

Janvier 1952

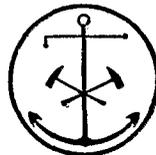
R. T. B., n° 7

ORSOM

CIRCULAIRES DU CENTRE DE RECHERCHES ET D'ÉTUDES OCÉANOGRAPHIQUES

PUBLIÉES AVEC LE CONCOURS DU SECRETARIAT D'ÉTAT A L'ENSEIGNEMENT TECHNIQUE

I, QUAI BRANLY, PARIS-VII^e



Tél. : Suffren 55-70

MENACHÉ (M.)

RENSEIGNEMENTS TECHNIQUES
ET BIBLIOGRAPHIQUES

DÉTERMINATION INDIRECTE DE LA DENSITÉ DE L'EAU DE MER Dosage de la chlorinité par la méthode de Mohr-Knudsen. (BIBLIOGRAPHIE)

- I. Généralités.
- II. Technique analytique. Sensibilité. Précision. Précautions opératoires. Modifications.
- III. Eau normale. Préparation. Titration. Conservation. Stabilité. Eaux normales auxiliaires. Cette rubrique ne comprend pas le problème de l'emploi de l'eau normale et des critiques soulevées quant à cet emploi.
- IV. Critiques de la méthode de Mohr-Knudsen, des Tables Hydrographiques et de l'emploi de l'eau normale.
- V. Procédés potentiométriques de détection de la fin de la réaction (end-point).
- VI. Tables océanographiques (ainsi que formules, abaques, permettant des calculs océanographiques).

I. — GÉNÉRALITÉS

1935 BEIN (W.), HIRSEKORN (H. G.) und MÖLLER (L.), *Konstantenbestimmungen des Meerwassers und Ergebnisse über Wasserkörper. Veröffentlichungen des Instituts für Meereskunde, N. F. Reihe A., Berlin 1935, Heft 28, 240 p.*

Revue très complète des méthodes directes et indirectes de détermination de la densité. Description des appareils et exposé des perfectionnements permettant d'atteindre la plus haute précision possible. Un chapitre y est consacré par Lotte Möller à la méthode de Mohr-Knudsen.

Des mesures comparatives de très haute précision ont été faites sur trente échantillons d'eau de mer provenant de toutes les régions du globe, par les différents procédés : optique, électrique, hydrostatique, chlorométrique.

Les valeurs de la densité obtenues par les différents procédés révèlent de faibles écarts dont les auteurs se servent pour caractériser une masse d'eau. Accord avec les Tables Hydrographiques de Knudsen à la précision de la cinquième décimale. Les auteurs évaluent à $4 \cdot 10^{-6}/_{\infty}$ la précision sur la densité pouvant être obtenue à bord et à $1 \cdot 10^{-6}/_{\infty}$ celle possible en laboratoire dans un titrage soigné de Cl par la méthode de Mohr-Knudsen.

Ils démontrent également la stabilité du titre d'une eau de mer conservée dans des flacons hermétiquement bouchés.

Travail fondamental et documentation précieuse pour qui veut approfondir le problème de la densité de l'eau de mer.

1902 FORCH (C.), KNUDSEN (M.) und SÖRENSEN (S. P. L.), *Berichte über die Konstantenbestimmungen zur Aufstellung der Hydrographischen Tabellen. Mém. Acad. Sci. et Let. du Danemark, Sect. Sci., 1902, 6, 12, n° 1.*

Compte rendu très détaillé des mesures qui ont servi de base à l'établissement des « Tables Hydrographiques ». Document précieux et important contenant une étude détaillée des appareils et des méthodes utilisés.

1902 FORCH (C.), KNUDSEN (M.) und SÖRENSEN (S. P. L.), *Berichte über die Chemische und physikalische Untersuchung des Seewassers und die Aufstellung der neuen hydrographischen Tabellen. Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen; Abteilung Kiel, 1902, N. F., 6.*

Complément au mémoire précédent : Revue sommaire des appareils et méthodes de mesure. Exposé très détaillé des calculs ayant abouti aux formules qui sont à la base des Tables Hydrographiques et discussion des résultats.

O. R. S. T. O. M.

Collection de Références

n° 1485

1911 KNUDSEN (M.), Über Bestimmung von S², Meersalzgehalt des Brackwassers, et WITTING (R.), Einige Bemerkungen zu dem obenstehenden und zu Martin Knudsens Hydrographischen Tabellen. *Cons. Per. Int. Expl. Mer, Publ. Circonst.*, n° 56.

I. KNUDSEN. Règle pour déterminer le nombre de grammes de sel marin contenus dans 100 g d'eau saumâtre (formée par le mélange d'eaux de mer et de rivière) à partir des chlorinités ou des masses spécifiques de l'eau saumâtre et de l'eau de rivière. Cas où il est impossible de se procurer un échantillon d'eau de rivière non mélangée.

II. WITTING. Discussion de la validité des formules reliant la salinité et la densité à la chlorinité. La relation entre Cl et σ_0 , donnée dans les Tables Hydrographiques, ne devra pas être appliquée à des régions maritimes où la salinité est inférieure à celle de l'océan, à moins que sa validité n'ait été établie pour ces régions.

1905 RICHARDS (Th. W.) and WELLS (R. C.), A revision of the Atomic Weights of sodium and chlorine. *Jour. Amer. Chem. Soc.*, 27, n° 5, p. 459-529.

Travail analogue à celui de Stas (1894). Les auteurs cherchent à améliorer la précision obtenue par Stas, par une étude minutieuse des différentes sources d'erreur possibles et des précautions à prendre pour les éliminer ou en réduire l'importance. Document très précieux, dont l'étude est nécessaire à qui veut entreprendre un dosage gravimétrique de haute précision de la chlorinité.

1894 STAS (J. S.), Dosage du chlore d'un chlorure et de l'argent d'un sel de ce métal. *Œuvres complètes*, 1894, vol. 1, n° 1, p. 816-899.

Très précieux, contient toutes les précautions qu'il faut prendre pour mener à bien, avec le maximum de précision, un dosage gravimétrique de la chlorinité.

1911 WITTING (R.), Einige Bemerkungen zu dem obenstehenden und zu Martin Knudsens Hydrographischen Tabellen. (Cf. KNUDSEN (M.), *Publ. Circonst.*, n° 56, 1911.)

