

29

INTERNATIONALER STÄNDIGER VERBAND
DER
SCHIFFFAHRTS-CONGRESSE

X. CONGRESS-MAILAND-1905

II. Abteilung : Seeschifffahrt
6. Mitteilung

KÜSTENSIGNALE — FEUERSCHIFFE
TELEGRAPHIE OHNE DRAHT

BERICHT

VON

C. RIBIÈRE

Chef Ingenieur des Leuchtfeuer- und Bakenwesens in Paris

NAVIGARE



NECESSE

BRÜSSEL
BUCHDRUCKEREI DER ÖFFENTLICHEN ARBEITEN (GES. M. B. H.)
18, Rue des Trois-Têtes, 18

1905



II-354107

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000318939

3pu-3-0/2018

Leuchtfeuer und Leuchtschiffe an den Küsten Frankreichs

BERICHT

VON

C. RIBIÈRE

Chef Ingenieur des Leuchtfeuer- und Bakenwesens in Paris.

Einleitung.

Verschiedene auf den früheren Congressen (1) gemachte Mitteilungen haben den grössten Teil der auf dem Gebiet der Befuerung und Betonung der Küsten seit einem Dutzend Jahren von der Behörde für das französische Leuchtfeuerwesen eingeführten Neuerungen zur Kenntnis gebracht. Es ist deshalb unnötig hier nochmals in's Einzelne gehende Mitteilungen in dieser Hinsicht zu machen. In derselben Zeit jedoch, in welcher die neuen Grundsätze der Küstenbefuerung sich fast in allen Ländern Geltung verschafft haben, hat die Praxis schon dazu geführt, dass die befolgten Grundsätze und angewendeten Mittel sich vervollkommenet und einheitlicher ausgestaltet haben; eine neue Technik ist so geschaffen worden, deren Erfolge durch hinreichend lange Beobachtung genügend festgestellt werden könnten, um allgemeine Regeln daraus ableiten zu können.

Insbesondere diese Grundsätze, ferner die neuesten Konstruktionstypen, zu welchen jene geführt haben, und schliesslich die damit erzielten Ergebnisse wollen wir zum Gegenstand unserer Mitteilung machen.

(1) *The luminous power of Lighthouse apparatus* von L. BOURDELLES (Internationaler Schiffahrtskongress, London, 1893).

Mitteilungen über die Ausstellung des Krüstenbefuerungswesens in Chicago, 1893.

Mitteilungen über die Ausstellung des Krüstenbefuerungswesens in Paris, 1900.

Die neusten Fortschritte auf dem Gebiet der Krüstenbefuerung und-betonnung, von C. RIBIÈRE (Internationaler Schiffahrtskongress, Paris 1900.)

Recent improvements in the lighting and buoqing of the coasts of France, von Baron QUINETTE DE ROCHEMONT (Internationaler Ingenieur-Congress, Glasgow, 1901).

Die Befuerung der Küsten Frankreichs, von C. RIBIÈRE (Internationaler Ingenieur-Kongress, Glasgow, 1901).

Das bei der Umgestaltung der Küstenbefehuerung angestrebte Ziel.

Man hat sich erster Linie vorgesetzt, die characteristische Erscheinung der Feuer zu verbessern, indem man die älteren Constructionen mit langsamer Umdrehungszeit und langen, in gleichen Zwischenräumen gezeigten Blinken oder solchen von mehr als 30 Sekunden Dauer, in schnell rotierende Apparate veränderte, welche in Zwischenräumen von einigen Sekunden einfache oder in Gruppen zusammengefasste Blitze zeigen. Die durch diese Umänderung im Schifffahrtsinteresse gewonnenen wesentlichen Vorteile bestehen darin, dass die Identität des Feuers sehr viel schneller erkannt wird und dass das Auge in den Stand gesetzt wird, die Lage des Feuers fast ununterbrochen festzuhalten, wodurch die zur Steuerung des Schiffes vom Schiffer vorzunehmenden Beobachtungen und Messungen erleichtert werden.

Es war nicht unmöglich den Apparaten alter Construction den Character von Blinkfeuern mit kurzen Zwischenräumen zu geben, jedoch, mit Rücksicht auf ihre langsame Umdrehungszeit nur durch Vermehrung der optischen Apparate, welche in bestimmten Fällen die Zahl 24 erreicht hatten, und unter gleichzeitiger entsprechender Verminderung ihrer Oberfläche. Als dann jedoch sank die Lichtstärke proportional dieser Oberfläche auf ein sehr geringes Maas herab.

Andererseits konnte man wegen der Drehung des Apparats in einem Quecksilberbett die Oberfläche der optischen Apparate vergrössern und dadurch ihre Leuchtkraft vermehren, indem man ihre Anzahl verminderte, und indem man insbesondere die schnelle Aufeinanderfolge der Blinke soweit vermehrte, dass dem Auge die ununterbrochene Wahrnehmung des Feuers möglich war.

— Die Verbesserung in der characteristischen Erscheinung der Feuer hatte eine Vermehrung der Leuchtkraft und der Sichtweite des Feuers zur Gefolgschaft.

Bevor wir weiter auf den Gegenstand eingehen, wird es erforderlich sein den Begriff der Leuchtkraft der Apparate näher festzustellen, von dem in der nachfolgenden Abhandlung weiterer Gebrauch gemacht werden soll.

Zusammensetzung der von einem Leuchtfeuer ausgehenden Lichtstrahlenbündel.

Im Folgenden werden wir annehmen, dass der optische Apparat des Feuers aus einer kreisförmigen, planconvexen, einen Lichteinfall bis zu 30° gestattenden Linse und oberen und unteren catadioptrischen Fresnel'schen Ringen besteht. Die horizontale Weite des Lichtsectors jedes Apparats wechselt mit dem Character des Feuers.

Bei Feuern mit regelmässigen Blinken setzt sich der optische Apparat aus 4 gleichen unter 90° gegeneinander stossenden optischen Apparaten zusammen, welche in der Grundform quadratisch sind. In diesem Falle kann man, unter der Voraussetzung, dass die Lichtquelle Kugelgestalt besitzt und gebildet werde von einem dichten undurchsichtigen Glühkörper, dessen gesamte Lichtausstrahlung gleichmässig über die ganze Oberfläche verteilt sei, nach Figur 1 und 2 ein Bild von der theoretischen Verteilung der Lichtintensität in einem normalen Schnitt durch das Strahlenbündel machen (1). Die Ordinaten in Figur 1 stellen die Lichtstärken und die Abscissen den Abstand von der Axe dar, für welchen jene für einen Schnitt von bestimmter Lage übereinstimmen. Der wagerechte Teil A B des Strahlenbündels empfängt Licht aus allen Teilen des Apparats und besitzt eine wagrechte Ausdehnung entsprechend der Divergenz des Strahlenbündels, welches von dem vom Mittelpunkt am weitesten entfernten catadioptrischen Ringe ausgeht. Der Teil B C empfängt Licht aus allen Teilen des Apparats, ausgenommen den vorgeannten catadioptrischen Ring, und weist eine Ausdehnung gleich der Divergenz des catadioptrischen, dem Mittelpunkt zunächst gelegenen Ringes auf. Der Teil C D empfängt nur Licht von der in der Mitte angeordneten Linse und umfasst eine Ausdehnung gleich der Divergenz im Mittelpunkt der Linse. Der normale Schnitt des Strahlenbündels (Figur 2) wird aus Strahlenkreisen, A B, A C', A D', gebildet, von denen nur der letztere gleichmässige Beleuchtung aufweist. Vom Punkt B nimmt die Beleuchtung ab in dem Maasse wie die Entfernung vom Mittelpunkt wächst.

Die Bedingungen, welche der Construction der theoretischen

(1) Siehe *Stärke und Wirkungsgrad der optischen Apparate* von RIBIÈRE (Annales des ponts et chaussées, 4. Vierteljahrsheft, 1897, fig. 18).

Curve zu Grunde gelegt sind, werden in der Praxis jedoch nicht angetroffen.

Die gebräuchlichsten Lichtquellen sind nur symmetrisch in Bezug auf eine senkrecht stehende Achse. Ihre Formen und Abmessungen wechseln mit der Richtung, von welcher aus sie gesichtet werden, ebenso wie ihr eigener Glanz, welcher von sehr grosser Veränderlichkeit für verschiedene Punkte derselben Quelle ist.

Unter diesen Bedingungen ist es unmöglich für eine beliebige dieser Quellen eine Darstellung des Lichtstrahlenbündels zu zeichnen, welche einer anderen ähnlich wird.

Wenn man jedoch die Symetrie dieser Lichtquellen in Bezug auf eine senkrechte Axe in Betracht zieht und den Umstand, dass der wichtigste Teil ihrer Lichtstrahlen begrenzt wird von einem schmalen, von einem Teil des Meereshorizontes zum andern reichenden Streifen, so erkennt man, dass es genügt, wenn man eine Curve erhält, die die Intensitäten dieses Lichtstrahlenbündels in einer den Horizont taugierenden Ebene wiedergibt, welche den horizontalen Durchmesser der Centrallinse besitzt.

Diese Curve zeigt, nach Figur 1, entsprechend der Natur der Lichtquelle, sowie entsprechend der Weite und der Zusammensetzung der dioptischen und katadioptischen Teile des Apparats-Abweichungen.

Der dioptrische Teil ergibt einen Strahlenbündel, dessen vollständiger gerader Schnitt ein umgekehrtes Bild der Lichtquelle darstellt. Dieses Bild ist klar, wenn man nur die mittlere Partie der Linse dazu verwendet. Wenn man dagegen die ganze Oberfläche der Linse verwendet, so ist das Bild nicht so klar, weniger wegen der Farbenzerstreuung als weil die partiellen Bilder, welche aus den vom Centrum am weitesten abliegenden Teilen der Linse entstehen, nicht eines das andere vollkommen decken. Daher stellt der Schnitt des Strahlenbündels immer ein umgekehrtes, wenn auch ein wenig verschwommenes Bild der Lichtquelle dar. Man kann sich daraus Rechenschaft geben darüber, wie sich die Intensitäten in der Horizontalebene verteilen.

Auf diese Weise giebt das Strahlenbündel, welches ein mit Mineralöl gespeister, mehrdochtiger Brenner aussendet, die ungleiche Lichtverteilung wieder, welche an den Flammen in der Nähe der Dochtenden und insbesondere in den äusseren Dochten zu beobachten ist (Figur 3).

Ebenso giebt das von einem Gasbrenner oder Petroleumbren-

ner ausgehende Strahlenbündel die weniger lichtspendenden Zonen, welche an den Rändern und an der Basis eines Glühstrumpfes auftreten (Figur 4.) wieder.

In diesen zwei Fällen würde die dioptrische Partie allein ein Strahlenbündel ergeben, welches an den Rändern kräftiger wäre und dessen Intensitätskurve in einer Horizontalebene eine Form analog wie die in Figur 3. und 4. dargestellte annehmen würde.

Entgegengesetzt würde ein electrischer Lichtbogen wegen des Fehlens der Farbenerstreuung ein einheitliches Strahlenbündel ergeben.

Die catadioptrische Partie ergibt zusammengesetztere Erscheinungen.

Wenn man einen vollständigen Ring betrachtet und nach und nach dessen verschiedene Punkte besonders ins Auge fasst, so sieht man, dass das Bild der Lichtquelle in seiner Projection an verschiedenen Punkten Abweichungen zeigt. Für die oberen und unteren Punkte des senkrechten Ringdurchmessers erhalten wir aufrechte Bilder. Für Punkte dagegen, welche auf einem wagrechten Durchmesser liegen, erscheint ein umgekehrtes Bild. Für Punkte zwischen den angegebenen äussersten Grenzen sind die Bilder geneigt.

Daraus ergibt sich, dass das gesamte, von einem vollständigen katadioptrischen Ring ausgehende Strahlenbündel die Uebereinanderlagerung einer unbegrenzten Anzahl ganz verschiedenartig gestellter Bilder ist. Die Projectionen eines solchen Strahlenbündels haben keine Aehnlichkeit unter einander. Deshalb kann die Leuchtkraft an einer Stelle dieses Strahlenbündels nicht mehr verglichen werden mit der Leuchtkraft in irgend einem Teil der Lichtquelle. Diese Verworrenheit der Bilder im Verein mit der Unsymetrie der Lichtquelle hat zur Folge, dass allein die Erfahrung sicheren Aufschluss über die Verteilung des Lichtes innerhalb des Strahlenbündels geben kann.

Gewöhnlich stellen die vollständigen Ringe nur einen geringfügigen Teil eines catadioptrischen Apparats dar. Weil daher der grössere Teil eines Leuchtapparatus gebildet wird von Bruchteilen von Ringen, welche nur eine geringe Breite zwischen den seitlichen Vertikalen aufweisen, wie dies bei Anordnung eines regelmässigen Leuchtfeuers mit 4 optischen Apparaten der Fall ist, so stellt die Projection der Strahlbündel eines von Mineralöl gespeisten Brenners oder eines Glühstrumpfes noch diejenigen Zonen mit der grössten Intensität an den Rändern, dar, welche diese Lichtquellen kennzeichnen.

Daraus ergibt sich, dass gewöhnlich die aus der Praxis sich

ergebende Curve der horizontalen Intensität der optischen Apparate analog wie die in Figur 1. dargestellte verläuft, jedoch mit vielfacher Verstärkung nach dem Rande zu, sobald es sich um von Gas oder Dämpfen gespeiste Glühstumpfbrenner handelt oder um Dochtlampen (Figur 3. und 4.). Diese Verstärkungen treten nicht bei electricischem Licht in die Erscheinung.

Im Vorstehenden ist stets vorausgesetzt, dass der Beobachter weit genug von dem Leuchtfeuer entfernt ist und die grossen Abmessungen des optischen Apparats vollständig vernachlässigt werden können mit Rücksicht auf die Entfernung, welche ihn von demselben trennt, und dass infolge dessen alle Strahlen eines Strahlenbündels als von einem einzigen Punkt ausgehend angesehen werden können. Die durch jene Curve dargestellten Intensitäten müssen in solchen Abständen gemessen werden, dass jene Bedingung erfüllt wird.

Diese Curven sind gewöhnlich einem Trapez ähnlich. In der Ausdehnung, welche der kleineren Grundlinie des Trapezes entspricht, kann die Intensität des Lichtes für die Praxis als konstant angenommen werden. Das ist diejenige Intensität, welche als nutzbare Kraft des Leuchtfeuers angenommen werden kann. Sie wird in Frankreich, in Carcel-Lampen, beobachtet in 1 m Abstand, ausgedrückt.

