telles qu'on maintient sans difficulté la température de l'eau à moins de 1 degré de variation, entre 7° et 15°C. La nécessité d'une température supérieure à 20°C ne s'est fait sentir que rarement jusqu'ici; mais si le cas se présente, de simples éléments calorifiques suffisent au besoin.

Observation et enregistrement des températures

L'observation de la température de l'eau dans chaque bassin devient d'autant plus importante que l'on veut maintenir celle-ci à différents degrés. Sans doute, un bon thermomètre conventionnel reste-t-il toujours le moyen le plus sûr et l'étalon auquel on comparera n'importe quel autre dispositif de mesure. En revanche, nous y avons trouvé certains inconvénients. D'une part, la lecture et l'enregistrement quotidien des températures des bassins, au nombre de 50 à 70, exige d'un employé un temps considérable qu'il peut consacrer à d'autres tâches. Nous augmentons actuellement le nombre de réservoirs de réception, de quarantaine, de traitement et d'expérimentation, et nous prévoyons éventuellement un total de près de 100 bassins, ce qui entraînera une surveillance encore plus étroite de la température. Un autre inconvénient est celui du transport d'organismes pathogènes d'un bassin à l'autre par l'intermédiaire du thermomètre. On sait que, pour reconstituer nos stocks de spécimens, nous dépendons surtout de Poissons provenant de pêches commerciales ou sportives; or, ceux-ci sont presque inévitablement porteurs d'une variété étonnante de micro-organismes intéressants en soi, mais fort importuns dans nos bassins d'exposition. La stérilisation des thermomètres après chaque lecture est la solution logique à ce problème, mais allonge de ce fait le temps consacré à l'observation, tout en augmentant le risque d'erreur dans les mesures dont la précision est déjà entachée par le coefficient personnel de l'observateur.

L'installation d'un téléthermomètre à thermistors a permis d'éliminer ces inconvénients. Sur un panneau central, nous pouvons maintenant lire instantanément la température de n'importe lequel de nos bassins à 1/5° près. Grâce à un thermistor dans chaque aquarium nous supprimons du même coup le temps d'attente et le danger de contamination. L'indicateur nous donne en quelques minutes toutes les températures, ce qui exigeait auparavant plus d'une heure d'observation. Un enregistreur nous donne automatiquement, sur un ruban de papier, un tracé permanent de la température transmise par n'importe lequel des thermistors; on comprend l'utilité de ce dispositif, lorsqu'on veut faire varier le réglage d'une des soupapes thermostatiques, car il donne une indication graphique immédiate et facilement accessible à tous.

L'ensemble de cette installation comprend les parties suivantes : le téléthermomètre à gammes étendues, indiquant en pas de dix degrés

centésimaux, de 0° à 50°C, et pouvant recevoir six fiches; l'enregistreur électronique, sensible de 200 microvolts et 20 milliampères à 500 volts et 100 milliampères; les boîtes multiplicatrices, qui permettent de brancher douze ou vingt-quatre fils d'arrivée à chaque fiche de l'indicateur; les faisceaux de distribution, constitués de fils co-axiaux câblés en groupes de douze, reliant les boîtes multiplicatrices aux jacks téléphoniques distribués auprès des aquariums, bassins de réserve, etc.; enfin, les thermistors, enduits de matière plastique ou enfermés dans un très petit tube d'acier inoxydable, placés dans chacun des bassins, sont reliés par un fil co-axial à une fiche téléphonique qui se branche au jack d'un des fils conduisant à une boîte multiplicatrice. Dès l'installation, nous avons incorporé à chaque ensemble de câble et de boîtes multiplicatrices, quelques circuits libres qui servent, soit de remplaçants à d'autres en cas de défectuosité, soit de circuits supplémentaires, par exemple pour des travaux demandant plus d'une observation de température par bassin.