Sur le sujet *Nomenclature et Unités* on peut consulter les ouvrages suivants :

1948 HELLAND-HANSEN (B.), JACOBSEN (J. P.) and THOMPSON (Th. G.), Chemical methods and Units. *Report from a committee consisting of Björn HELLAND-HANSEN, J. P. JACOBSEN and Th. G. THOMPSON*, presented at the General Assembly of the Association at Washington, D. C., U. S. A., in sept. 1939. *Ass. d'Océanogr. Phys. Publ. sc.*, n° 9.

1938 JACOBSEN (J. P.), BUCH (K.), SCHULZ (B.) and WATTENBERG (H.), Nomenclature and Units for the Indication of the Contents of Constituents of sea water. *Cons. Per. Int. Expl. Mer, Rap. et Proc.-Verb.*, 107, n° 3, 1, p. 3-9.

1935 KNUDSEN (M.), Nomenclature and Units for Indication of the Amount of Constituents of sea water. *Cons. Per. Int. Expl. Mer, Rap. et Proc.-Verb. C*, 2^e partie. Rapport administratif (1935-1936). Hydrographical Committee, 1935, p. 90-101.

Formules, tables et abaques permettant de passer pour chaque constituant de l'eau de mer, de la teneur ‰ à celle par litre à t° C et inversement, et de la teneur par litre à t° C à la teneur par litre à t'° C.

1941 PICOTTI (M.), Unità di misura della chimica talassografica. *Arch. di oceanogr. e limnol.*, Venezia, 1941, 286, p. 5-15.

II. — TECHNIQUE ANALYTIQUE SENSIBILITÉ, PRÉCISION, PRÉCAUTIONS OPÉRATOIRES, MODIFICATIONS

1904 BJERRUM (N.), On the determination of chlorine in sea-water and Examination of the accuracy with which Knudsen's pipett measures a volume of sea-water. *Medd. fra Komm. for Havundersøgelse, serie: Hydrogr.*, Copenhagen, 1904, 1, n° 3.

Méthode de Knudsen. Calcul d'erreurs et exposé détaillé de toutes les précautions indispensables pour obtenir la plus grande précision dans les titrages.

Evaluation expérimentale de la fidélité d'une pipette Knudsen.

1924 DOUGHTY (H. W.), Mohr's method for the determination of silver and halogens in other than neutral solutions. *Jour. Amer. Chem. Soc.*, 1924, 46, p. 2707-2709.

Étude de la précision de la méthode en fonction du pH de l'eau analysée.

1880 DUPRÉ (A.), *Analyst*, 5, 123.

Recommande l'usage, dans les titrages, d'une cellule de verre contenant une solution de CrO₄K₂, comme filtre de lumière.

1941 HAMAKER (H. C.) and HARDON (H. J.), Oceanographic results. Method and instruments. *The Snellius Exped.*, 1941, 2, part I, chap. I et II.

Une partie de ce mémoire est consacrée à la méthode de Knudsen et contient une critique fort intéressante du degré de précision atteint dans les mesures faites au cours de l'expédition.

1945 HARVEY (H. W.), Recent advances in the chemistry and biology of sea-water. *Cambridge University Press*, 1945. *Chimie et biologie de l'eau de mer*. Traduction française de FRANCIS-BOEUF (Cl.) et LALOU (Cl.). *Presses Universit. de France*, Paris, 1949.

Une page y est consacrée à la technique analytique de Mohr-Knudsen d'après une description de Matthews (1923).

1912 HELLAND-HANSEN (B.), The ocean waters. An introduction to Physical Oceanography. *Int. Rev. der Gesamten Hydrob. und Hydrogr. Leipzig, Hydrogr. Suppl.*, 1 série, 2 Heft, chap. III, Salinity, p. 30-47.

Exposé détaillé de la méthode de Mohr-Knudsen.

1931 KEYS (A. B.), The determination of Chlorids With the Highest Accuracy. *Jour. Chem. Soc.*, p. 2440-2447.

Technique d'analyse dérivant de la méthode de Volhard. Plus rapide et plus précise que celle de Knudsen, peut être appliquée à bord comme en laboratoire. Le dosage se fait sur 1-2 ml d'eau de mer; la précision atteinte est de 0,001 ‰ Cl; un analyste entraîné peut effectuer 60-70 dosages par jour. La pipette est remplacée ici par la « pipette-seringue » de haute fidélité de Krogh et Keys (1931).

Bien que cette méthode n'ait aucun rapport avec celle de Mohr-Knudsen, nous avons pensé utile de la signaler, à cause de l'incontestable intérêt qu'elle présente par sa haute précision et sa rapidité d'exécution.

1950 KING (J.), Some notes on the determination of the chlorine of sea-water by comparison with the international stan-

dard. *Cons. Per. Int. Expl. Mer, Jour. du Cons.*, XVI, 2, 167-174.

Étude critique de la méthode de Mohr-Knudsen.

L'auteur parle d'abord de l'altération, au cours d'une longue conservation, du verre des ampoules d'eau normale. Il s'ensuit que le liquide révèle une plus forte concentration en SiO₂ et une légère augmentation du pH, sans qu'il en résulte de modification sensible de la chlorinité, déterminée par la méthode de Mohr.

Il cite ensuite un travail inédit du Dr. A. G. Francis, en 1923 : trois échantillons d'eau de mer ont été titrés successivement par la méthode de Mohr et par une méthode néphélométrique très précise avec référence à un échantillon d'Ag très pur. Les résultats ont fait apparaître des écarts allant de 1 à 4,5, 10⁻² ‰ Cl. L'auteur n'explique pas ces écarts mais reconnaît que certaines précautions n'ont pas été observées tant dans les titrations par la méthode de Mohr que dans la récolte et le transport des échantillons.

L'auteur passe ensuite en revue les différentes précautions opératoires nécessaires pour réduire les erreurs d'analyse au minimum et donne quelques conseils pour le calibrage de la burette.

Il propose, pour le nettoyage de la burette, une solution 8 % de NaOH dans l'alcool méthylique industriel, et, au bout de quelques minutes, rinçage au NO₃H concentré, procédé plus rapide et plus efficace que l'emploi du mélange sulfochromique.