Es erübrigt noch zu bemerken, dass wenn die Curve, anstatt jene regelmässige Form zu zeigen, sich aus ausgesprochenen und unregelmässigen Krümmungen zusammensetzt, die Intensität sehr veränderlich sein würde während der Dauer eines Blinkes und die Kraft des Leuchtfeuers alsdann nicht in genügend scharfer Weise definiert werden könnte. Dies tritt ein bei schlecht ausgeführten optischen Apparaten, deren verschiedene Ringe mit ungleichen Brennweiten oder fehlerhafter Zusammensetzung, Strahlenbündel ergeben, welche sich nicht genügend überdecken.

Wenden wir uns nunmehr, in der Voraussetzung, dass es sich um einen gut gebauten optischen Apparat handelt, dazu wie man auf practischem Wege zur Bestimmung der Leuchtkraft gelangt.

Verfahren zur Messung der Leuchtkraft.

Von jedem Punkt eines beleuchteten optischen Apparats geht ein konisches Strahlenbündel von geringer Breite nach dem Horizont hinaus.

Wenn man sich in einer Entfernung von wenigen Metern vom

Apparat aufstellt, erscheinen nur diejenigen Teile erleuchtet, von welchen Lichtkegel ausgehen, deren Spitze gerade das Auge des Beobachters erreicht. Je nachdem man sich nun entfernt, scheint sich die Beleuchtung auszudehnen, bis schliesslich von einem grossen Abstand an die ganze Glaslinse erleuchtet erscheint. Jedoch nimmt man auch jetzt noch nicht die ganze Intensität des Apparats wahr, weil jeder Punkt desselben seinen Lichtstrahl nur in horizontaler Richtung entsendet; man beobachtet daher, indem man sich noch weiter vom Apparat entfernt, ein weiteres Zunehmen der Lichtintensität bis zu dem Augenblick, von dem ab die zwischen dem Apparat und dem Auge des Beobachters tretende Atmosphäre diese stetige Zunahme aufzuheben beginnt.

Damit die photometrische Messung der Lichtintensität möglichst der tatsächlich vom Seefahrer gesichteten entspricht, muss die Entfernung des Beobachters so gross wie es die Vorrichtung zum Messen irgend gestattet gewählt werden.

Man darf sich jedoch nicht über die Entfernung, in welcher der gewählte Massapparat eben noch anwendbar ist, hinaus entfernen. Die örtlichen Verhältnisse und der verfügbare Raum bestimmen überdies die andere Grenze der Entfernung. Deshalb misst die Behörde für das französische Leuchtfeuerwesen die Leuchtkraft aller grossen Apparate, welche in den letzten Jahren eingebaut worden sind, mögen sie nun mittelst Electricität, durch Petroleum- oder Glasglühlicht erleuchtet werden, indem sie das Photometer auf den Eifelturm in einer Entfernung von 600 Metern vom Apparat aufgestellt, während der letztere sich in der Lanterne auf dem Leuchtfeuerdepot befindet. Vernachlässigt man die Verluste, die namentlich in Paris beträchtlich sind und welche in Folge der Undurchsichtigkeit der Atmosphäre entstehen, so ist man sicher vor jedem wesentlichen Irrtum.

Bei allem im Nachfolgenden Gesagten wird angenommen, dass es sich um auf diese Weise wirklich gemessene Lichtstärken handelt und um Lichtstrahlenbündel, welche nach den Grundformen in Figur 1., 2., 3. und 4. gebildet sind.

Aus der Fehlerhaftigkeit der Apparate entspringende Abweichungen.

Damit man bei den Lichtstrahlen jene Regelmässigkeit erhält, ist es unerlässlich, dass die optischen Apparate mit ganz besonderer Sorgfalt hergestellt werden.

Der dioptrische Teil ist ohne Schwierigkeiten einwandfrei zu konstruiren. Die meist angewendete planconvexe Form, welche die leichte und correcte Vereinigung der verschiedenen Linsenelemente gestattet, bewirkt dass dieser Teil fasst immer den Erwartungen entsprechende Ergebnisse liefert.

Dagegen bieten die oberen und unteren catadioptrischen Teile sehr viele Schwierigkeiten und wegen der grossen Zahl ihrer Flächen Anlass zu Constructionsfehlern, sodass deswegen eine Justierung Ring für Ring vorzunehmen ist, ohne dass dabei planmässig verfahren werden könnte.

Begnügt man sich damit die optische Constante und die Keilform der catadioptrischen Ringe mit Hülfe der älteren Methode der Brennpunkt-Vereinigung zu berichtigen, oder durch Beobachtung von in Abständen aufgestellten Merkzeichen vom Innern des Apparats aus, so kann man nach und nach nur ein sehr unvollkommenes Zusammenspiel der von den einzelnen catadioptrischen Ringen ausgehenden Lichtstrahlen erreichen. Daraus folgt, dass man anstatt eine homogene oder wenigstens gleichmässig in der Leuchtkraft sich verändernde Oberfläche zu erhalten, von den catadioptrischen Teilen des Apparats Lichtstrahlen erhält, welche eine sehr ausgeprägt wechselnde Intensität aufweisen. Stellt man daher das Photometer in verschiedenen Punkten des Strahlenbündels auf, so erhält man nicht übereinstimmende Beobachtungszahlen, mit denen eine regelmässig verlaufende Intensitätskurve sich nicht zeichnen lässt.

Erst nach der vom Leuchtfeuerwesen in Frankreich in's Werk gesetzten Verbesserung der Methoden zur Correction und Untersuchung der Apparate durch electriche Projection, welche es in gewissen Grenzen gestattete an den Ringen eine Berichtigung des Brennpunktes vorzunehmen, sowie die Divergens zu begrenzen, hat man erreicht, das catadioptrische Apparate von grosser Oberfläche, welche durch eine kleine aber kräftige Lichtquelle erleuchtet werden, ein geschlossenes Strahlenbündel entsenden, welches noch auf grosse Entfernung hin einen kraftvollen Lichtpunkt bildet. Dieser wichtige Erfolg genügte jedoch noch nicht.

Man weiss, dass die verschiedenen Teile desselben Apparats, welche sich der Lichtquelle gegenüber unter verschiedenem Winkel befinden, um nach dem Horizont den intensivsten Teil ihrer Strahlen entsenden zu können, ihren Brennpunkt in demjenigen Teil der Lichtquelle haben müssen, welcher für sie die weiteste Fernsicht gewährt. Trotz dieser verschiedenen Teile, der abweichenden Brennpunkte und der Notwendigkeit, nach

der Montage noch eine Untersuchung anzustellen, decken sich die von verschiedenen Teilen ausgehenden Strahlenbündel auf grosse Entfernung hinreichend. Diese Bedingungen lassen sich nur erfüllen durch grösste Präzision bei der Montage. Sie sind überaus wesentlich, da dort, wo sie nicht erfüllt werden, die Leuchtkraft nicht unwesentlich reduciert wird, in besonderen Fällen bis zur Hälfte.

Diese Betrachtungen lassen die Zurückhaltung begreiflich erscheinen, mit der man bei den verschiedenen Leuchtfeuern bei Auswahl der Lichtquelle verfahren muss. Glücklicherweise sind die älteren Apparate, welche Mängel in der Genauigkeit aufweisen, gewöhnlich mit umfangreichen Flammen ausgestattet wie beispielsweise die Flammen der vieldochtigen Brenner, deren Abmessungen die Brennpunkt- und Montagemängel verbergen. Was deshalb die Einführung von electrischer Beleuchtung oder solcher vermitteltst Glühkörpern, bei alten Apparaten anbetrifft, so ist es angebracht diese leicht zu erzeugenden Lichtquellen nur auszuwählen, wenn die Leuchtkraft ihrer Apparate durch direkte Messungen in grosser Entfernung von dem optischen Apparat geprüft worden ist.

Dauer der Blinke.

Die Messungen, von denen bisher hier die Rede war, bezogen sich auf feste Feuer. In welchem Maasse beeinflusst nun die Rotation des Feuers die vom Seefahrer wahrgenommene Intensität?

Wenn man die Leuchtkraft eines festen Lichtstrahles beobachtet hat, und alsdann die Linse, welche ihn ausgesandt hat, in Umdrehung versetzt, so bemerkt man, dass der Lichtstrahl des beweglichen Feuers, welcher vorher identisch war mit dem festen Lichtstrahl, sobald er mit grosser Langsamkeit rotiert bei einer bestimmten Schnelligkeit kräftiger aufleuchtet, sodann abnimmt und sich schliesslich ganz beträchtlich abschwächt, wenn seine Dauer unter eine gewisse Grenze herabgeht. Das bei einer gewissen Geschwindigkeit der Umdrehung auftretende Maximum der Leuchterscheinung tritt um so weniger deutlich hervor, als die Intensität des Lichtstrahles schwächer wird. Dasselbe tritt nicht mehr in die Erscheinung, wenn man mit der Lichtquelle bis auf das kleinste mögliche Maas herabgeht. Daher ist jene Erscheinung nicht mehr am Rande des Sichtkreises des

Feuers vorhanden. Die einzige Wahrnehmung, welche alsdann dafür hervortritt besteht in einem Verschwinden des Feuers, auf begrenzte Dauer.

Im Anfang hatte man $\frac{1}{10}$ Secunde als Wert dieser kürzesten Zeitdauer für richtig gehalten. Diese Zahl war gewonnen aus Laboratoriumsversuchen, welche in einer Dunkelkammer von Beobachtern angestellt worden, deren Auge vorher für die Aufnahme des kleinsten wahrnehmbaren Lichtblitzes durch genügend langen Aufenthalt in der Dunkelheit, empfänglich gemacht war.

Der Seefahrer, welcher sich am äussersten Rande des Sichtkreises des Feuers befindet, besitzt geringere Anpassungsfähigkeit und hat Mühe das Feuer zu finden und festzustellen, wegen der besonderen seine Beobachtungen beeinflussenden Verhältnisse seines Standpunktes. Die physiologischen Operationen, die er auszuführen hat, sind nicht die nämlichen des Laboratoriumsarbeiters. Die französische Behörde für das Leuchtfeuerwesen hat in Folge dessen das Studium dieser Frage wieder aufgenommen, indem dabei die Beobachter in dieselbe Lage, in welcher sich der Schiffer befindet, gebracht wurden.

Hierzu hat man optische Apparate mit festem Licht angewendet, welche man mit einer bestimmten Anzahl Linsen verdunkelte und deren Umdrehungs-Geschwindigkeit man von Fall zu Fall der gestalt vermehrte, dass gleiche Intervalle zwischen den Blinken eingehalten wurden, wobei die Blinks bei derselben absoluten Leuchtkraft kürzer und kürzer wurden.

Zur Schaffung derselben Vorbedingungen, wie sie am Rande des Feuerkreises vorliegen, beobachtete man die Blinks vermittelst eines lichtvernichtenden Photometers, welches von zwei Prismen A und B aus rauchgetrübttem Glas, die neben einander parallel verschieblich waren, gebildet wurde. Man konnte so die Dichtigkeit der Glasmasse, durch welche man das Leuchtfeuer beobachtete, bis zum Verlöschen des letzteren vermehren. Eine Skala auf dem optischen Apparat gab sofort einen Massstab für die Dichtigkeit des Beobachtungsmittels, bei welcher das Verlöschen eintrat. Trägt man darauf als Abscissen die Dauer der Blinks von gleicher Leuchtkraft und demselben Zwischenraum auf und als Ordinaten die Glasstärken im Augenblick des Verlöschens des Feuers, so erhält man eine Curve, welche den Einfluss der Dauer eines Blinks auf seinen äussersten Sichtkreis darstellt. Die Stärke des geschwärtzten Glases, welche in den verschiedenen Fällen einzustellen war um das Verlöschen des Feuers herbeizuführen, konnte mit Bezug auf

die Wirklichkeit als Ersatz der Dichtigkeit der Atmosphäre am äussersten Sichtkreis gelten.

Nach einigen notwendig Versuchsreihen, um die für diese Beobachtungen einzuhaltenden Regeln festzustellen, haben wir übereinstimmende Curven erhalten, von denen wir in Figur 5 eine als Beispiel wiedergeben und zwar für weisses Licht :

Die über diesen Curven eingeschriebenen Zahlen sind in Uebereinstimmung befunden worden mit den Ergebnissen von Sichtbarkeits-Beobachtungen an einer bestimmten Zahl von im Betrieb befindlichen Leuchtfeuern. Man ersetzte in einiger dieser Feuer, welche durch Petroleumlicht erleuchtet wurden, die äusseren Glühkörper von 0,030 m Durchmesser durch solche von 0,055 oder 0,085 m Durchmesser, welche wohl die Dauer des Blinkes, nicht aber seine Lichtstärke vermehrten, sodass man sehen konnte wie die Häufigkeit der Sichtbarkeit derselben anwuchs.

Als Beispiel hierfür geben wir in Figur 6 die Sichtbarkeitskurve des Leuchtfeuers von Armen wieder und zwar für Glühkörper von 0,030 m Durchmesser und Blinke von 0,13 Sekunden Dauer und für Glühkörper von 0,085 m Durchmesser und Blinke von 0,38 Sekunden Dauer. Die Abscissen geben in 1000 Seemeilen die Abstände des Beobachters vom Leuchtfeuer und die Ordinaten die Anzahl der Male über Hundert, in denen das Feuer auf diese Entfernung noch gesichtet worden ist.

Als Ergebniss dieser Versuche und Beobachtungen hat man die Mindestdauer der Feuerblinke, weisses Feuer vorausgesetzt, (1) zu 0,3 Sekunden festgestellt.

Wird man, wie bei electricischen Feuern, veranlasst eine geringere Blinkdauer als jene Mindestgrenze zuzulassen, so muss die Leuchtkraft eines an einem festen Apparat gemessenen Blinkes beobachtet werden ; diese wollen wir die « absolute » nennen, in einem bestimmten Verhältniss reducirt werden um mit der Intensität des Blinkes eines Drehfeuers übereinzustimmen, welche allein für den Schiffer in Betracht kommt und die wir « wirksame » Intensität nennen wollen.

Die Curve der Figur 5 zeigt, dass diese Grenze von 0,30 Sekunden nicht ganz genau ist. Es ist vorteilhaft dieselbe zu überschreiten und halten wir uns im Allgemeinen darüber. Bevor wir jedoch angeben wie die Apparate in dieser Hinsicht zu construiren sind, wird es erforderlich sein uns mit den gebräuchlichen Lichtquellen bekannt zu machen.