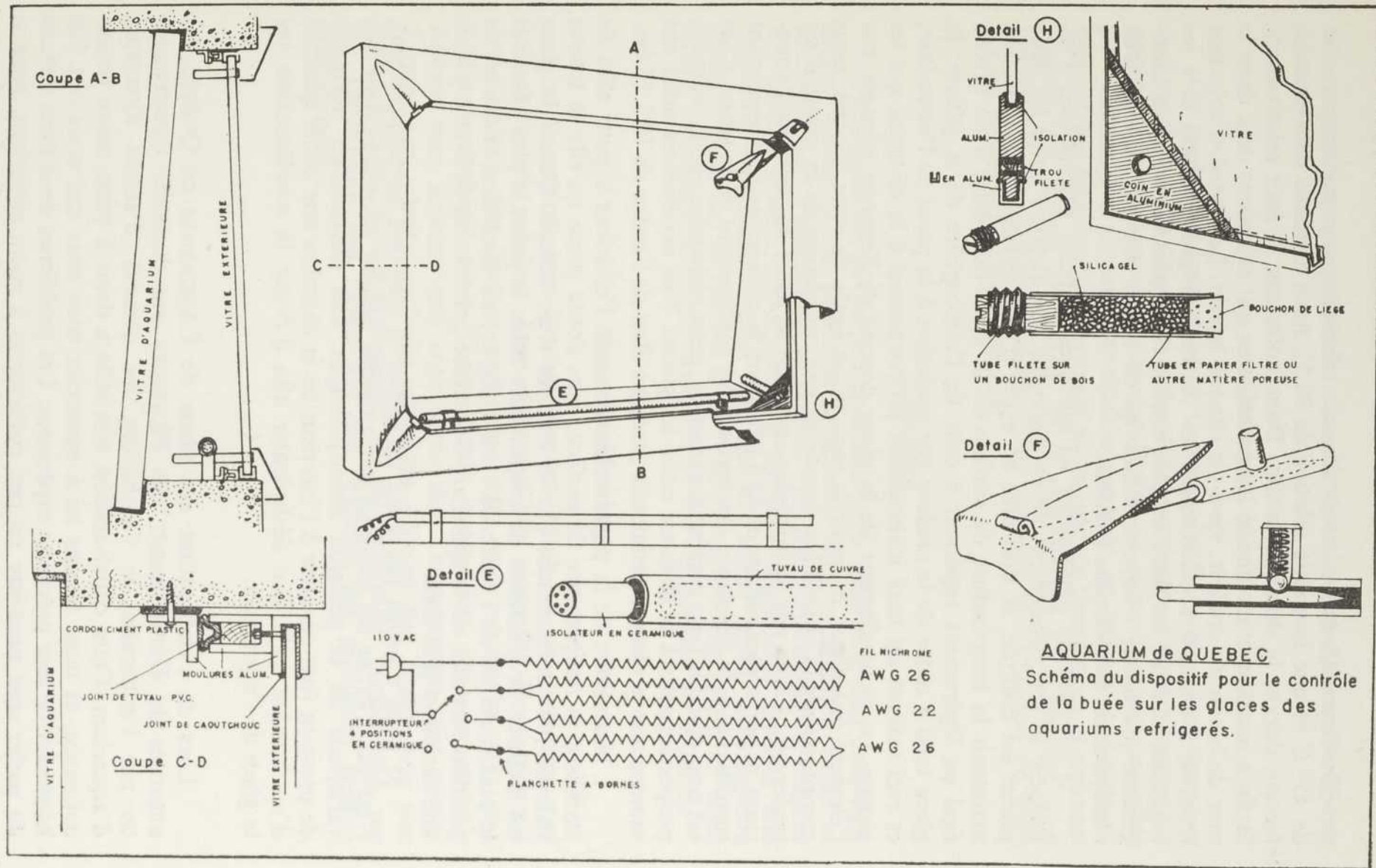
Le dispositif antibuée

Malgré nos hivers rigoureux, l'été à Québec est souvent très chaud et humide. En juillet et août, la température de l'air dépasse souvent 30°C et s'accompagne d'une humidité relative très élevée. Il en résulte des conditions particulières dans les galeries de l'aquarium où le thermomètre peut dépasser 35°C et l'humidité atteindre près de 100 %. Il va sans dire que les glaces des aquariums, surtout les plus froides, constituent des surfaces idéales pour la condensation de la vapeur d'eau. Ces conditions, aggravées par le nombre de visiteurs qui circulent durant la saison chaude, avaient pour effet de rendre impossible l'observation des Poissons à travers les parois de verre recouvertes de buée.