Il propose ensuite quelques modifications à la technique opératoire : remplacement du verre à réaction par une tasse à thé en porcelaine blanche à fond rond, agitateur en verre dont le bout trempant dans le liquide est coiffé d'une calotte hémisphérique en caoutchouc, emploi d'une eau normale auxiliaire.

L'auteur conclut à l'impossibilité d'obtenir, par la méthode de Mohr-Knudsen, une précision supérieure à 0,01 ‰ Cl.

1942-1947 KOLTHOFF (L. M.) et STENGER (V. A.), *Volumetric Analysis*, 1, 1942, 3, p. 58-60; 5, p. 99-102 et 145; 8, p. 184-188; 2, 1947, 7, p. 243.

Étude de la méthode de Mohr-Knudsen.

Nécessité de pulvériser le ClAg pour faire repasser dans le liquide les ions Cl adsorbés.

Étude théorique et pratique de l'emploi du CrO₄K₂ comme indicateur. Recommandent 1-2 ml solution 5 % CrO₄K₂ pour 100 ml de liquide.

1931 KROGH (A.) and KEYS (A. B.), *A syringe-pipette for Precise Analytical Usage*. *Jour. Chem. Soc.*, p. 2436-2440.

Pipette-seringue pouvant débiter 1-2 ml de liquide avec une précision de 0,02 à 0,03 µl. Le volume débité est pratiquement indépendant de la viscosité du liquide et de la température. Une vis micrométrique de réglage permet de lui donner toute valeur que l'on veut inférieure ou égale à la capacité de la seringue.

L'appareil a servi à l'un des auteurs (Keys A. B., 1931) pour la mise au point de sa méthode, à la fois rapide et de haute précision, de détermination de la chlorinité.

1923 MATTHEWS (D. J.), *Physical Oceanography*, vol. 3, p. 665-692 de « A dictionary of Applied physics », Sir R. Glazebrook, Éd. Macmillan et Co, London.

Description détaillée de la technique analytique de Mohr-Knudsen. Description reproduite par Harvey (1945).

1950 MENACHÉ (M.), *Réalisation d'une loupe de lecture sans parallaxe. Son application aux mesures océanographiques*. *Circ. C. R. E. O.*, I. T., n° 3.

Loupe permettant d'apprécier avec précision la position du ménisque par rapport aux traits de graduation de la burette et, au besoin, de substituer une burette de Mohr ordinaire à la burette Knudsen.

1929 MILOST (P.), *Modificazioni tecniche al processo clorometrico di Knudsen nell'analisi delle acque salate e salmastre*. *R. Com. Tallass. Ital.*, Venezia, 1929, 151.

Propose quelques modifications à apporter à la technique analytique et aux appareils pour rendre les dosages à bord plus faciles : remplacement de la pipette Knudsen par un vase jaugé se bouchant à l'émeri, de la burette Knudsen par une burette de Binks.

1939 MIYAKE (Y.), *Chemical studies in the Western Pacific Ocean*. *Bull. Chem. Soc. Japan*, 14-29, 55.

Recommande, pour réduire la durée des titrages, la substitution à l'indicateur classique (CrO₄K₂) d'une solution 1 % d'amidon contenant 0,005 % de fluorescéine sodique.

1920 OXNER (M.), *Manuel pratique d'analyse de l'eau de mer*. I. Chloruration par la méthode de Knudsen (avec une préface de M. Knudsen). *Bull. Comm. Int. p. Expl. Scient. mer Médit.*, Monaco, 1920, n° 3, 36 p.

Manuel pratique, très complet et très précieux concernant la technique de la chloruration. (L'auteur entend par « chloruration » la détermination de la chlorinité.) Description très détaillée du matériel, recettes pour son emploi et son entretien, préparation des liqueurs; les différentes manipulations analytiques et les précautions indispensables.

L'étude de ce manuel suffit à permettre à un manipulateur adroit et consciencieux de s'initier tout seul à la technique du dosage.

Ne contenant aucune étude critique, serait toutefois insuffisant à un chimiste ou physicien désireux de comprendre le sens des opérations qu'il effectue.

Épuisé, on le trouve heureusement dans toutes les bibliothèques océanographiques.

1925 PICOTTI (M.), *La chlorometria dell'acqua nelle indagini talassografiche*. *R. Com. Talass. Ital.*, Venezia, 1925, 110, 34 p.

Considérations théoriques et pratiques sur la chloruration. Vérification des pipettes et burettes, indicateur, solution NO₃Ag. Conseils pratiques pour la préparation, la conservation et le contrôle fréquent du titre de cette solution. Formule permettant le réajustement de ce titre.

Dans son calcul du taux de la solution de NO₃Ag indiqué par Knudsen, l'auteur fait une légère erreur (p. 17-18) en omettant de tenir compte de la densité de cette solution.

1946 ROUCH (J.), *Traité d'Océanographie Physique*, vol. III. L'eau de mer, chap. XIII, La composition de l'eau de mer, La salinité, p. 163-173, Payot, Paris.

Étude générale de la salinité. Définition. Pourcentage des différents ions contenus dans l'eau de mer. Détermination de la chlorinité par les méthodes de Knudsen et de Thompson. Précision. Relation entre la chlorinité, la salinité et la densité. Constante de Dittmar. Brève revue des critiques soulevées par la méthode de Knudsen.

1904 SABROU (L. G.), **Rapport sur la réunion des assistants hydrographes à Copenhague et sur les méthodes d'analyse en usage dans les laboratoires du Conseil international permanent pour l'exploration de la mer.** *Bull. Inst. Océanogr.*, Monaco, 1904, n° 22, p. 33-38 (analyse d'échantillons).

Compte rendu très détaillé de la méthode de détermination de la chlorinité alors un usage au Laboratoire Hydrographique de Copenhague.

1906 SCHLOESSER (W.), *Chem. Zeit.*, 30, 1074.

Du calibrage de la burette Knudsen. La différence est petite entre les résultats du calibrage obtenus en utilisant une solution NO_3Ag d'une part et l'eau distillée d'autre part.

1907 SCHLOESSER (W.), *Zeit. Anal. Chem.*, 46, n° 3.

Au cours du calibrage d'une burette Knudsen, le liquide doit s'écouler avec le même soin et la même durée qu'au cours d'une titration ordinaire. Le temps de titration doit être uniforme.

1929 SERVICE (H. H.), **Measurement of salinity of sea-water.** *U. S. Coast and Geodesic Survey*, U. S. A., 1929, Sp. Publ., n° 147.