(1) Rote und grüne Blinke, welche nur für Feuer untergeordneter Bedeutung angewendet werden, erfordern eine wesentlich grössere Dauer.

Lichtquellen.

Den Glanz des Lichtstrahles, welcher von dem optischen Apparat ausgeht und welcher proportional ist dem Glanze im Innern, der von der Lichtquelle aus nach dem Brennpunkt geht, diesen zu erhöhen hat sich die französische Behörde für das Leuchtfeuerwesen zur Aufgabe gemacht. Die nachfolgende Zusammenstellung der mittleren Lichtstärken der alten Dochtlampen, ausgedrückt in Carcel-Lampen für das Quadratcentimeter der Lichtquelle, zeigt, dass auf diesem Wege nicht viel zu gewinnen ist :

Mineralöl Brenner mit	}	1 Docht	0.35 Carcel
		2 Dochten.	0.50 "
		3 "	0.80 "
		4 "	0.95 "
		5 "	1.10 "
		6 "	1.18 "

Man hat in Folge dessen diese Brenner in Leuchtfeuern, welche nicht wichtig genug waren um die Anwendung von Electricität zu rechtfertigen, zuerst ersetzt durch Glüh-Brenner mit comprimirtem Oelgas, deren innere Lichtstärke 2 Carcel-Lampen erreichte, alsdann durch Petroleum Glüh-Brenner, deren Leuchtstärke im Innern durch allmähliche Verbesserungen bis auf 3 Carcel-Lampen gesteigert wurde. Versuchsweise ist auch ein Leuchtturm (Chassiron) mit Acetylenbrennen ausgerüstet worden, deren Lichtstärke diejenige von 6 Carcel-Lampen per qcm erreichte.

Das electricische Bogenlicht, dessen Glanz 900 Carcel-Lampen per qcm des Lichtballes erreicht, ist für Anseglungsfeuer von Hauptfahrrinnen vorgesehen oder für ganz besonders wichtige Leuchtfeuer bestimmt, wie das von La Hève bei Le Havre oder das von Planier bei Marseille. Dreißig solche Feuer sind vorgesehen.

Die Petroleum-Glühbrenner sind in den kleinen Apparaten mit Glühcylindern von 0,055 m Durchmesser versehen, in den grösseren dagegen mit solchen von 0,085 m Durchmesser. Ein 0,085 m Glühbrenner ist in Figur 7 dargestellt.

Der Acetylen-Glühbrenner von Chassiron hat nur Glühcylinder von 0,055 m Durchmesser.

Electricische Lampen (Wechselstrom) werden allgemein nur zu

zweien verwendet und ist dann der optische Apparat auch zweitheilig. Bei gut sichtiger Luft würde jede Bogenlampe von einem Strom von 3 Ampère gespeist; bei abnehmender Sichtigkeit durch einen Strom von 60 Ampère und bei Nebel durch einen solchen bis zu 120 Ampère. Die Lichtkrater, welche die Lichtquelle bilden, haben in den drei Fällen Durchmesser von 6, 9 und 13 mm. Die Ausrüstung, welche ein solches electrisches Feuer erfordert, wird im Einzelnen weiter unten beschrieben werden.

Einteilung der Leuchtfeuer.

Man hat für die Leuchtfeuer Frankreichs folgende Einteilung aufgestellt:

1. Feste Feuer	{ Gürtelfeuer Richtungfeuer	{ weiss, rot oder grün;
2. Feuer mit Verdunkelung	{ Verdunkelung regelmässig Gruppenfeuer	{ Gürtelfeuer Richtfeuer Gürtelfeuer Richtfeuer
		{ weiss, rot oder grün;
3. Blinkfeuer	{ regelmässige Blinke Gruppenfeuer	{ weiss, rot oder grün
		{ mit vollständig bestimmtem Rythmus;

4. Gemischte Feuer gebildet durch Combination der vorgeannten.

Feste Feuer und solche mit Verdunkelung werden nur noch als Feuer zweiter Ordnung und als Hafenfeuer verwendet. Alle Ansegelungsfeuer sind Blinkfeuer. Die Zahl der verschiedenen Characterisierungen derselben hängt von dem Abstand ab, in dem man das gleiche Licht wieder verwenden kann, ohne Verwechselungen hervorzurufen, unter Berücksichtigung der gewöhnlichen Schiffswege, der verschiedenen auf denselben angetroffenen Feuer oder Gruppen von Feuern, und mit Rücksicht auf die Möglichkeit der Abirrung vom Wege. An den französischen Küsten beschränkt man sich auf folgende Characterisierungen der Leuchtfeuer:

- Feuer mit regelmässigen Blinken;
- Feuer mit Blinken in Gruppen zu zweien;
- Feuer mit Blinken in Gruppen zu dreien;
- Feuer mit Blinken in Gruppen zu vieren.

Sind die Blinke regelmässig, so sollten ihre Intervalle die Dauer von 5 Sekunden nicht überschreiten, damit der Schiffer die Lage des Feuers nicht aus dem Auge verliert und seinen Curs sozusagen in jedem Augenblick richten kann. Man hat beobachtet, dass selbst noch bei Blinken von ganz kurzerer Dauer und zwar etwa bis $\frac{1}{10}$ Sekunde, Schiffe, welche schlecht Curs halten, durch schwere See von einem solchen Blink zum andern ihren Curs verlieren können, wenn sie sich am Rande des Feuerkreises befinden. Dieser Nachteil verschwindet, wenn man den Blinken angemessene Dauer giebt.

Bei Blinkfeuern in Gruppen zu zweien beträgt die Dauer einer Gruppe 10 Sekunden, und weil die Verdunkelung zwischen zwei Gruppen das Dreifache der Verdunkelung innerhalb der Gruppe beträgt, so wird diese letztere auf ungefähr 2,3 Sekunden vermindert. In diesem Falle ist die Einrichtung auf das Feuer noch einfach genug und dauert so lange wie die Gruppe des Feuers. Die Lichterscheinung des Feuers ist äusserts characteristisch. Man hat aus diesen Gründen die in Gruppen zu zweien angeordneten Blinke für alle electrischen Leuchtfeuer von grösserer Bedeutung angenommen, nämlich für La Coubre, Belle-Isle, Ouessant und Barfleur.

Bei Blinkfeuern in Gruppen zu dreien beträgt die ganze Dauer der Gruppe, je nach den Verhältnissen des einzelnen Falles, 15 bis 20 Sekunden, und die drei Blinke einer Gruppe sind getrennt durch Verdunkelungen von 2,5 bis 3,75 Sekunden Dauer.

Bei Blinkfeuern in Gruppen zu vieren beträgt die ganze Dauer 25 Sekunden und die vier Blinke jeder Gruppe sind getrennt durch Verdunkelungen von 2,75 Sekunden Dauer.

Hauptsächliche Typen der Leuchtfeuer-Apparate.

1. Leuchtapparate mit regelmässigen Blinken werden bei Leuchtfeuern von Bedeutung durch vier ringförmige Linsensätze mit 90° horizontalerweite und einer Brennweite von 0,70 m gebildet. Nur in kleinen Apparaten verwendet man zwei Linsensätze mit Weiten von 180° oder man verwendet einen einzigen Linsensatz mit dieser Weite und dazu einen Reflector von 180° . Bei 85 mm weiten Brennern strahlen die optischen Apparate mit 4 Linsensätzen von 0,70 m Brennweite während einer Zeitdauer von 0,38 Sekunden, eine Lichtstärke von 25000 Carcel-Lampen aus. Diese Leuchtkraft ist bei dem Feuer der Ile Vierge verdoppelt worden dadurch, dass man zwei optische Apparate dieses Typs auf einen gemeinsamen Unterbau setzte.

2. Die Leuchtapparate für Feuer mit Blinken in Gruppen zu zweien hat man zu Anfang aus zwei Linsensätzen von 135° und einem Reflector von 90° zusammengesetzt, wie dies bei dem alten Apparat von Porquerolles noch der Fall ist. Diesen Apparat will man jetzt durch einen aus 4 Glassätzen von 90° gebildeten Apparat mit 0,70 m Brennweite ersetzen, entsprechen dem in Figur 8 dargestellten. Mit Brennern von 85 mm Durchmesser ergibt dieser Apparat eine Lichtstärke von 25000 Carcel-Lampen in einer Zeitdauer von 0,38 Sekunden.

3. Die Apparate für Blinkfeuer in Gruppen zu dreien lassen zwei Lösungen zu. Die erste in Figur 9 dargestellte umfasst zwei symetrische Gruppen von drei Glassätzen, von denen jeder einer Weite von 60° entspricht und welche derartig angeordnet sind, dass die Lage der optischen Axen innerhalb einer Gruppe ein Drittel der Winkelabweichung zweier benachbarten Blinke in zwei aufeinanderfolgenden Blinkgruppen oder 36° ausmacht. Bei dieser Anordnung spenden die Blinke derselben Gruppe gleiche Lichtmengen, obgleich sie von Glassätzen ausgehen, die sich zusammengesetzten aus linsenförmigen und catadioptrischen Elementen, welche unter einander Abweichungen zeigen, aber die gleiche Brennweite haben. Daraus ergibt sich, dass das Licht nicht gleichmässig innerhalb der drei Blinke einer Gruppe verteilt ist. Jedoch ist festgestellt durch photometrische Messungen, dass ihre Leuchtkraft beinahe dieselbe ist.

Die zweite Lösung ist in Figur 10 dargestellt und umfasst drei identische Glassätze mit 72° Sektorweite und einem Reflector von 144° entsprechend den Zwischenräumen zwischen den Gruppen. Dieses System führt ein optisches Instrument von nur geringer Leuchtfähigkeit, nämlich den Reflector, ein. Aber es erzeugt dennoch Blinke von beinahe genauer Identität. Man hat es zuerst in Frankreich eingeführt (Cap Béar, Les Sanguinaires, Le Pilier). Mit Brennern von 85 mm Weite ergeben diese Apparate, bei 0,70 m Brennweite, Blinke von 20000 Carcel-Lampen in einer Zeitdauer von 0,38 Sekunden, wobei die Dauer der Umdrehung 20 Sekunden beträgt.

Bei verschiedenen älteren Feuern, namentlich dem von Sept Iles, hat man vorgezogen den Vorteil längere Blinke zu erzeugen und die beinahe vollständige Gleichheit der Blinke herbeizuführen vermittelt einer Lösung nach Figur 9 zu erreichen. Diese Lösung ist gewählt worden für das rote Blinkfeuer zu drei Gruppen auf der Klippe von Jument d'Ouessant. Der hierfür vorgesehene Apparat macht in 30 Sekunden eine Umdrehung und

wird alle 15 Sekunden Gruppen von 3 Blinken entsenden, deren Dauer 0,57 Sekunden beträgt, und wird eine Leuchtkraft von 17.500 Carcel-Lampen bei weissem Licht und eine solche von 3.000 Carcel-Lampen bei rot abgeblendetem Licht ergeben..

4. Die Apparate für Blinkgruppen zu vieren sind nur aus ökonomischen Rücksichten angenommen worden, nämlich um alte, aus 8 ringförmigen Glassätzen bestehende optische Apparate von 0,92 m Brennweite wieder verwenden zu können, indem man die Hälfte derselben, ergänzt durch einen Reflector von 180°, zu einem neuen Apparat, entsprechend Figur 10 vereinigte mit Blinkgruppen zu vieren. Mit Brennern von 85 mm Weite hat man damit Blinke von 20000 Carcel-Lampen während 0,37 Sekunden bei einer Umdrehungsdauer von 25 Sekunden erzeugt.

5. Acetylen-Beleuchtung hat man auf dem Leuchtturm von Chassiron angewendet ohne dabei den alten optischen Apparat zu verändern, welcher sich aus acht ringformigen Glassätzen von 0,92 m Brennweite, von denen die untersten catadioptrischen Ringe zum festen Feuer gehören, zusammengesetzt. Es treten regelmässige Blinken in Zeiträumen von 10 zu 10 Sekunden auf. Mit Brennern von 55 mm Weite beträgt die Leuchtkraft 36000 Carcel-Lampen und ihre Dauer 0,7 Sekunden.

Electriche Beleuchtung.

Die Ausrüstung der bedeutendsten electricch erleuchteten Leuchttürme von Créach d'Ouessant, Cap Gris-Nez und la Coubre ist vor kurzem erneuert und verstärkt worden.

Der optische Apparat dieser Feuer besteht aus vier Glassätzen von 0,30 m Brennweite und einer Umdrehungszeit von 20 Sekunden. Mit diesen Anordnungen stimmen die Blinke überein, welche 0,10 Sekunden Dauer haben bei 60 Ampère Stromstärke und Lichtkratern von 9 mm und 0,14 Sekunden Dauer bei Strom 9 mm starken Lichtkratern und 0,14 Sekunden Dauer bei Strom von 120 Ampère und 13 mm Lichtkratern.

Man hätte nun anstreben können, diese Blinkdauer zu vermehren, um sich der Grenze von 0,30 Sekunden zu nähern, welche für andere Feuer zugelassen ist. Dazu hätte aber, da die Brennweite des Apparats nicht unter 0,30 m reduciert werden konnte, entweder die Zahl der Glassätze nothwendigerweise vermehrt werden müssen, wodurch sich aber die Leuchtkraft verringerte, oder die Abmessungen der Lichtquelle hätten vergrössert werden müssen. Man hat sich zu einem Vorgehen in letzterer Hinsicht entschieden; obgleich in der Tat in der Verwendung von

stärkeren Strömen ein Stillstand eintreten lassen wegen der Schwierigkeit Kohlenstifte herzustellen, welche mit hochgespannten Wechselströmen beständige Lichtbogen erzeugen. Solange der Strom 75 Ampère nicht übersteigt, erhält man regelmässige und feste Lichtkrater und einen Abstand von 4-5 mm. welcher notwendig ist, damit die beiden Lichtkrater den optischen Apparat gleichmässig erleuchten. Wenn der Strom die Stärke von 100 bis 120 Ampère erreicht oder überschreitet, wird der Lichtbogen unbeständig und die Lichtkrater verändern ihre Form derartig, dass die Strahlenbündel nicht mehr die angestrebte Regelmässigkeit haben. Will man dem Lichtkrater eine gewisse Beständigkeit geben, so muss man die Entfernung der Krater um Vieles vermindern und dann deckt ein Krater den andern für einen beträchtlichen Teil des optischen Apparats. Es sind jedoch lebhaftere Anstrengungen von Seiten der Fabrikanten von electricischen Kohlestiften gemacht, um diese Schwierigkeiten zu überwinden. Ausserdem sind von der Centralbehörde für das französische Leuchtfeuerwesen Untersuchungen in's Werk gesetzt hinsichtlich der Verwendung von mineralisierter Kohle. Man kann die berechtigte Hoffnung hegen, dass in Zukunft durch Erfolge in der einen oder anderen Hinsicht eine Vergrösserung der jetzigen Stromstärken möglich werden wird. Aus diesem Grunde hat man die Anwendung jenes Apparatentypus aus 4 Glassätzen vorgezogen, dessen Blicke zur Compensation ihrer kürzeren Dauer ein Uebermass an Leuchtkraft haben und welche die in Zukunft beabsichtigten Verbesserungen durchzuführen gestatten. In allen wichtigen electricisch erleuchteten Leuchttürmen sind zwei optische Apparate dieser Art parallel nebeneinander auf gemeinsamer Drehbasis verwendet.