Nous avons essayé de remédier à cette situation fâcheuse par plusieurs méthodes, à titre d'expérience, avant d'en arriver à une solution efficace tout en étant simple et peu coûteuse.

Une deuxième glace a été placée extérieurement par rapport à celle qui est en contact avec l'eau du bassin. On obtient ainsi une chambre régulatrice de 25 cm de largeur, à la base, et de 13 cm, au sommet. L'inclinaison de la nouvelle glace vers l'intérieur est d'environ 1,3 degré; celle-ci est retenue en place par un cadre d'aluminium vissé par-dessus un cordon de ciment plastique, et maintenue étanche en son pourtour par un joint de tuyau en plastique vinyl.

L'air qui circule dans la chambre est réchauffé par un élément électrique tubulaire, s'étendant à la longueur de la chambre, à sa base, et réglé par un interrupteur à quatre positions. La puissance de l'élément peut varier entre 200 et 600 watts, mais en général, on n'utilise pas plus de 300 watts. L'absorption de la vapeur d'eau est assurée par un agent dessicatif, le « silica gel », contenu dans des capsules amovibles placées aux quatre coins de la chambre. L'une des capsules est pourvue d'une ouverture suffisant au maintien de l'équilibre entre la pression qui règne à l'intérieur de la chambre et la pression atmosphérique [Voir Fig. 1 pour les détails de construction].



AQUARIUM de QUEBEC

Schéma du dispositif pour le contrôle de la buée sur les glaces des aquariums réfrigérés.

Ce dispositif, éprouvé lors d'essais effectués pour une température de 45° C et une humidité relative de 98 %, nous a donné entière satisfaction durant la dernière saison. Dans notre cas, il était relativement facile à installer étant donné les embrasures qui existaient déjà dans le mur de béton du couloir, vis-à-vis chaque bassin. Le travail d'entretien consiste à changer régulièrement les capsules hygroscopiques et à les régénérer; durant les jours les plus chauds et les plus humides, un changement journalier s'impose tandis qu'en temps normal, un ou deux changements par semaine suffisent.

Il convient de mentionner ici quelques facteurs susceptibles d'influencer le fonctionnement de ce dispositif. La distance entre les deux glaces est critique, et doit être en excès d'une certaine valeur. Il faut maintenir la température de surface de la glace extérieure à un niveau égal ou légèrement supérieur à celle de l'atmosphère de la galerie; la glace tend à céder de la chaleur par radiation à la paroi de l'aquarium, et ceci suivant un taux inversement proportionnel à la distance qui les sépare. Le réchauffement de la glace dépend de l'énergie dégagée par l'élément chauffant, et, pour la répartition égale de cette énergie, nous comptons sur la circulation constante par convection de la masse d'air renfermée. Créée par le refroidissement de la paroi de verre de l'aquarium, et par le réchauffement dû à l'élément, la convection sera cependant insuffisante si la résistance des surfaces au déplacement de la masse d'air est trop grande. Tout comme la radiation, cette résistance est inversement proportionnelle à la distance entre les glaces. Nos expériences nous ont montré que la distance minimale pratique était de l'ordre de 10 à 15 cm.

L'inclinaison de la paroi extérieure vers l'intérieur a pour effet de stabiliser sa température de surface, sans doute parce qu'elle se trouve balayée plus efficacement par le courant d'air chaud. Quand la glace est inclinée, la différence de température entre le point le plus chaud et le plus froid est de l'ordre de 1 ou 2 degrés; au contraire, si elle est en position verticale, sa température de surface présente en différents points une variation plus forte.