Bèves analyses dans : *Jour. du Cons.*, 1929, 4, n° 2, p. 238. *Rev. Hydrogr.*, 1929, 6, n° 2, p. 235-236.

Revue des diverses méthodes expéditives permettant de déterminer la salinité à bord avec la précision de l'unité pour mille qui semblerait suffisante pour certains besoins hydrographiques (interprétation des sonsages par le son).

1946 SVERDRUP (H. U.), JOHNSON (M.W.) and FLEMING (R. H.), **The Oceans. Their physics, chemistry and general biology**, p. 50-53; *Prentice-Hall, Inc.*, New-York.

Définition de la salinité, chlorinité, chlorosité. Relation entre les trois grandeurs. Eau normale.

Aucun détail sur la technique analytique proprement dite.

Page 53, table 8, relation entre chlorinité et chlorosité.

1928 THOMPSON (T. G.), **The standardization of silver nitrate solutions used in chemical studies of sea-water.** *Jour. Amer. Chem. Soc.*, 50, n° 3, p. 681-685.

L'auteur élabore un procédé de dosage des halogènes au moyen d'une solution étalon de NaCl . L'eau de mer est titrée avec une solution de NO_3Ag , elle-même étalonnée à l'aide de la solution de NaCl dont on connaît avec précision la chlorosité. On obtient ainsi la chlorosité Clv de l'eau de mer. Une formule et une table permettent ensuite de passer de Clv à $\text{Cl} \text{‰}$ (ou Clw).

Cette méthode est intéressante en ce qu'elle libère de la nécessité de se servir de l'eau normale, mais a l'inconvénient de n'être applicable, avec la précision requise, qu'à des températures très voisines de 20°C .

1948 THOMSEN (H.), **Instructions pratiques sur la détermination de la salinité par la méthode de titrage de Mohr-Knudsen** (avec une préface de Martin Knudsen où se trouve rappelée la nouvelle définition de la chlorinité). *Bull. Inst. Océanogr.*, Monaco, 1948, n° 930, 16 p.

Manuel pratique de la chloruration telle qu'elle est actuellement pratiquée au Laboratoire Hydrographique de Charlottenlund (Copenhague).

Plus condensé que celui d'Oxner, contient d'heureuses modifications et simplifications. Peut se substituer à l'ouvrage d'Oxner comme manuel pratique d'analyse.

Il est à regretter que ce travail, rédigé en langue danoise, ait subi une traduction défectueuse, entraînant quelques erreurs. (Lire, p. 5, ligne 14, « poire en caoutchouc » au lieu de « soufflet ».)

1925 URK (N. W.) van, **Zur chloridbestimmung in wasser nach Mohr.** *Zeitschrift für analytische Chemie*, Wiesbaden, 1925, 67, p. 281-288.

Étude physico-chimique de la technique chlorométrique de Mohr, pour les eaux en général.

Cette méthode étant basée sur les valeurs des produits de solubilité des ions correspondant à la dissociation du chlorure, du chromate et du carbonate d'argent, en relation avec le pH du liquide qu'on analyse, on en déduit la concentration de l'indicateur CrO_4K_2 capable de donner la plus grande précision (0,3 à 2,9 cm^3 de CrO_4K_2 à 10 % pour 100 cm^3 d'eau à analyser). Le titrage est exact pour $\text{pH} = 9$, il est bon pour pH entre 7 et 11. Pour pH inférieur à 7, il faut procéder à une neutralisation préalable de l'eau à analyser.

III. — EAU NORMALE. PRÉPARATION, TITRATION, CONSERVATION, STABILITÉ, EAUX NORMALES AUXILIAIRES

Cette rubrique ne comprend pas le problème de l'emploi de l'eau normale et des critiques soulevées quant à cet emploi.

1948 BULJAN (M.), **Pomóčna Normalna voda I. Historijat Problema normalne vode. (L'eau normale auxiliaire.)** *Acta Adriatica*, Split., 1948, n° 8 (avec traduction sommaire en français et en russe).

L'auteur prépare à partir d'une eau de mer filtrée, et par addition d'eau distillée, une eau normale secondaire qu'il titre simplement par la méthode de Knudsen en se référant à l'eau normale de Copenhague.

Le résultat est pourtant donné avec trois décimales ‰ , en prenant seulement la moyenne de trois mesures.

Cette pratique ne semble pas suffisante pour déterminer, avec toute la précision exigible, le titre d'une « eau normale ». Elle serait toutefois à recommander à bord d'un bateau ou dans un laboratoire de fortune ne disposant pas d'une quantité suffisante d'eau normale et n'ayant pas les moyens techniques pour effectuer des dosages de grande précision.

1933 DEACON (G. E. R.), **An Examination of « Eau de mer normale P_{13} -28-6-29 » with an Appendix by D. J. MATTHEWS.** *Cons. Per. Int. Expl. Mer, Journ. du Cons.*, 8, n° 1, p. 59-63.

Huit tubes d'eau normale P_{13} , dont le titre nominal est 19,384 ‰ , furent comparés à trois solutions de NaCl purifié ayant, à 15°C , même chlorinité au litre que cette eau normale. Des volumes égaux d'eau normale et de solution NaCl sont prélevés à l'aide d'une pipette Knudsen et titrés, à 15°C , à l'aide d'une même solution de NO_3Ag , en utilisant une burette Knudsen. Vingt mesures furent faites sur l'eau normale et huit sur les solutions de NaCl . Les quantités de NO_3Ag utilisées étaient les mêmes à 0,005 doubles millilitres près. Tous calculs faits (l'auteur ne détaille pas ses calculs), le nouveau titre de P_{13} est : 19,386 ‰ et l'auteur conclut que ce titre n'a pas subi de variation sensible.

Dans ses calculs, l'auteur s'est servi pour Cl et Na des masses atomiques en vigueur en 1925, alors que le titre

porté sur l'étiquette correspond aux masses atomiques utilisés par Sørensen en 1902. D'autre part, si l'on reprend ses calculs, on arrive à un résultat légèrement différent.