Die electricische Anlage dieser Apparate setzt sich zusammen aus zwei untereinander unabhängigen Wechselstrommaschinen, jede von 5,5 Kilowatt, und ferner aus zwei Verbund-Dampfmaschinen von je 30 Pferdestärken, welche gleichzeitig im Stande sind ein Nebelsignal durch Pressluft in Tätigkeit zu setzen.

Man hat nacheinander zwei verschiedene Arten Wechselstrommaschinen verwendet.

In Ouessant und am Cap Gris-Nez ist jede dieser Maschinen aus einem achtpoligen Inductor aus dünnem Eisenblech, welches von den Erregerspulen umgeben ist, und den ebenfalls aus dünnem Eisenblech hergestellten Ankern, welche auf die Asche aufgezogen sind, gebildet.

Der Ankerkern ist mit Zähnung versehen, in diesen Ausschnitten sind 16 Spulen aus isoliertem Kupferdraht untergebracht.

Die Spulen bestehen aus zwei übereinander liegenden Wickelungen, welche in der halben Breite der Spule übereinander weg greifen, sodass zweiphasige Wechselströme entstehen. Die so gebildeten zwei Wickelungen endigen in drei isolierten bronzenen Ringen; der mittlere davon bildet den gemeinsamen Pol. Man kann so mit einer einzigen Wechselstrommaschine für jede der beiden Lampen des optischen Apparats einen Strom von 60 Ampère und 45 Volt erzeugen, indem man die beiden Wickelungen fast vollständig unabhängig von einander macht. Ihre wechselseitige Einwirkung auf einander ist dann tatsächlich schwach genug, sodass die Leistung einer Lampe nur um 10 % schwankt, wenn man die andere ausschaltet. Um zu einer Stromstärke von 120 Ampère überzugehen kuppelt man die beiden Wechselstrommaschinen mechanisch zusammen und trägt dann jede derselben zur Speisung der beiden Lampen bei.

Bei der älteren Einrichtung von la Coubre ist jede Wechselstrommaschine durch die Vereinigung zweier einfachen achtpoligen Maschinen von 60 Ampère gebildet, welche ein gewöhnliches Inductorsystem aufweisen und zwei verschiedene nebeneinander auf der Achse sitzende Anker. Diese beiden Anker sind einphasige und zwar so, dass sie nach Belieben getrennt oder parallel geschaltet werden können.

Da sie auf einander keine merkliche Induktion ausüben, hat man ihnen eine sehr starke « Selbst-Induction » geben müssen, wie dies vorübergehend bei den einphasigen Wechselstrommaschinen von Ile d'Yeu geschehen ist, und hat die Anwendung von Selbstinduktion von aussern vermieden, welche die Verteilung, nach der vorerwähnten Lösung verwickelter erscheinen lassen. Ausserdem kann man mit derselben Wechselstrommaschine entweder zwei Lampen von 60 Ampère und 45 Volt speisen oder eine einzige Lampe von doppeltem Regime, was durch einfache Auslösung der mechanischen Kuppelung, welche die beiden Wechselstrommaschinen gleichzeitig in Tätigkeit setzt, geschehen kann.

Die Regulierungsvorrichtungen des electrischen Lichtbogens haben nach und nach verschiedene Vervollkommnungen ihres Mechanismus erfahren. Man hat zuerst den einzigen verwendeten Stift für die Stromzuführung, der eine mangelhafte Uebereinstimmung in der Gegenüberstellung und Umbildung der Kohlestäbe verursacht, ersetzt durch ein genau und ungezwungen arbeitendes System von zwei Stromzuführungsstiften. Ausserdem dat man das Gewicht der Regulierungsvorrichtung durch Anwendung von Aluminium 40 kg auf 20 herabgemindert.

Schiesslich hat man einen Teil der Reibungskontakte durch biegsame Kabel ersetzt.

Die mit 60 Ampère erreichte absolute Leuchtkraft beträgt 1500000 Carcel-Lampen für den optischen Apparat, oder 3000000 für einen Doppelapparat, bei 100 bis 120 Ampère 2300000 Carcel-Lampen für den Apparat oder 4600000 für den Doppelapparat.

In dem einen oder anderen Fall muss die absolute Leuchtkraft reduciert werden, damit man die wirksame Leuchtkraft erhält. Im ersten Falle, der einer Blinkdauer von 0,10 Sekunden entspricht, hat man eine Reduction um die Hälfte bewirkt, im andern, einer Blinkdauer von 0,14 Sekunden entsprechenden Falle, eine Reduction um $\frac{1}{3}$. Die hohe Leuchtkraft der electrisch erleuchteten optischen Apparate gestattet diese starke Reduktion, welche die noch der Lösung harrenden Aufgaben in Zukunft nicht mehr erforderlich erscheinen lassen werden.

Aufbau, Form und Leistung der optischen Apparate..

Die verschiedenen hier angezogenen Leuchtstärken hängen nicht allein von dem eigenen Glanz der Lichtquelle und den Abmessungen der verwendeten linsenförmigen Glaskörpern ab. Sie resultieren ausserdem auch aus dem Aufbau dieses Linsenkörpers und den Sorgfalt, welche bei deren Zusammensetzung beobachtet wird.

In jedem Punkt eines linsenförmigen Glaskörpers von gegebenem Aufbau hat die theoretische Leistung einen begrenzten Wert, welcher wesentlich abhängt von dem was wir mit reiner Divergens bezeichnen. Es werde eine beliebig gestaltete Linse vorausgesetzt und ein Punkt B auf derselben angenommen, welcher bestimmt ist durch den Einfallswinkels σ des zugehörigen Brennstrahls. Ein Strahlenbündel von unendlich kleinen Querschnitt, welches in diesem Punkt B einfällt, ergiebt beim Austritt aus der Linse gewöhnlich einen Strahl von abweichendem Querschnitt. Das Verhältniss dieser beiden Querschnitte ist für den Punkt B die reine Divergens der Linse innerhalb der Ebene des gewählten Einfallswinkels.

Das Gesetz der Veränderung der reinen Divergens wechselt entsprechend den Punkten des Pr fils der Linse. Für eine durch die optische Achse gehende Ebene ist dasselbe für jeden Winkel σ gleich 1, wenn das Profil der von Prasmowski ausgesprochenen Bedingung entspricht oder der Bedingung des Minimums der Deviation, welche Ch.-A. Stevenson auf die Linsen der Leuchfeuer angewendet hat. Bei planconvexen Linsen ist es angenä-

hert gleich $\frac{1}{\cos. \sigma}$; es nimmt zu je nachdem man sich vom Mittelpunkt, wo es gleich 1 ist, entfernt.

Für alle catadioptrischen Ringen wie für alle Anordnungen, welche durch Reflexion wirken, ist der Coefficient der reinen Divergens gleich 1.

Kennt man für jeden Punkt die reine Divergens und den inneren für den entsprechenden Einfallswinkel bestimmten Glanz der Lichtquelle, so kann man die ursprüngliche Leuchtkraft für jeden beliebigen Punkt berechnen und daraus die Zusammensetzung des gesamten, von einem linsenförmigen Glasapparat ausgehenden Strahlenbündel, welches seinen Ursprung in einer bekannten Lichtquelle ableiten hat; aus einer derartigen Berechnung ergibt sich die in Figur 1 und 2 dieses Berichts gegebene Dargetellung.

Eine Menge von Formen sind vorgeschlagen worden oder können gebildet werden für die optischen Apparate von Leuchtfeuern. In Frankreich hat man immer am Fresnel'schen Profil festgehalten, welches im Centrum und bis zur Neigung von 30° aus einer plan-convexen Linse mit Abstufungen, und alsdann aus catadioptrischen Ringen mit dem gebräuchlichen Profil besteht. Es ist zu beachten, dass bei dieser Form die reine Divergens, welche sich für die Oberfläche der centralen Linse ergibt, ein wenig unter der Einheit bleibt, und dass diese geringe theoretische Unterschreitung mehr als ausgeglichen wird durch die Leichtigkeit der Construction und durch den Genauigkeitsgrad, welche der planconvexen Form eigen ist. Andernteils hat die Praxis bewiesen, dass die Lichtverluste in Folge von Montage- oder Constructionsfehlern ganz beträchtlich grösser sind, als diejenigen, welche in der beregten Unterschreitung ihre Ursache haben.

Deshalb strebt man danach Specialbedingungen hinsichtlich Genauigkeit und Leistungsfähigkeit der optischen Apparate in der Industrie einzuführen. Diese Genauigkeit und Leistung hängt bei jedem Ring des optischen Apparats von zwei Elementen ab: von der Brennweite und der reinen Divergens.

Bei den in der Praxis verwendeten Profilen der Ringe, mit einer der Erzeugungskurve entsprechenden Oberfläche, ändert sich die Brennweite entsprechend dem Punkte des Profils, welchen man betrachtet. Man muss deshalb hier von einer mittleren Brennweite sprechen.

In jedem Profilvergleichungspunkt vergliche man die wirkliche Divergens mit der theoretischen.

Wenn ein Ring auch sehr glatte und gleichmässige Aussenflächen zeigt, aber die Kanten oder die Winkel zwischen den aneinanderstossenden Flächen sind nicht dieselben, wie bei dem typischen Profil, so weicht die mittlere Brennweite von der vorgesehenen ab, trotzdem aber ergiebt der Ring bei einer im wirklichen Brennpunkt aufgestellten Lichtquelle eine der theoretischen Divergens genügend nahe kommende Divergens.

Andererseits kann ein Ring mit einer mittleren vorgesehenen Brennweite, wenn die ihn begrenzenden Oberflächen unregelmässig sind, wenn sie Streifen, Unterbrechungen oder andere derartige Fehler aufweisen, ein sehr stark divergirendes Strahlenbündel hervorrufen.

Ferner hängt die Brennweite besonders von der geometrischen Form des Ringes selbst ab und übermässige Divergens von der mehr oder weniger grosser Vollkommenheit, mit welcher die Ringflächen ausgeführt sind.

Die Brennweiten misst man auf folgende Weise :

Auf der optischen Achse des betrachteten Ringes stellt man den positiven Lichtkrater einer kleinen electrischen Lampe auf, welche mit Gleichstrom gespeist wird und deren Kohlen horizontal angeordnet sind, und lässt die von dem Ring alsdann ausgehenden Strahlen auf einen in etwa dreissig Meter Entfernung aufgestellten Lichtschirm auffallen.

Liegt ein dioptrischer Ring vor, so wird der auf dem Schirm erscheinende Schnitt des Strahles durch ein farbiges ringförmiges Spectrum gebildet, in welchem man das gelbe Licht absondert; demselben entspricht bei Glas von Saint-Gobain der nach den optischen Berechnungen richtig befundene Index 1,53. Man berichtigt sodann versuchsweise die Lage der Lichtquelle derart, dass die Mittelpartie des gelben kreisförmigen Streifens sich vollständig mit dem mittleren Umfang der Ringprojection deckt. Die so bestimmte Lage des Lichtkraters ist als mittlerer Brennpunkt des Ringes anzusehen.

Bei einem catadioptrischen Ringe ist der Schnitt des Strahles dagegen stets weiss. Man bringt hier die Lichtquelle in eine solche Lage, dass der mittlere Umfang dieses Schnittes sich mit demjenigen der Ringprojection deckt und sieht die derart gefundene Lage des Lichtkraters als diejenige des mittleren Brennpunktes an.

Dieselbe Operation dient zur Bestimmung der Divergens von katadioptrischen Ringen. Die Breite des erscheinenden ringförmigen Streifens ergiebt in Verbindung mit dem Abstand des Ringes den Ausfallswinkel des Lichtstrahls. Der Einfallswinkel des

Strahles ist ausserdem bekannt. Die zwischen beiden Winkeln bestehende Beziehung, ergibt die wirkliche Divergens, welche immer von der Einheit abweicht. Man lässt für die Praxis eine Abweichung von 30 % zu.

Die Farbenbrechung der linsenförmigen Ringe verhindert die Divergens derselben zu bestimmen. Man beschränkt sich deshalb bei denselben auf die Versuche zur Bestimmung der Brennpunkte.

Die Anwendung dieser Methoden hat zu einer der vorteilhaftesten Verbesserungen bezüglich der Leistung der optischen Apparate geführt.

Sichtkreis der Feuer.

Die Lichtstärken der verschiedenen Feuer sind in die Verzeichnisse der französischen Leuchtfeuer aufgenommen. Aber diese Nachweisung genügt tatsächlich nur um dem Schiffer, von dem was ihn am meisten interessiert, nämlich von der Sichtweite der Feuer, einen kaum hinreichenden Anhalt zu geben. Denn es ändert sich der Sichtkreis eines Feuers innerhalb sehr weiter Grenzen entsprechend der Sichtigkeit der Luft. Trotzdem geben die Leuchtfeuer-Verzeichnisse oft nur eine einzige Angabe über die Sichtweite entweder für reine Luft, und zwar wählt man in diesem Falle die geographische Sichtweite für einen Beobachter der sich in einer begrenzten Höhe über dem Meeresspiegel befindet, oder die Angabe bezieht sich auf eine mittlere einer Häufigkeit von 50 % entsprechende Sichtigkeit der Luft.

Diese Angaben besitzen nicht die vom Seefahrer zu fordernde Genauigkeit und Zuverlässigkeit, sodass die Internationale Marine Conference zu Washington empfohlen hat, dieselben zu vervollständigen und unter einander in Uebereinstimmung zu bringen.