Si nous n'avons pas tenté de sceller la chambre hermétiquement, c'est pour éviter les tensions qui auraient résulté nécessairement des variations de la pression atmosphérique. Ces fluctuations normales de pression font pénétrer à l'intérieur de la chambre une petite quantité d'air humide qu'il faut déshydrater afin d'éviter la condensation sur la glace de l'aquarium.

Lors de l'élaboration des plans de l'AQUARIUM DE QUÉBEC, les autorités du DÉPARTEMENT DES PÊCHERIES ont demandé directement, ou par l'entremise de l'architecte, les conseils d'autres directeurs d'aquarium. Cette collaboration très utile a droit à toute notre reconnaissance, et nous tenons ici à remercier tous ceux qui nous ont fait bénéficier de leur précieuse expérience. Les problèmes dont nous venons de parler sont peut-être un peu particuliers à notre aquarium, mais si les solutions que nous y avons apportées peuvent être utiles à quelqu'un

d'autre, nous serons heureux de fournir tous les renseignements désirés à ce sujet.

Résumé

On garde, à l'AQUARIUM DE QUÉBEC, des Poissons d'eau tempérée et d'eau froide. On discute ici certains des problèmes liés à la réfrigération des bassins et on décrit : (1) une installation de refroidissement contrôlée par thermostat; (2) une installation centrale de lecture et d'enregistrement des températures, opérant au moyen de thermistors et pouvant donner une lecture immédiate de la température de n'importe quel bassin; (3) un dispositif efficace pour prévenir la formation de buée sur les parois des bassins refroidis.

Summary

The Aquarium in Quebec maintains both temperate and cold-water fishes. Some of the problems associated with refrigerated tanks are discussed, and a description is given of : (1) the thermostatically controlled cooling system, (2) a centrally located temperature reading and recording installation using thermistors which gives instantaneous readings from any of the fish tanks, and (3) an efficient means of eliminating condensation on the windows of the refrigerated show tanks.

Zusammenfassung

Im Aquarium von Quebec werden Fisch in temperiertem und kaltem Wasser gehalten. Man diskutiert hier einige Probleme, die mit der Kühlung der Becken verbunden sind und beschreibt : (1) eine Kühlanlage, durch einen Thermostaten kontrolliert; (2) eine zentrale Anlage zum ablesen und registrieren der Temperaturen, die mittels Thermistoren arbeitet und ein sofortiges Ablesen der Temperatur von irgendwelchem Becken ermöglicht; (3) eine wirksame Vorrichtung, um der Entstehung von Dunst auf den Wänden der gekühlten Becken vorzubeugen.

The first of these is the fact that the...
 second is the fact that the...
 third is the fact that the...
 fourth is the fact that the...
 fifth is the fact that the...
 sixth is the fact that the...
 seventh is the fact that the...
 eighth is the fact that the...
 ninth is the fact that the...
 tenth is the fact that the...