C'est ce que fait remarquer D. J. Matthews dans son « Appendice ». Il fait en outre remarquer que le titre de l'eau normale se réfère en dernier lieu à celui d'une solution de KCl préparée par Sørensen alors que Deacon, dans ses mesures, utilise une solution de NaCl. Or, non seulement les masses atomiques ont changé depuis 1902, mais celles du sodium et du potassium l'ont été dans des rapports différents, ce qui empêche toute possibilité de comparaison rigoureuse entre les résultats de Deacon et ceux de Sørensen. Matthews calcule, à partir des mesures de Deacon, le titre de P₁₃, successivement d'après les masses atomiques de 1902, 1925 et 1932. Il trouve :

Titre nominal (porté sur l'étiquette).....	19,384 ‰
Titre trouvé par Deacon d'après les masses atomiques de 1902.	19,373 ‰
Même titre, d'après les masses atomiques de 1925 et 1932.	19,394 ‰

Bien qu'une conclusion rigoureuse soit impossible, Matthews conclut que, s'il y a variation du titre de l'eau normale, celle-ci serait faible et sans importance en océanographie.

Pour rendre possible la comparaison entre les résultats de Deacon et ceux de Sørensen, il aurait été nécessaire de refaire les calculs de Sørensen avec, pour Cl, K et Ag, les masses atomiques de 1925. Jacobsen et Knudsen (1940) ont refait ce calcul et trouvé que la chlorinité « recalculée » d'une eau normale est égale à la chlorinité nominale (masses atomiques 1902) — 0,0102 ‰. Le titre recalculé de P₁₃ est donc : 19,384 — 0,010 = 19,394, en accord avec les résultats de Deacon, calculés par Matthews. Jacobsen et Knudsen (1940) reprennent les calculs de Deacon et arrivent au même résultat.

1909 EKMAN (V. W.), Report of the Central Laboratory. *Cons. Per. Int. Expl. Mer, Rapp. et Proc.-Verb.*, 11, p. 22-23.

Contrôle de la stabilité de deux eaux normales.

Le titre (Cl) de l'eau normale « P » a augmenté en un an et demi de 0,0066 ‰. Celui de l'eau normale « VI » a diminué en 7 ans de 0,0008 ‰.

1924 GIRAL (J.), Rapport sur l'eau normale. *Bull. Comm. Int. Expl. Scient. mer Médit.*, 1924, 10.

Critique de la stabilité de l'eau normale. Son titre augmente notablement avec le temps. Recommande de lui substituer une solution de NaCl.

1919 HERNANDEZ (J. F.), Preparación del agua normal. *Bol. de Pesca*, juillet-août 1919, p. 209-217.

L'auteur a préparé de l'eau normale méditerranéenne en suivant point par point la méthode de préparation et de conservation employée par Knudsen. Alors que les Cl et σ_t de l'eau normale de Copenhague se correspondent parfaitement d'après les indications des tables, il n'en est plus de même de l'eau normale méditerranéenne où de légers écarts ont été constatés.

1940 JACOBSEN (J. P.) and KNUDSEN (M.), Urnormal 1937, or Primary Standard Sea-Water 1937. *Assoc. Océanogr. Phys. Publ. Sci.*, n° 7.

Préparation et dosage de l'Eau Normale Primaire 1937 ou « Unormal 1937 » et sa comparaison aux anciennes eaux normales primaires.

Depuis la préparation par Sørensen, en 1902, du premier lot d'eau normale primaire, les masses atomiques ont été modifiées à plusieurs reprises. Les chlorinités, calculées à partir des nouvelles masses atomiques, ne sont plus comparables avec celles référées aux anciennes eaux normales. Les auteurs proposent une nouvelle définition de la chlorinité qui rend cette grandeur indépendante de la valeur des masses atomiques. D'après cette définition, actuellement universellement adoptée, la chlorinité ‰ d'un échantillon d'eau de mer est le nombre donnant en grammes la quantité d'un échantillon d'argent pur, l'« Atomgewichtssilber », nécessaire à précipiter la totalité des halogènes dans 0,328 523 4 kg de l'échantillon. Le Laboratoire Hydrographique danois possède une petite réserve de cet échantillon d'argent qui devient ainsi l'étalon de base.

Les auteurs calculent la correction à ajouter à la chlorinité d'une eau normale obtenue à partir des masses atomiques utilisées par Sørensen, pour la rendre conforme à la nouvelle définition.

Les méthodes dont les auteurs se sont servis pour le titrage de la chlorinité d'« Unormal 1937 » (méthode de Volhard modifiée) et pour la détermination de sa masse spécifique sont exposées en détail à la fin du travail.

Document de très grand intérêt.

1938 KALLÉ (K.), Die Beschaffung von « Normal Wasser zur Salzgehaltbestimmung ». *Ann. d. Hydrogr. u. Mar. Meteor.* 1938, str. 133.

Essai de fabrication d'une eau normale secondaire dont le titre soit compris entre 19,37 et 19,39 ‰, limites entre lesquelles les tables de titration de Knudsen seraient utilisables sans nouvelles corrections.

1950 KING (J.), Some notes on the determination of the chlorinity of seawater by comparison with the international standard. *Cons. Per. Int. Expl. Mer, Jour. du Cons.*, 16, n° 2, p. 167-174.

Parle entre autres sujets se rapportant à la méthode de Mohr-Knudsen, de la stabilité de l'eau normale (cf. paragr. II).

1903 KNUDSEN (M.), On the standard water used in the hydrographical researches until July 1903. *Cons. Per. Int. Expl. Mer, Publ. de Circonst.*, n° 2.

Rapport succinct sur la préparation et la conservation de l'eau normale. Signale l'accroissement léger de la densité dans le temps par suite de la dissolution du verre de l'ampoule.

1925 KNUDSEN (M.), L'emploi de l'eau normale dans l'océanographie. *Ibid.*, n° 37.

Rapport succinct, analogue au précédent, sur la préparation de l'eau normale et son utilisation en océanographie. L'auteur reconnaît une faible variabilité dans la composition chimique de l'eau de mer, ce qui limite la précision que l'on peut obtenir sur la densité à partir de sa méthode. A partir de Cl on a S à 0,02 ‰, et σ_t avec une erreur inférieure à 0,03.

Il affirme ensuite que la précision de 0,01 ‰ Cl dans les mesures ne peut être obtenue que pour des échantillons de Cl très voisins de celui de l'eau normale et recommande, pour la Méditerranée, l'emploi d'une eau normale de Cl = 21 ‰ avec de nouvelles tables appropriées.