Die in dieser Hinsicht von der Behörde für das französische Leuchtfeuerwesen angestellten Untersuchungen haben zu folgendem Ergebniss geführt :

Es ist notwendig, dass die alten, in dem von Allard 1876 veröffentlichten Aufsatz enthaltenen Formeln über die Intensität und die Sichtweite der Leuchtfeuer, welche die Sichtweite in Abhängigkeit zu einem der Dichtigkeit der Atmosphäre entsprechenden, aus verschiedenen Beobachtungen bestimmten Koeffizienten bringt, verlassen werden. Diese Formeln, welche aus empirischen, aus Beobachtungen an den alten Leuchtfeuern festgestellten Grössen berechnet sind, stimmen nicht überein mit den

an neuen Leuchtfeuern gemachten Beobachtungen. Nach eingehender Prüfung dieser Beobachtungen, hat man erkannt, dass es angebrachter ist auf die Anwendung ganz allgemeine Formeln zu verzichten und die Sichtweiten einzig und allein zu bestimmen durch direkte und genügend lange Beobachtungen, welche in den verschiedenen Küstengegenden für jede Art Feuer angestellt werden.

Die zu diesem Zweck angestellten Beobachtung der Sichtweiten haben gezeigt, wie viele Male über Hundert jedes bedeutende Leuchtfeuer im Jahre von den benachbarten Feuern aus gesichtet werden konnte. Man konnte daraus eine gewisse Anzahl besonderer Kurven auftragen, welche für charakteristische Feuer die Häufigkeit der Sichtweite für bestimmte Abstände darstellen. Einige dieser Kurven sind in Figur 11, 12, 13 und 14 wiedergegeben, dieselben geben eine vollständige Darstellung der Leuchtwirkung der betreffenden Feuer.

Da man nicht für jedes Feuer die ihm entsprechende Kurve wiedergeben kann, so hat man in das amtliche Verzeichniss der französischen Leuchtfeuer zwei Sichtweiten aufgenommen, nämlich diejenige, bei welcher das Feuer unter 100 Malen fünfzigmal, und diejenige bei welcher es unter 100 Malen neunzigmal gesichtet wird. Die wirksame Sichtweite kann also für die Hälfte der Zeit gleich oder grösser als die erste jener Angaben angenommen während für 90/100 der Zeit die zweite Angabe Geltung hat.

Die erstere Angabe entspricht einem mittleren Sichtigkeitsgrad der Atmosphäre, die zweite einem während 90/100 des Jahres vorherrschenden, d. h. für Nebeltage. Die Sichtweiten auch für klares Wasser anzufügen, hielt man für unnötig, denn dieselben sind zumeist sehr beträchtlich und können die geographische Sichtweite merklich überschreiten.

Diese Ergebnisse sind in Form von Kurven zusammengefasst, welche die Leuchtkraft als Ordinaten und als Abscissen die Abstände aufweisen, in welchen jedes Feuer unter 100 Malen fünfzig- oder neunzigmal gesehen wird. Wir geben in den Figuren 15 und 16 beispielsweise Kurven wieder, deren Verzerrung genügt um die grössten Leuchtstärken feststellen zu können. Andere Curven dagegen mit sehr grosser Verzerrung sind aufgetragen um die Sichtweiten von Feuern mit schwacher oder mittlerer Leuchtkraft zu erhalten.

Die Einzelkurven und die zusammenfassenden Kurven geben zu verschiedenen Bemerkungen Anlass :

Bei sehr grossen Leuchtstärken geht die Zunahme der Sicht-

weite gegenüber derjenigen der Leuchtstärke sehr viel weniger schnell vor sich, als nach den Formeln von Allard vorausgesetzt werden muss.

An hohen Punkten aufgestellte Leuchtfeuer, welche von Nebel nicht verdunkelt von einem gleich hoch gelegenen Punkt aus beobachtet werden, derartig dass ihre Lichtstrahlen in einer gewissen Höhe über den Meeresspiegel erscheinen, ergeben eine viel grössere Sichtweite als gleichartige Feuer, von denen man nur die über das Meer hinstreichenden Strahlen wahrnimmt. Zu diesen gehören die Feuer von Ailly, Ansifer, Cap Fréhel, La Garoupe. Entgegengesetzte Ergebnisse sind nur festgestellt bei Leuchtfeuern, deren Standpunkt gewählt war, wie bei Cap Béar, auf dem Abhang eines Gebirgsmassifs, wo Nebel und Gewölk haften bleibt.

Dagegen haben die niedrig gelegenen Feuer, insbesondere die schwimmenden, eine geringere Sichtweite als gleichwertige Feuer, welche weniger von den niedrigen, bisweilen an der Meeresoberfläche dichte Streifen bildenden Nebeln und Dünsten umgeben sind.

Zwei identische Feuer, welche wenig von einander entfernt an derselben Küste aufgestellt sind, zeigen manchmal ganz wesentlich von einander abweichende Curven der Sichtbarkeit. Für dieselben Feuer zeigen Beobachtungen von verschiedenen Punkten aus beiweilen gewisse Sonderheiten, welche beweisen, dass die Sichtbarkeit in den verschiedenen Azimuten durch die Gestaltung und Lage der Küste beeinflusst wird. Daher ist es nicht geechgültig ob man ein Feuer im Osten oder im Westen beobachtet. An bestimmten Punkten, beispielsweise an Flussmündungen, stellt man ebenfalls gewisse Abweichungen fest. Viele verschiedene Zufälligkeiten beeinflussen die Sichtweise daselbst und machen es unmöglich dieselbe durch Formeln auszudrücken.

Es wäre von grossem Interesse wenn diesbezügliche Daten in den verschiedenen Ländern gesammelt würden.

Ununterbrochen brennende Feuer.

Bei allen im Vorhergehenden besprochenen Feuern hat man sich bemüht eine möglichst grosse Leuchtkraft zu erzielen. Est giebt aber auch Feuer und zwar sehr zahlreiche, bei denen ununterbrochenes Brennen wegen ihrer abgelegenen Lage und wegen ihrer schweren Zugänglichkeit, insbesondere der Gegenstand der Bemühungen seien muss.

Man hat fortgeföhren solche Leuchtsfeuer anzuwenden, wel-

che es ermöglichen Gerüstbaaken und einzelne Klippen ohne Aufwendung der Kosten für ein gewöhnliches Leuchtfeuer und Bestellung eines besonderen Wächters zu erleuchten. Dieses System besteht, wie früher schon mitgeteilt, in der Anwendung eines dicken Dochtes, dessen oberes Ende umhüllt ist, als vorläufige Kruste, mit einer gleichmässigen Schicht von carbonisiertem Goudron. Bei einem so vorbereiteten Docht geht die Verdampfung des Oeles abseits von denjenigen Stellen vor sich, an denen sich die bei der Verbrennung entstehenden Goudronniederschläge ansammeln. Die Flamme kann sich auf diese Weise sehr lange erhalten.

Die Leichtigkeit der Umdrehung, welche die Anwendung des Schwimmens auf Quecksilber zum Gefolge hat, gestattet ausserdem die Anwendung ein und desselben Systems für Feuer mit Verdunkelung und für Blink-Feuer. Electricische Elemente, welche in längeren Zwischenräumen erneuert werden, betätigen einen Grammeschen Ring, welcher sich zwischen den Polen zweier Magnete dreht. Dieser Ring teilt seine Umdrehung einer verticalen Achse mit, welche durch seinen Mittelpunkt geht und mit dem optischen Apparat fest verbunden ist. Um die Schnelligkeit auf eine Umdrehung innerhalb 10 Sekunden im Mittel zu verringern, wendet man eine grosse Zahl sehr schwacher Induktionsdrähte an, deren grosser Widerstand einen dauernd geminderten Gang erzwingt. Man hat ihn vermehrt vermittelt einer electromagnetischen Bremse, welche aus auf den Kern des Induktors geschweissten massiven Kupferringen besteht und welche zum Sitz von Nebenströmen werden entsprechend der Schnelligkeit. Diese Ströme lassen eine Vermehrung der passiven Widerstände entstehen wenn die Schnelligkeit sich vermehrt; ihre Verminderung erzeugt die entgegengesetzte Wirkung im Falle eines zufälligen Nachlassens der Geschwindigkeit.

Gasbeleuchtung.

Andere fortgesetzt brennende Feuer sind betätigt worden vermittelt aus festen oder schwimmenden Behältern abgegebenen Fettgases, bisweilen auch unter Zuhülfenahme von Acetylen. Die festen Behälter sind entweder auf den Enden der Molen oder dem Untergestelle der Leuchtfeuer untergebracht. Die hauptsächlichsten Typen der Leuchtbojen, von denen in grossem Umfange Gebrauch gemacht worden ist, sind schon verschiedentlich beschrieben worden, sodass hier auf eine Wiederholung verzichtet werden kann. Das mittelst Gas erleuchtete

Feuerschiff von Rochebonne, welches 10 m über dem Wasserspiegel ein festes Feuer von einer Leuchtkraft gleich 50 Carcel-Lampen zeigt, ist ebenfalls zur Genüge bekannt.

Neue Typen für Feuerschiffe.

Der neue Typ für Feuerschiffe, der vom französischen Leuchtfeuerwesen am Eingang in die Nordsee, bei der Sandbank « Sautettié », verankert worden ist, ist gleichfalls schon beschrieben. Wir wollen uns deshalb damit begnügen die Abbildung desselben und seine Hauptelemente zu bringen.

Die Stabilität des Schiffes is verbessert worden :

1. durch Unterdrückung jeder Gleichzeitigkeit zwischen seinen eigenen periodischen Schwingungen und denjenigen der Wellen, welche auf Schiff einwirken ;
2. durch Dämpfung der Seitenschwankungen mittelst Anordnung von vorstehenden Rollkielen ;
3. durch Senkung seines Schwerpunktes im Verein mit einer Reduction der Wasserflächenlinie, einer grosseren Wassertiefe und der Anbringung von Eisenballast aussen am Schiffkörper neben dem Mittelkiel.

Die hauptsächlichsten Abmessungen des Schiffes und die für die Stabilität desselben massgebenden Elemente sind die folgenden :

Länge	35.00 m.
Breite in der Wasserlinie	6.24 "
Raumtiefe	5,10 "
Wassertiefe einschliesslich eines scharfen Kiels von	
1 m. Höhe	4.60 "
Displacement	341 Tonnen
Hebelarm des Metracentrums in der Querrichtung	0.34 m.
Hebelarm des Metracentrums in der Längsrichtung	30.70 m.
Dauer einer halben Schwin- { beim Schlingern	6 Sekunden.
gung in ruhigem Wasser { beim Stampfen	1.75 "

Das Licht besteht aus einem pendelartig schwingenden optischen Apparat mit regelmässigen weissen Blinken von 5 zu 5 Sekunden. Der Apparat besteht aus 4 Gassätzen von 0,25 m Brennweite und ist auf einem Gegengewicht montiert. Die untere Partie ist in einen Schaft mit daran hängendem Gegengewicht ausgezogen. Dieser Schaft ist mittelst eines Cardanischen Gelenks mit dem Mittelpunkt einer horizontalen Scheibe verbunden, welche letztere durch die Maschine zur Drehung des optischen Apparats in Rotation versetzt wird ; die Scheibe läuft

auf Stahlkugeln. Der Schwerpunkt des Apparats, dessen Gewicht 700 kg beträgt, ist derartig angeordnet, dass die Dauer einer einfachen Schwingung des Apparats ungefähr 7 Sekunden beträgt. Unter diesen Bedingungen hat man feststellen können, dass der Pendelausschlag gegen die Senkrechte 5 bis 6° nicht überschreitet und die Lichtwirkung nicht ungünstig beeinflusst wird.

Der Apparat wird erleuchtet durch komprimiertes Fettgas. Das in Behältern herbeigeführte Gas gelangt durch eine feste Rohrleitung bis zur Mastspitze, von dort geht es durch eine Quecksilberverbindung in ein Verbindungsrohr über, welches durch ein von der Maschine getriebenes Vorgelege in die gleiche Bewegung versetzt wird wie der Apparat. Der Verbindungsstutzen ist durch einen Gummischlauch mit dem unteren Teil des am Apparat befindlichen Schafts verbunden; der Schaft ist in der Längsachse durchbohrt, sodass das Gas durch denselben bis zum Brenner gelangen kann. Die Leuchtkraft des Feuers ist gleich 3500 Carcel-Lampen.

Das Feuerschiff ist mit einem Nebelsignal ausgerüstet, welches aus einer Luftsirene besteht, die durch Dampfmotor angetrieben wird.

Im December 1903 ist das Schiff an seinem Platz in 23 m Tiefe bei Niedrigwasser verankert worden und hat sich in seiner ausgesetzten Lage in dieser ganzen Zeit gut gehalten. Die Erfahrungen mit den auf ihm eingeführten Neuerungen können als günstig und als abgeschlossen angesehen werden.

Hörbare Seezeichen.

Obschon die der Schifffahrt durch hörbare Seezeichen erwiesenen Dienste bisher sehr mittelmässig gewesen sind wegen des nicht genügend weiten Hörkreises, der auch bei den kräftigsten Apparaten bisweilen unter 5 Meilen herabsinkt, und in Folge des Unvermögens mit hinreichender Genauigkeit ihre Entfernung und die Richtung, aus welcher der Schall kommt festzustellen, trotzdem verlangen die Schiffer die Weiterentwicklung dieses Zeichens für die Fahrtbezeichnung und hat unsere Behörde deshalb ihre Bemühungen diese Zeichen zu vervollkommen fortgesetzt.

Die Lösung ist sehr schwierig. Es handelt sich darum die Luft in kräftige Schwingungen zu versetzen durch die Gewalt von Pressluft, durch welche die am meisten verwendeten Sirenen betätigt werden. Diese Uebertragung ist sehr unvollkom-

men. Um das zu begreifen genügt es sich vorzustellen, dass von den automatischen Sirenen die Luft in Form von winzigen wirbelnden Strahlen ausgestossen wird, deren Schnelligkeit und Stoszkraft sehr verschieden ist von denen die schliesslich die Luft in Schwingungen versetzen sollen.

Bei automatischen Sirenen kommen zu diesen Wirbelerscheinungen sehr bedeutende Luftverluste. Tatsächlich sind nämlich die Energieverluste derartig, dass Vergrösserungen der antreibenden Kraft bei den Sirenen bis jetzt nur wenig merkbare Vergrösserungen der Hörweiten mit sich gebracht haben.