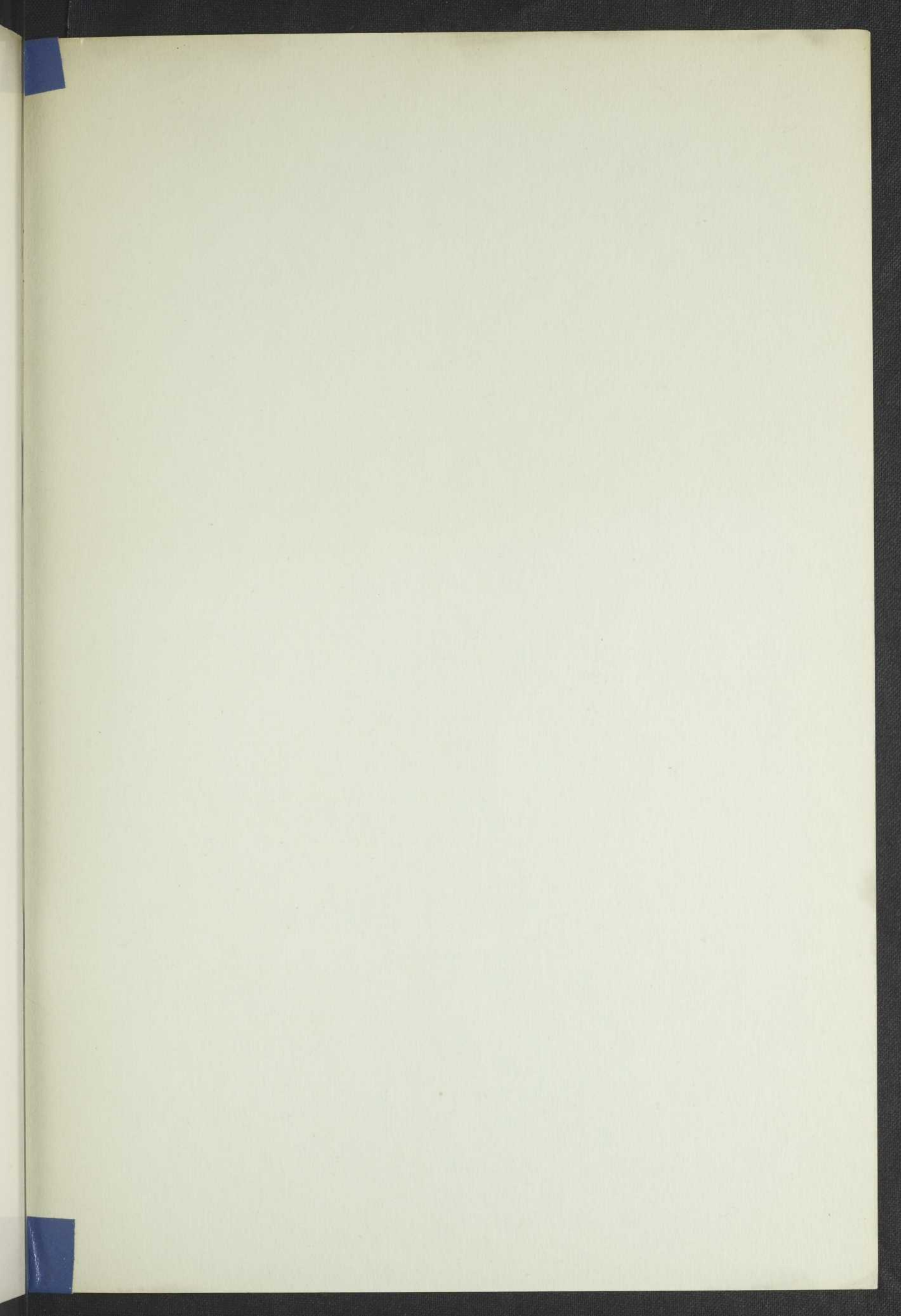
The first of these is the fact that the...
 second is the fact that the...
 third is the fact that the...
 fourth is the fact that the...
 fifth is the fact that the...
 sixth is the fact that the...
 seventh is the fact that the...
 eighth is the fact that the...
 ninth is the fact that the...
 tenth is the fact that the...

The first of these is the fact that the...
 second is the fact that the...
 third is the fact that the...
 fourth is the fact that the...
 fifth is the fact that the...
 sixth is the fact that the...
 seventh is the fact that the...
 eighth is the fact that the...
 ninth is the fact that the...
 tenth is the fact that the...

The first of these is the fact that the...
 second is the fact that the...
 third is the fact that the...
 fourth is the fact that the...
 fifth is the fact that the...
 sixth is the fact that the...
 seventh is the fact that the...
 eighth is the fact that the...
 ninth is the fact that the...
 tenth is the fact that the...

THE UNIVERSITY OF CHICAGO
LIBRARY
1021 UNIVERSITY ST. CHICAGO, ILL.

ACHEVÉ D'IMPRIMER SUR LES PRESSES
DE L'IMPRIMERIE NATIONALE DE
MONACO S.A. LE 31 DÉCEMBRE 1962



BNQ



000 176 783