Il déconseille, par contre, l'emploi du ClNa comme étalon (difficultés de préparation d'une solution de titre exact et nécessité d'élaborer de nouvelles tables).

- 1936 KNUDSEN (M.), Report on « standard water ». *Cons. Per. Int. Expl. Mer., Rapp. Proc.-Verb.*, 100, première partie, Append. I, p. 33-34.

Les réserves d'eau normale primaire étant près de s'épuiser, il devient nécessaire d'envisager la préparation d'un nouveau stock. Une telle préparation nécessitera des recherches de très haute précision dans le but de s'assurer que les déterminations faites sur la base du nouvel étalon primaire sont comparables avec celles faites jusqu'ici à partir de l'ancien étalon. L'auteur rend compte de son intention de demander à l'Association Internationale d'Océanographie Physique de le charger de diriger la préparation de la nouvelle eau normale primaire.

(Au sujet de la préparation et du dosage de cette nouvelle eau normale primaire, cf. Jacobsen et Knudsen, *Urnormal 1937 or Primary standard sea-water 1937; Assoc. d'Oc. Phys., Publ. Scient.*, n° 7, 1940.)

- 1926 MATTHEWS (D. J.), Appendix to G. E. R. Deacon's paper « An Examination of Eau de Mer Normale P₁₃₃ 28-VI-1929 ». *Cons. Per. Int. Expl. Mer., Jour. du Cons.*, 8, p. 62-63 [cf. DEACON (G. E. R.), 1926].

- 1949 MIYAKE (Y.), The preparation of the temporary standard sea-water in Japan during World War II. *The Geogr. Mag.*, Publication du « Central Meteorological Observatory » de Tokyo, 20, n° 2-4, p. 101-104.

Durant la deuxième guerre mondiale, le Japon a été obligé de préparer une réserve d'eau normale « temporaire ». La collecte de l'eau de mer, la préparation et la mise en tubes de l'eau normale ont été effectuées avec tous les soins et toutes les précautions nécessaires. L'eau normale temporaire était titrée par méthode potentiométrique avec pesée de la quantité analysée et référence à l'eau normale de Copenhague.

La précision atteinte était de $\pm 0,002$ ‰ Cl.

IV. — CRITIQUES DE LA MÉTHODE DE MOHR-KNUDSEN, DES TABLES HYDROGRAPHIQUES ET DE L'EMPLOI DE L'EAU NORMALE

- 1905 ALLEMANDET (G. H.), Analyse des échantillons d'eau de mer recueillis pendant la campagne de la « Princesse Alice » en 1904. *Bull. Inst. Océanogr.*, Monaco, 1905, n° 43, 13 p.

Les mesures de σ_0 et de Cl, faites sur les échantillons (les déterminations de σ_0 sont faites d'après la méthode de Thoulet) indiquent une densité réelle plus faible que celle donnée par les Tables Hydrographiques en fonction de Cl. La différence est en moyenne de $5 \cdot 10^{-6}$ et atteint parfois $1 \cdot 10^{-4}$. Cet écart semble devoir être attribué aux erreurs de mesures, l'auteur ayant omis de tenir compte de la poussée de l'air dans ses mesures de densité et n'obtenant, d'autre part, dans ses déterminations de Cl qu'une approximation de 0,03 ‰.

- 1905 ALLEMANDET (G. H.), Analyse des échantillons d'eau de mer recueillis pendant la campagne du yacht « Princesse Alice » en 1905. *Bull. Inst. Océanogr.*, Monaco, 1905, n° 54.

Les écarts pour les densités sont un peu moins grands que dans le mémoire précédent, bien que l'auteur néglige toujours la poussée de l'air. Cet écart n'est plus, en moyenne, que de $3 \cdot 10^{-5}$.

L'auteur conclut à l'excellence des tables de Knudsen.

- 1907 ALLEMANDET (G. H.), Analyse des échantillons d'eau de mer recueillis pendant la campagne du yacht « Princesse Alice » en 1906. *Bull. Inst. Océanogr.*, Monaco, 1907, n° 88.

L'auteur tient enfin compte de la poussée de l'air et reconnaît avoir négligé ce facteur les années précédentes. La concordance entre la pycnométrie et la méthode de Knudsen atteint alors $2 \cdot 10^{-5}$.

- 1926 BARDAN-MATEN (E.), Estudio comparativo de la densidad del agua del Mar determinada por varios metodos. *Inst. Esp. Oceanogr., Notas y Resumenes*, Madrid, 1926, série II, n° 14.

Mesures comparatives de la densité par chloruration, pycnométrie et indice de réfraction. Pas de concordances entre les résultats. Les écarts atteignent $2 \cdot 10^{-4}$.

- 1933 BEIN (W.), HIRSEKORN (H. G.) und MÖLLER (L.), Neue Konstantenbestimmungen des Meerwassers. *Cons. Per. Int. Expl. Mer., Jour. du Cons.*, 8, 48-58. (Résumé en anglais.)

Une différence existe entre la valeur de la densité directement mesurée et celle fournie par les Tables Hydrographiques à partir de la chlorinité. Le Physikalisch-Technische Reichsanstalt et l'Institut für Meereskunde ont fait entreprendre, sur une série d'échantillons, des déterminations de la densité à la précision de $1 \cdot 10^{-6}$, d'une part par mesure directe, d'autre part par voie indirecte : réfractométrie, conductimétrie et chlorométrie.

Le compte rendu des recherches et les résultats ont été publiés dans le *Veröffentlichungen des Inst. für Meereskunde*, N. F. Reihe A, Heft 28 (auteurs, 1935).

- 1935 BEIN (W.), HIRSEKORN (H. G.) und MÖLLER (L.), Konstantenbestimmungen des Meerwassers und Ergebnisse über Wasserkörper. *Veröffentlichungen des Inst. für Meereskunde*, N. F., Reihe A. Berlin, Heft 28, 1935, 240 p. (Cf. paragr. I.)

- 1931 BELLON (L.) y BARDAN (E.), Primeros trabajos del laboratorio oceanografico de Canarias (nota primera). *Inst. Esp. Oceanogr., Notas y Resumenes*, Madrid, 1931, série II, n° 48.

Concluent que la chlorométrie et la réfractométrie permettent une précision comparable; elles permettent de calculer la densité avec une erreur de $2 \cdot 10^{-4}$.