Die Sirenen, über welche wir genaue Angaben besitzen, sind folgende :

BEZEICHNUNG DER SIRENEN	Pressung der Luft in Kg per qcm	Verbrauchte Luft per Tonssekunde zurückgeführt auf 1 Atmosphäre: Lit r	Pferdekraft für die Tonssekunde	
<i>Französische Sirene, cylindrisch, automatisch, Durchmesser 0.15 m. nur einen Ton erzeugend</i>	2	400	45	
Englische Doppel-Sirene von Sainte-Catherine, cylindrisch, automatisch, Durchmesser 0.127 m., zwei Töne erzeugend :				Die Angaben über diese beiden Sirenen sind dem Bericht über die von Trinity House zu Sainte-Catherine Point im Jahre 1901 angestellten Versuche entnommen.
Hoher Ton	1,757	908	134	
Tiefer Ton	1,757	454	67	
Sire von Girdleness, cylindrisch, mit Motor, Durchmesser 0.178, zwei Töne erzeugd.				
Hoher Ton	2,108	3,688	616	
Tiefer Ton	2,108	737	124	

Unseres Wissens sind vollständige Vergleiche zwischen diesen verschiedenen Instrumenten noch nicht durchgeführt; es scheint jedoch nach den vorliegenden Nachweisungen, dass keines derselben charakteristische Vorteile vor dem andern aufweist. Man ist deshalb veranlasst anzunehmen, dass die cylindrische Sirene sich nicht zur Erreichung merklicher Verbesserungen eignet, weil Aenderungen in ihren Abmessungen, in dem

Luftverbrauch, in der Antriebskraft, von ebensolcher Bedeutung wie diejenigen welche die oben angeführten Sirenen unterscheiden, den Wert sich ergebenden Resultate ungewiss erscheinen lassen.

Die Aufmerksamkeit richtet sich deshalb auf eine andere Sirenenform, welche characterisiert wird durch die Verwendung einer sich drehenden Scheibe an Stelle des Cylinders, deren Drehung betätigt wird durch einen kleinen besonderen Pressluftmotor. Auf diese Weise sind auch die alten Dampfsirenen ausgebildet, denen man in der Folge die automatisch angetriebenen cylindrischen Sirenen vorgezogen hat, weil diese eine selbsttätige sehr einfache Wirksamkeit besitzen. Nun es ist bekannt gewesen, dass die Umdrehung vollkommen gesichert ist bei Verwendung einer kleinen Pressluft-Turbine und eine ebenso regelmässige ist wie bei einer selbsttätig sich drehenden Sirene. Andererseits jedoch gestattet dieser Apparat die Anordnung von festen, sich allmählich erweiternden Gängen von einer Seite der sich drehenden Scheibe zur andern, mit deren Hülfe jene Wirbelströmungen hervorgebracht werden können, welche so scharf bei den cylindrischen Sirenen hervortreten. Er gestattet ausserdem die Sirenenaxe in die verlängerung des Schallrohrs zu bringen und die Achse der Schallwelle ohne Winkel und Krümmung direkt gegen den Horizont zu richten.

Infolge dessen ist diese Form der Sirenen von der Behörde für das französische Leuchtfeuerwesen zur Anstellung von Versuchen herangezogen worden.

Leuchttürme von grosser Höhe.

Die Erneuerung des electricch erleuchteten Leuchtturmes von la Coubre an der Mündung der Gironde, welche erforderlich geworden war in Folge des plötzlich eingetretenen Fortschrittes des Landabbruches am Punkt gleichen Namens, hat zur schnellen Ausführung eines Turmes von grosser Höhe geführt.

Die Construction desselben ist in Figur 22 dargestellt. Der lichte Raum des Turmes besteht aus einem Cylinder von 3,50 m Durchmesser, welcher eine eiserne Wendeltreppe von 0,8 m Breite umschliesst, die beleuchtet wird von 40 ihrer Schraubenlinie folgenden Fenstern.

Der Brennpunkt des electricch Feuers liegt 58,48 m über dem Gelände und 64 m über dem Meeresspiegel. Ein Nebenfeuer mit farbigen Sectors, ist in einer kleinen Lanterne, welche an der Aussenfläche des Turmes ausgekragt ist, 36,03 m über dem Erdboden eingebaut.

Die Dicke des Mauerwerks an der Basis des Turmschaftes beträgt 3,58 m und unter der oberen Gallerie 0,70 m.

Der Turm ist ausschliesslich aus Portland-Cementbeton mit Eiseneinlage hergestellt. Für den Turmschaft ist Beton aus Kies und Dünensand verwendet in der folgenden Mischung :

Kies 0,850 cbm, Sand 0,550 cbm, Cement 190 kg.

Auf dem Ausbau und in einer Dicke von 0,15 m ist eine Verputzschicht aus fettem Beton vorgesehen von folgender Mischung :

Scharfer Sand 1 cbm, Cement 500 kg.

Diese Putzschicht ist mit senkrechten und wagrechten Eiseneinlagen versehen von 10 mm Durchmesser, welche in der Schicht ein Netzwerk von 0,20 bis 0,25 Maschenweite bilden. Zur Aussparung der Fenster sind diese Eisenanlagen nicht unterbrochen, sondern entsprechend gebogen.

Die beiden Plattformen des Dienst- und des Apparateriums werden ebenfalls in Beton mit Eiseneinlage ausgeführt ; sie sind in solider Weise mit dem Mauerwerk des Turmschaftes verbunden.

Die Dicke des Mauerwerks im Turmschaft, welche allerdings etwas geringer als bei anderen Türmen gleicher Höhe gewählt worden ist, genügt schon ohne Eiseneinlage zur Sicherung der Stabilität des Turmes, ohne dass dabei in dem am meisten beanspruchten Querschnitt der Druck die Grösse von 9,44 kg überschreitet unter der Annahme eines auf die Winddruck von 275 kg qm auf die senkrechte Projection der Turmoberfläche. In dieser Berechnung ist der Umhüllung des Turmschaftes mit einem Mantel aus fettem Beton mit Eiseneinlage nicht Rechnung getragen worden ; diese Armierung ist geeignet die Sicherheit zu erhöhen und die Schwankungen des Turmes unter den Einfluss des Windes zu vermindern.

Schwingungen der Leuchttürme.

Diese Schwingungen sind auf dem Turm selbst mit Hilfe eines besonderen Schwingungsmesser gemessen worden, welcher umfasst :

1. Einen Dreyfuss mit Schraubenfüssen, welcher einen festen Spiegel trägt und einen Uhrwerkantrieb welches einen über dem Spiegel befindlichen Schreibstift mit einer Geschwindigkeit von zwei Millimetern in der Sekunde horizontal fortbewegt.

2. Ein unabhängiger Spiegel ruht auf dem festen vermittelt einer Zwischenlage von Stahlkugeln. Auf der oberen Fläche

dieses Spiegels ruht eine angeschwärzte Glasscheibe, welche die Aufzeichnungen des Schreibstifts aufnimmt.

Wen Schwingungen an einem Punkt, wo der Apparat aufgestellt ist, eintreten, so macht das Untergestell desselben diese mit, die obere Platte jedoch verbleibt vermöge ihrer Trägheit an ihrer Stelle; der Schreibstift giebt alsdann auf derselben die Schwankungen des Untergestells wieder, unter der Voraussetzung jedoch nur, dass die wagrechte Einstellung des Untergestells nicht merklich durch die Schwankungen in Mitleidschaft gezogen wird; denn eine ganz kleine Neigung der festen Glasplatte bringt die aufliegende Platte infolge des Gesetzes der Schwerkraft in Bewegung. Diese Bedingung wird auf dem jetzigen Turm von la Courbe erfüllt.

Man stellte das Untergestell auf der Plattform der oberen Gallerie dieses Turmes auf und erhielt Kurven, deren eine um das vierfache vergrössert in Figur 23 abgebildet ist. Die mittlere Dauer der Periode betrug 0,70 Sekunde, einige Schwankungen haben einen Gesamtausschlag von 1,5 m erreicht.

Ähnliche Messungen sind mit demselben Apparat auf dem neuen Turm gemacht worden und gestatteten den Vergleich zwischen der Starrheit des neuen Bauwerks gegenüber der des alten.

Leuchttürme im Meer. — Turm von Jument d'Ouessant.

Bei den Leuchttürmen, welche auf einsamen Klippen im Meer errichtet sind, und die gewöhnlich eine geringe Höhe besitzen, sind die bezüglich der Standsicherheit und Starrheit der Bauwerks zu überwindenden Schwierigkeiten weniger erheblich. Jedoch treten bei der Ausführung Schwierigkeiten auf die darin beruhen dass nur die Möglichkeit gegeben ist die Klippe nur mit dem Schiff erreichen zu können ferner dass die Landung dort Schwierigkeiten bereitet sowie ausserdem der Anprall der Wellen gegen das in der Ausführung begriffene Bauwerk. Die Behörde für das französische Leuchtfeuerwesen unternimmt gegenwärtig eine Arbeit dieser Art durch Ausführung eines Leuchtturms von ungefähr 40 m Höhe auf der Klippe von La Jument d'Ouessant, zu welcher ein grossmütiger Geber, Herr Potron, freigebigerweise eine Beisteuer von 320 000 M leistet. Das Projekt dieses Leuchtturms ist in grossen Zügen in Figur 24 wiedergegeben.

Die Klippe, num die es sich dabei handelt hat in ihrer nächsten Nachbarschaft grosse Seetiefen aufzuweisen, und liegt in dem Bereich einer sehr heftigen Meereströmung, so dass der Zugang zu derselben sehr schwierig ist. Man kann sie im Jahre nur

erreichen zu besonderen Zeiten und bei einer Aufeinanderfolge sehr niedriger Wasserstände des Meeres. Man hat daher eine Gründungsweise vorgesehen, welche die Ausführung einer grossen Mauerwerksmasse in ganz kurzer Zeit gestattet. Man verwendet dazu Portland-Cement-Beton in fetter Mischung.

Die Arbeitsweise erfordert zu diesem Zweck ein Dampfschiff, welches jedem Seegang gewachsen sein muss, da es dicht bei der Klippe vor Anker zu legen ist ; dasselbe birgt in einem seiner Räume eine Maschinenanlage, die aus einer sehr schnell laufenden Dampfmaschine und einer direkt mit dieser gekuppelten Dynamomaschine besteht. Der Strom wird durch ein über Bord hängendes Kabel einer auf der Felsenklippe eingerichteten Förderanlage zugeführt; dies Anlage umfasst ein Windwerk, welches ein Electromotor antreibt mit Handsteuerung zur Regelung der Geschwindigkeit und des Kraftaufwandes. Diese Windwerk betätigt einen Transporteur nach Temperley, der in Anfang von einen Mastbaum gehalten wird und dessen Anordnung entsprechend dem Fortgang der Arbeiten verändert werden kann. Von dieser Vorrichtung soll Gebrauch gemacht werden bei Ausführung der Fundierung und der Eiseneinlagen des Bauwerks.

Paris, den 3 Dezember 1904.

RIBIÈRE

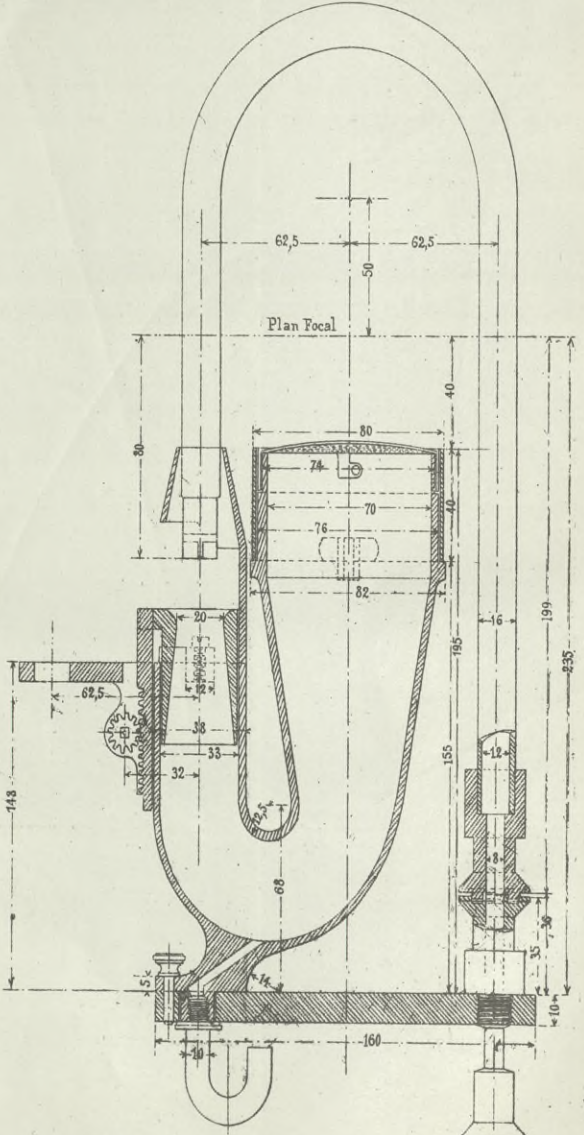
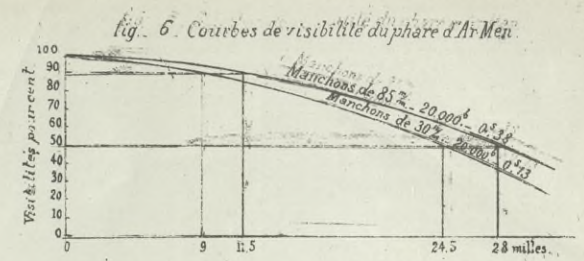
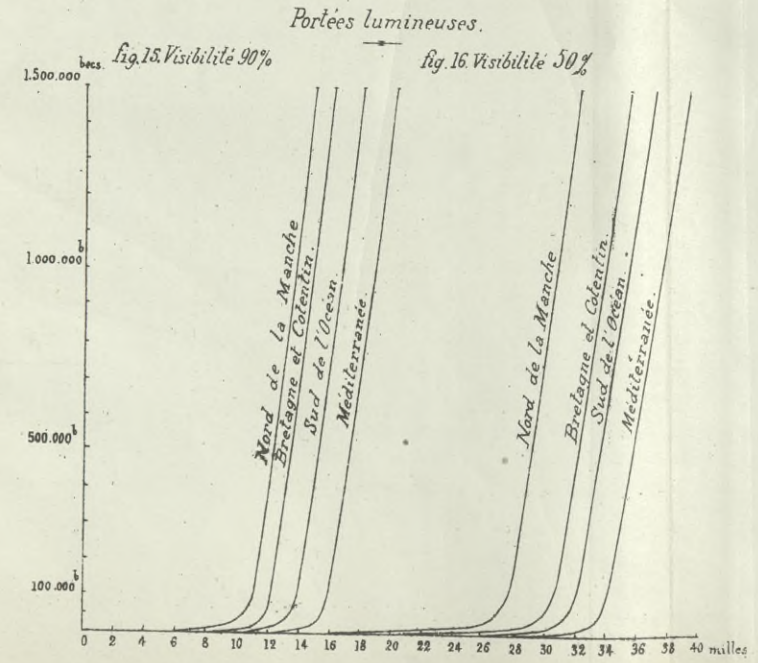
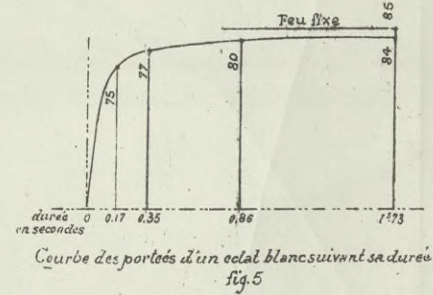
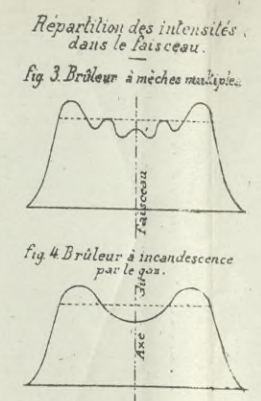
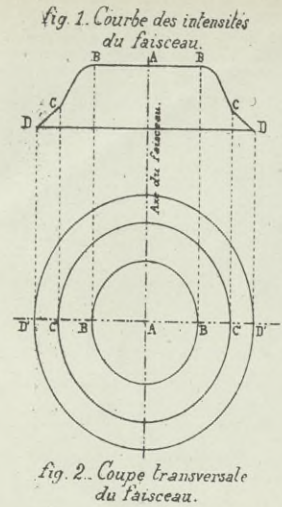