Les auteurs semblent satisfaits de cette précision, alors que l'erreur maxima tolérée pour la densité est de $4 \cdot 10^{-5}$.

- 1922 BERTRAND (G.), FREUNDLER et MÉNAGER (Mlle), Sur les variations de composition chimique de l'eau de mer et l'évaluation de la salinité. *C. R. Acad. Sc.*, 1922, 174, p. 1251-1253.

Il n'y a pas proportionnalité rigoureuse entre les concentrations de certains ions (Cl⁻, Ca⁺⁺, Mg⁻⁻) en Atlantique et en Méditerranée.

- 1923 BUEN (O. de) y GIRAL (J.), Les Tables Hydrographiques de Knudsen, l'eau normale et les limites d'erreurs dans l'analyse de l'eau de mer. *C. R. Acad. Sc.*, 1923, 176, p. 177-179.

Il n'y a pas de constance suffisante dans les proportions des constituants majeurs de l'eau de mer, et aussi dans le rapport chlorinité-densité.

- 1927 BUEN (R. de), Méthodes physiques de détermination de la densité des eaux de mer. *Comm. Int. Expl. Sc. mer Médit., Rapp. et Proc.-Verb.*, 1927, 2, p. 63.

Propose qu'il soit procédé à des études comparatives de la densité par différentes méthodes de mesure (méthode de Knudsen, dosage gravimétrique, pycnométrie).

- 1930 BUEN (R. de), **Etude des méthodes qui peuvent être employées pour la détermination de la densité.** *Comm. Int. Expl. Sc. mer Médit., Rapp. et Proc.-Verb.*, 1930, 5, p. 43-59. Estudios de los metodos que pueden ser empleados en la determinacion de la densidad. *Mem. Cons. Oceanogr. ibero-amer.*, n° 3.
- Recommande la poursuite de mesures comparatives de la densité par la méthode de Knudsen et les différentes méthodes physiques. En attendant, il déconseille la première et recommande pour les mesures courantes l'aréométrie, la réfractométrie ou la mesure de la conductivité électrique; la pycnométrie restant une méthode de référence.
- 1931 BUEN (R. de), **Méthodes physiques de la détermination de la densité.** Troisième rapport. *Comm. Inter. Expl. Sc. mer Médit., Rapp. et Proc.-Verb.*, 1931, 6, p. 69-77.
- Après avoir énuméré les différentes méthodes de détermination de la densité, se limitant toujours à la quatrième décimale, il tire les deux conclusions suivantes :
- 1° Les variations dans le temps de la densité d'un échantillon d'eau de mer ne sont sensibles qu'à la quatrième décimale; il attribue cela aux erreurs de mesure et conclut à l'invariabilité de la densité.
- 2° La méthode de Knudsen donne des erreurs pouvant atteindre 0,25 ‰; il en recommande l'abandon.
- Il ne semble pas qu'il faille tenir compte de ces conclusions, la précision à laquelle s'est limité l'auteur étant trop faible pour permettre des vérifications valables, et les erreurs signalées étant manifestement dues à l'imprécision des mesures.
- 1933 BUEN (R. de), **Rapid Methods for Determination of the Density and Salinity.** *Cons. Per. Int. Expl. Mer, Rapp. et Proc.-Verb.*, 85, I, p. 39.
- Conseille la méthode réfractométrique, qu'il affirme plus précise et plus aisée à exécuter que la méthode chlorométrique.
- 1924 CEREZO-JIMENEZ (J.), **Determinacion indirecta de la densidad del agua del mar.** *Inst. Esp. Oceanogr. Notas y Resumenes*, Madrid, 1924, 32, n° 6.
- Étude comparative des méthodes chimique et réfractométrique.
- Recommande la première, plus commode et plus précise.
- 1905 CHEVALIER (A.), **Relation entre la densité et la salinité des eaux de mer.** *Bull. Inst. Oceanogr.*, Monaco, 1905, n° 31; *C. R. Acad. Sc.*, 1905, 140, p. 902-904.
- L'auteur s'était chargé avec Sabrou des analyses d'eaux de mer récoltées à bord de la *Princesse Alice* en 1902 et 1903. Il rend compte de divergences qui se seraient révélées entre les densités données par les tables et celles réellement mesurées. La relation entre ces deux grandeurs se traduirait non par une courbe mais par une aire d'une assez grande largeur. Il essaie d'expliquer cela par une variation dans les proportions des différents sels constituant l'eau de mer et conclut en recommandant de substituer à la mesure de Cl, celle de σ_0 qu'il prétend suffisamment rapide.
- Travail consciencieux mais n'apportant aucune contribution pouvant être retenue.
- 1926 FREUNDLER (P.) et PILAUD (Mlle M.), **Sur l'eau normale méditerranéenne.** Première partie : Historique, Discussion des méthodes, Propositions. *Bull. Stat. Oceanogr. Salambó, Tunis*, 1926, n° 19.
- Étude historique complète des critiques qui se sont élevées quant à l'emploi de l'eau normale en Méditerranée (extraits chronologiques des procès-verbaux des discussions qui ont eu lieu au sein des différentes commissions océanographiques). Dans une deuxième partie, les auteurs, discutant les solutions proposées, rejettent l'emploi du ClNa comme étalon et proposent l'adoption d'une « eau normale méditerranéenne ».
- 1932 FREUNDLER (P.) et GUAISNET-PILAUD (Mme M.), **Sur l'eau normale méditerranéenne.** Deuxième partie : Travail expérimental, Résultats, Conclusions. *Ibid.*, 1932, n° 26.
- Ce second mémoire comprend quatre parties :
- 1° Chargés par la Régence de Tunisie de la préparation d'une eau normale méditerranéenne, les auteurs essaient de localiser en profondeur une nappe d'eau de Cl constant à la deuxième décimale.
- 2° Ils procèdent à des titrages comparés de Cl par la méthode gravimétrique et celle de Knudsen en utilisant dans cette dernière, parallèlement, l'eau normale méditerranéenne et celle de Copenhague. Ils trouvent des écarts importants et concluent que les Tables Hydrographiques sont inutilisables en Méditerranée.
- Les mesures gravimétriques dont il est rendu compte sont exécutées sans grande précision (par exemple, les auteurs négligent la correction de Br et la poussée de l'air sur la masse d'eau de mer analysée), ce qui donne peu de poids à cette conclusion.
- 3° Les auteurs recommandent curieusement l'emploi d'une solution de NO_3Ag dont ils précisent le titre et qui devrait donner directement le Cl ‰, par simple lecture de la burette, à condition d'opérer à 15° C ou à une température très voisine, et d'avoir des pipettes et burettes étalonnées à cette température; sinon, une table de correction serait nécessaire. Ils oublient, malheureusement, un fait important : qu'une solution neutre de NO_3Ag est légèrement instable et que son titre décroît légèrement mais sensiblement, dans le temps.
- 4° Découvrent pour des échantillons conservés en laboratoire un accroissement de Cl dans le temps, qu'ils attribuent à des motifs d'ordre biologique.
- Dans leurs conclusions, les auteurs abandonnent finalement le projet d'avoir une eau normale méditerranéenne et recommandent, en échange, l'emploi de la solution de NO_3Ag dont il est fait mention à la troisième partie, et d'opérer à 15° C.
- 1923 GIRAL (J.), **Les Tables Hydrographiques de M. M. Knudsen, l'eau normale et les limites d'erreurs dans les analyses de l'eau de mer.** *C. R. Acad. Sc.*, 1923, 176. *Bull. Comm. Int. Expl. Sc. mer Médit.*, 1923, 8.
- L'auteur passe en revue d'une manière critique les différentes méthodes d'analyse de l'eau de mer et rapporte des différences énormes entre la vraie densité et celle donnée par les tables.
- 1924 GIRAL (J.), **Rapport sur l'eau normale.** *Bull. Comm. Int. Expl. Sc. mer Médit.*, 1924, n° 10, p. 50-51.
- La chlorinité de l'eau normale augmente dans le temps. Légères différences de composition saline entre l'eau normale et l'eau de la Méditerranée. Recommande la substitution à l'eau normale d'une solution étalon de NaCl.
- 1924 GIRAL (J.), **Relaciones hidrograficas y agua normal. Estudio critico y experimental.** *Mem. Inst. Esp. de Oceanogr.*, Madrid, 1924, 2, n° 3, p. 82-133.
- Compte rendu *in extenso* des recherches faites à l'Institut Espagnol d'Océanographie sur ce sujet, et qui sont résumées en français dans la *Publ. de Circonst.*, n° 90 (1926).