fig. 7. Brûleur à incandescence par le pétrole à manchon de 0,085.

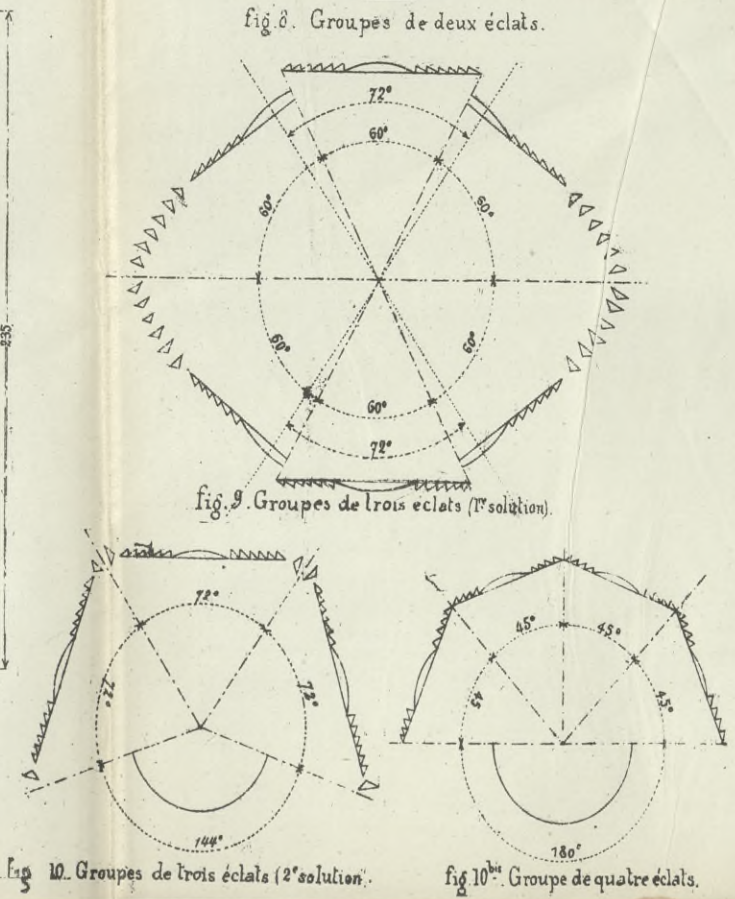
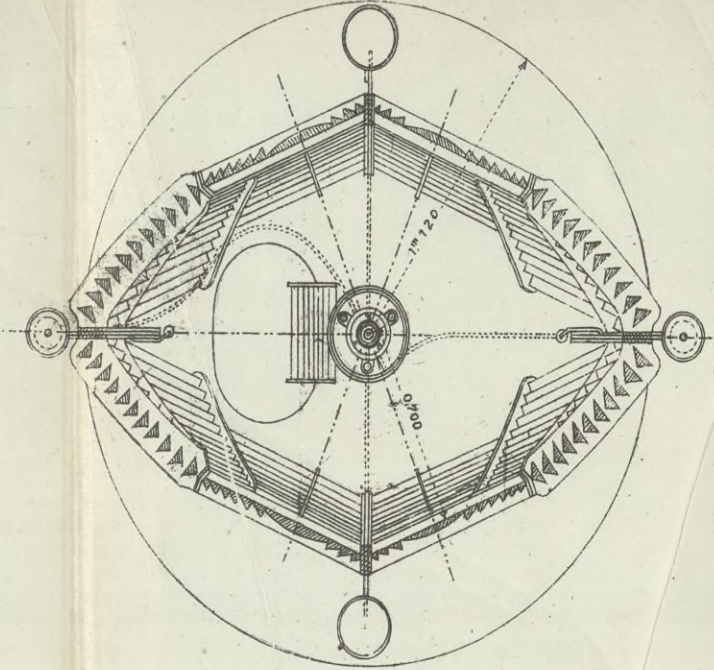


fig. 10. Groupes de trois éclats (2^e solution). fig. 10^{bis}. Groupe de quatre éclats.

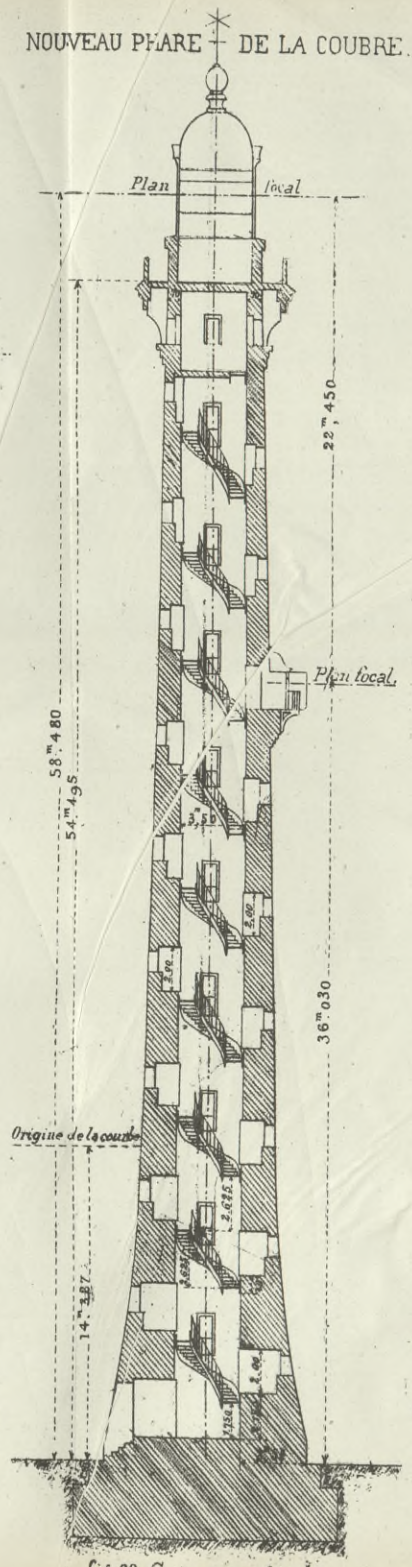
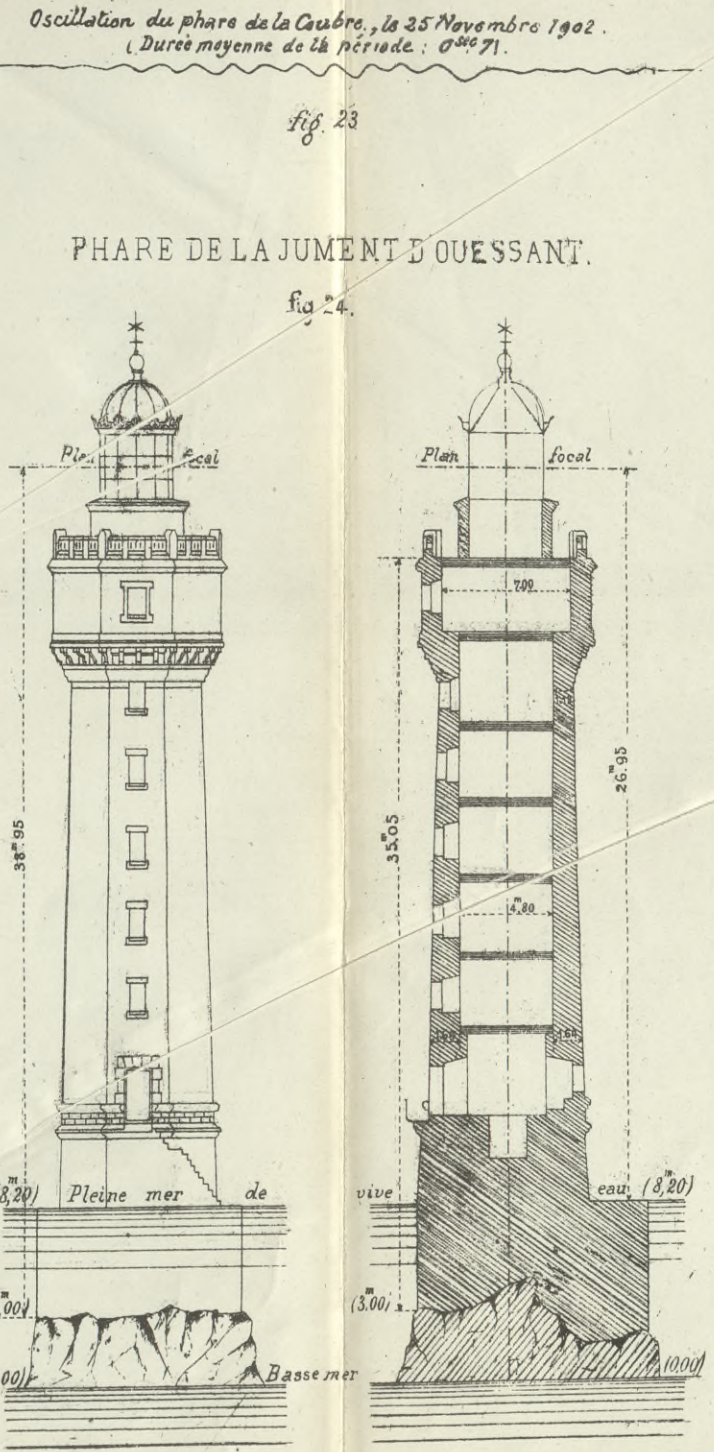
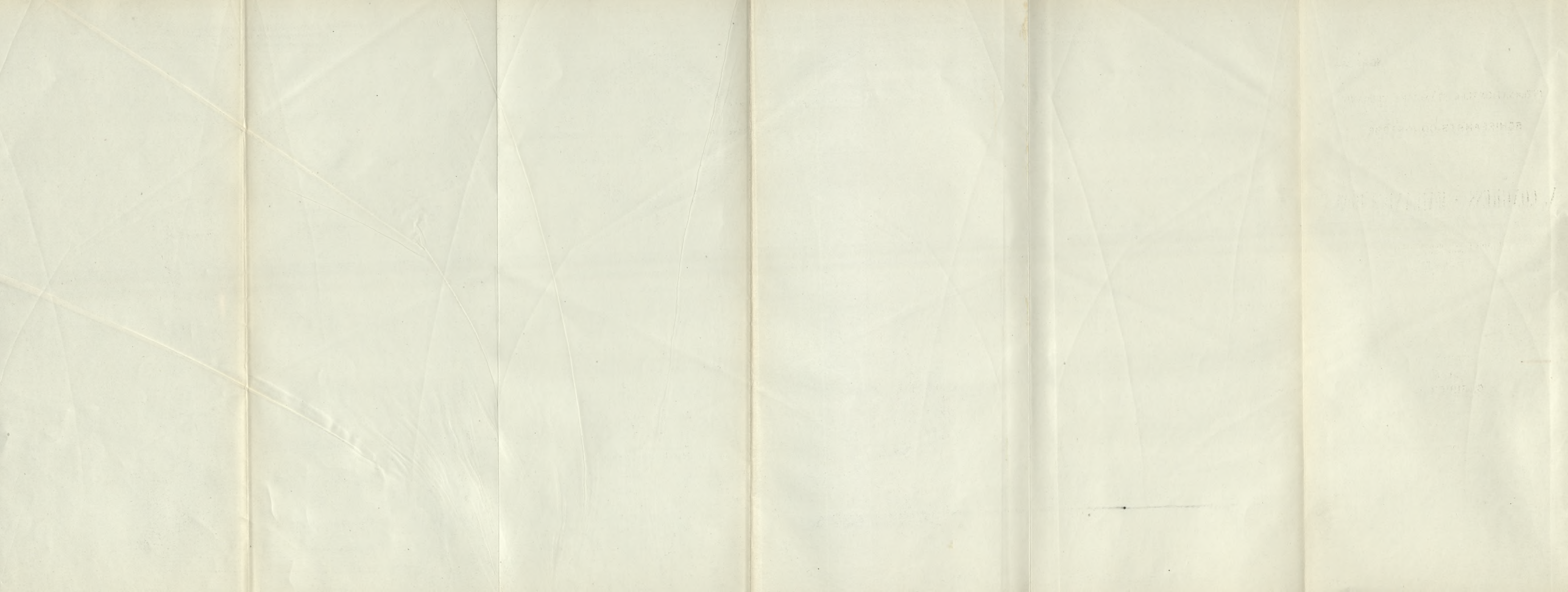


fig. 22. Coupe verticale.

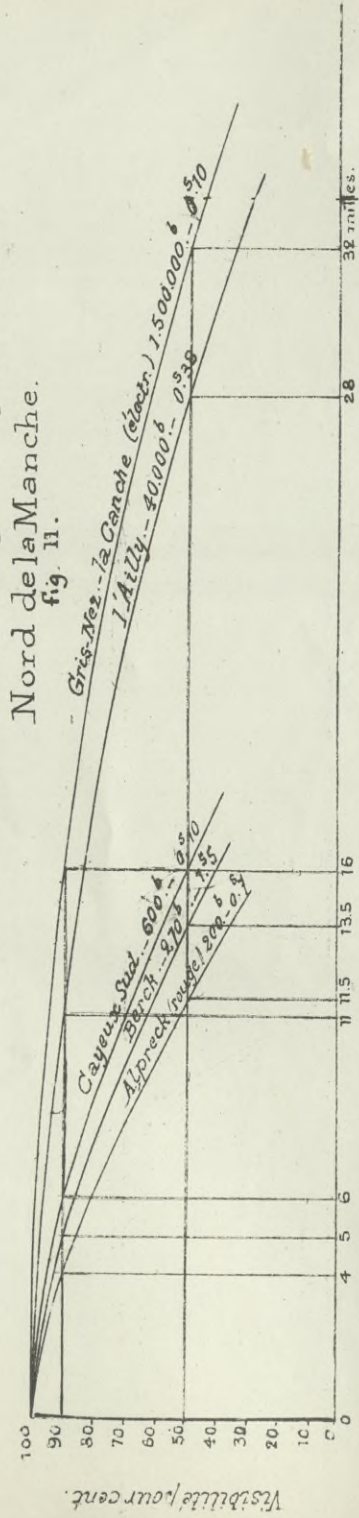


Élévation.

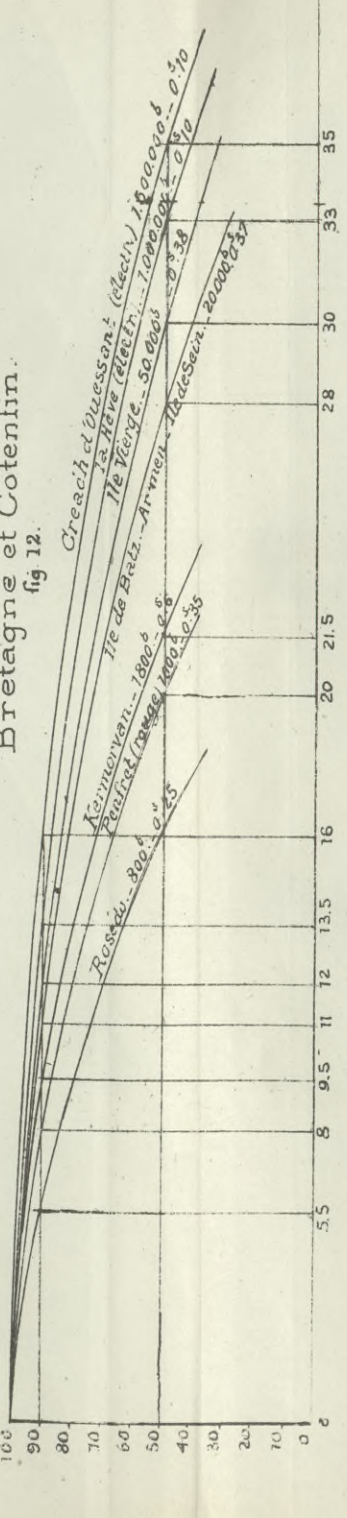
Coupe verticale.



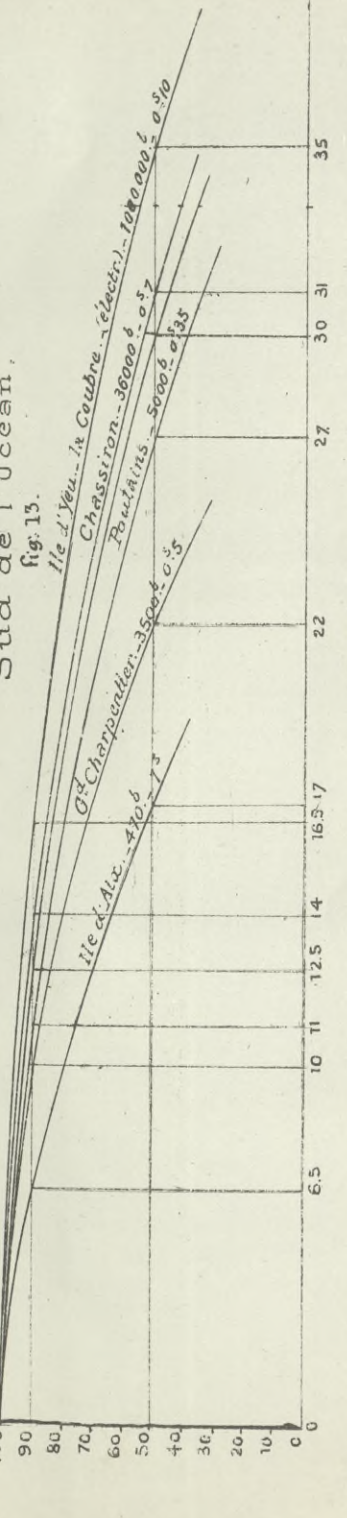
Visibilité réelle des principaux feux
Nord de la Manche.
fig. 11.



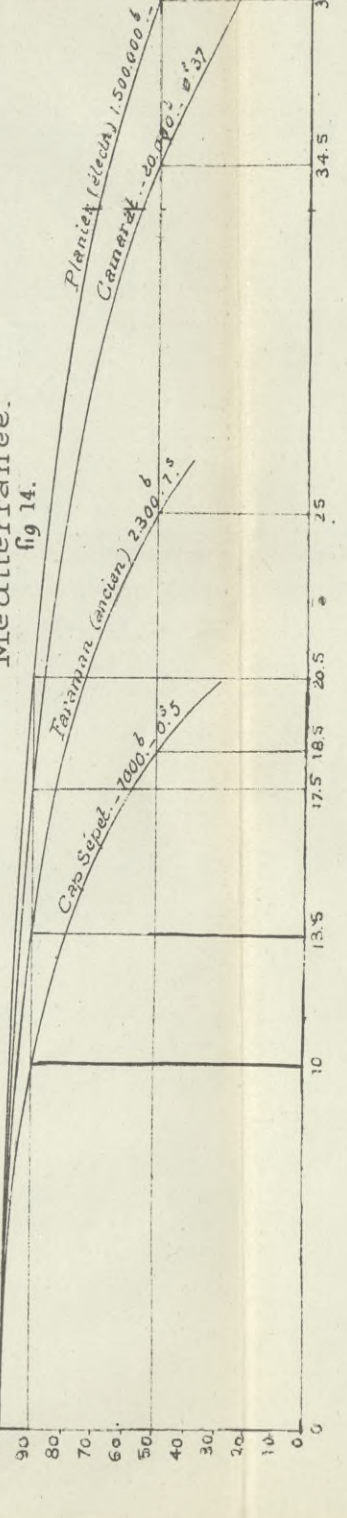
Bretagne et Cotentin.
fig. 12.



Sud de l'Océan.
fig. 13.



Méditerranée.
fig. 14.



FEU FLOTTANT 'SANDETTIE'.

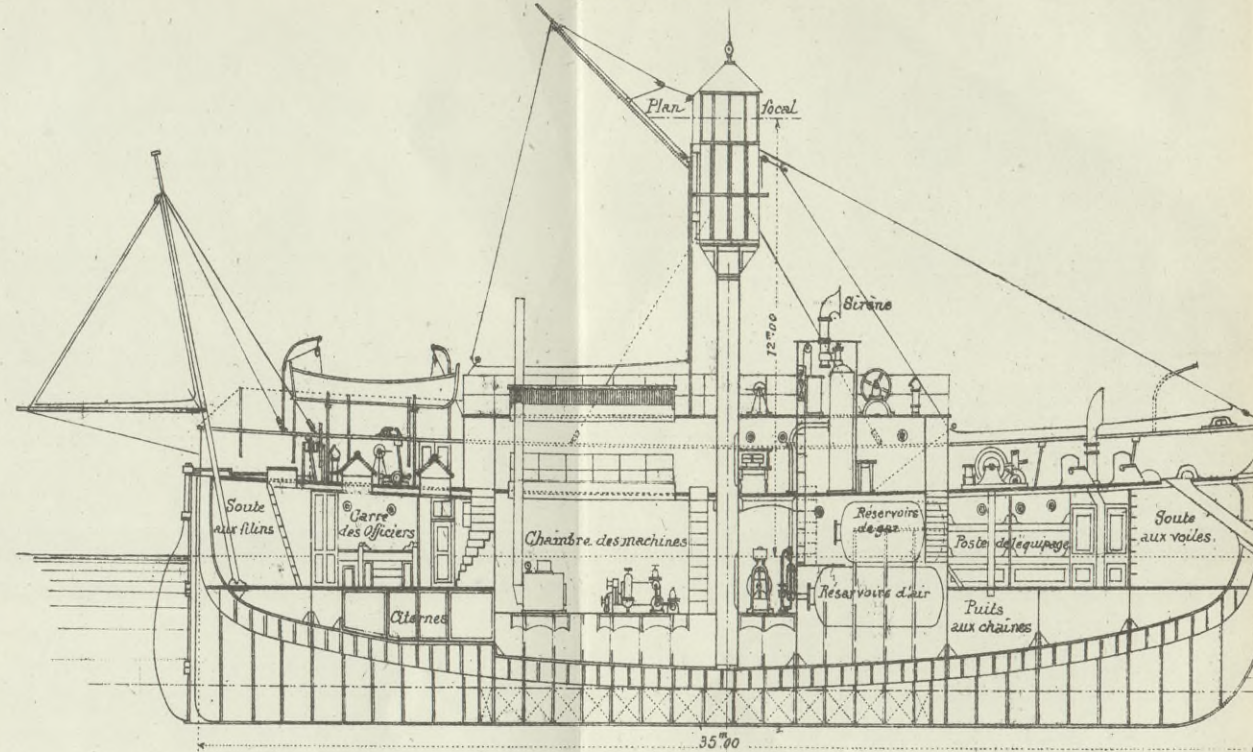


fig. 17. Coupe longitudinale.

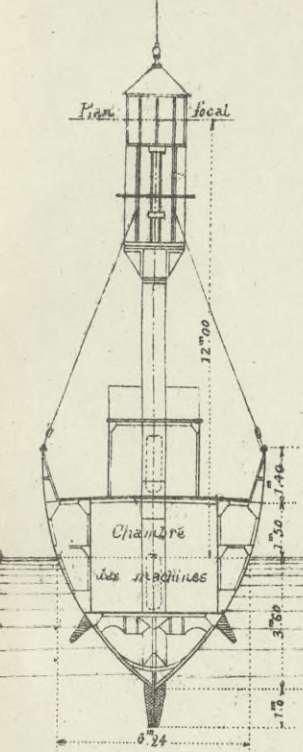


fig. 20. Coupe au maître.

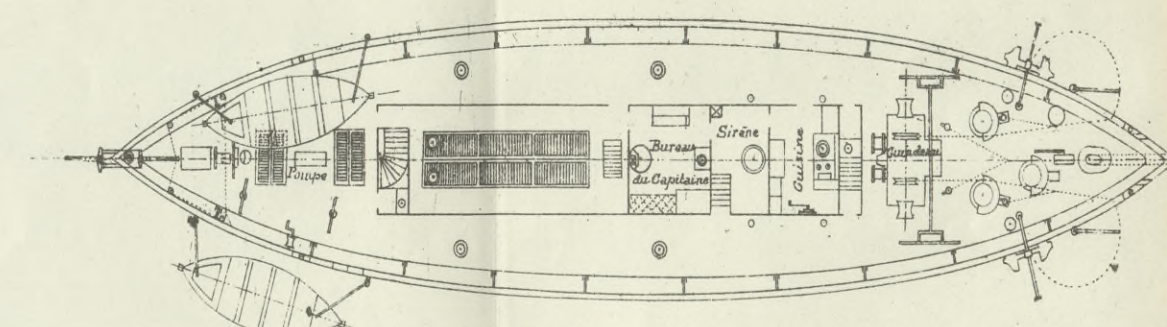


fig. 18. Plan du pont.

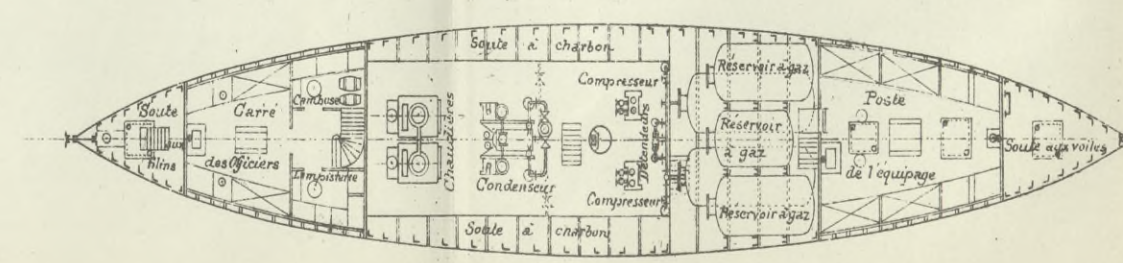


fig. 19. Coupe horizontale à la flottaison.

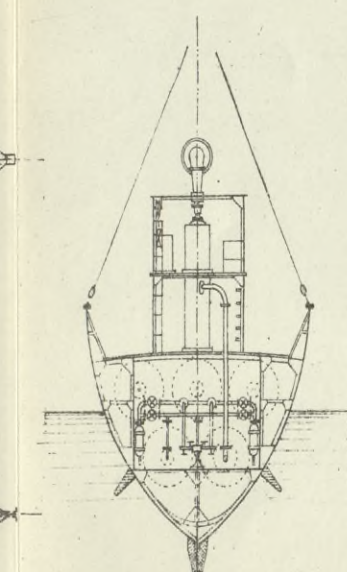


fig. 21. Coupe transversale dans les compartiments des machines et du signal sonore.