1926 GIRAL (J.), **Quelques observations sur l'emploi de l'eau normale en Océanographie.** *Cons. Per. Int. Expl. Mer, Publ. Circonst.*, n° 90, Copenhague.

Etude critique de la méthode de Knudsen et des Tables Hydrographiques. L'auteur est amené aux conclusions suivantes :

1° Il est presque impossible d'obtenir la deuxième décimale de Cl ‰; on devrait se limiter à une décimale sûre et une deuxième probable.

2° L'erreur sur la densité donnée par les tables atteint la quatrième décimale. L'auteur cite, à ce propos, les résultats de Thoulet et d'Allemandet. Or, ce dernier, une fois perfectionnée sa méthode de mesure (1907), ne signalait plus que des écarts de l'ordre de $2 \cdot 10^{-5}$.

3° Après avoir reconnu que, dans l'élaboration des Tables Hydrographiques, compte avait été tenu des écarts de densité entre l'eau normale et l'eau de mer à analyser, l'auteur affirme, néanmoins, que l'analyse ne peut être correcte que si le rapport de ces densités est très voisin de 1.

4° Il affirme que l'eau normale augmente de titre dans le temps dans des proportions sensibles.

5° Il recommande de substituer à l'eau normale une solution de NaCl.

Il préconise, enfin, le choix entre trois méthodes de dosage :

- a) Gravimétrique;
- b) Déterminations simultanées du titre volumétrique et de la densité;
- c) Méthode comparative analogue à celle de Knudsen, en remplaçant l'eau normale par une solution étalon de NaCl et en faisant de nouvelles tables de titration.

Si l'on prend une solution NaCl dont la densité ne s'écarte pas de celle de l'échantillon de plus de $\pm 3 \cdot 10^{-4}$, les nouvelles tables de titration deviennent inutiles.

Parmi les critiques méditerranéens, Giral est sans doute l'un des plus compétents. Toutefois, ses arguments sont exagérément sévères et le mènent à des conclusions qui sont démenties par l'expérience. Matthews a répondu en réfutant point par point tous les arguments. (*Jour. du Cons.*, I, n° 3, 1926.)

1926 GIRAL (J.), **Eau normale et relations hydrologiques.** *Comm. Int. Expl. Sc. mer Médit., Rapp. et Proc.-Verb.*, 1926, I (N. S.), p. 81.

Critique de la méthode de Knudsen.

1927 GIRAL (J.), **Rapport sur l'eau normale.** *Ibid.*, 1927, 2, p. 56-58.

Recommande de remplacer l'eau normale de Copenhague par des eaux normales plus appropriées, que chaque pays préparerait pour ses propres besoins.

1927 GIRAL (J.), **Rapport sur la Chimie.** Quatrième paragraphe : Eaux normales et relations hydrologiques. *Ibid.*, 1927, 2, p. 83.

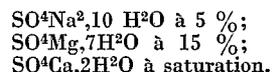
Critique serrée de la méthode de Knudsen.

Relation d'après différents auteurs des erreurs sensibles que l'on commettrait dans le calcul de la densité d'après les Tables Hydrographiques.

1923 GIRAL (J.) y GILA (F. A.), **Sur l'emploi du chlorure de sodium comme étalon dans le dosage des halogènes de l'eau de mer.** *C. R. Acad. Sc.*, 1923, 176, p. 1729-30.

Les auteurs dosent d'abord le Cl ‰ d'une solution

étalon de NaCl; ils y ajoutent ensuite 2 à 10 ml de l'une des solutions suivantes :



Cl‰ reste constant dans les limites d'erreur. Ils en concluent que :

1° Les sels contenus dans l'eau de mer n'ont pas d'influence sur la valeur de Cl ‰.

2° On peut employer une solution NaCl comme étalon dans les chlorurations.

Il est regrettable que la faible précision des mesures (trois dosages gravimétriques d'une solution NaCl ent entre eux un écart maximum de 0,06 ‰), enlève à ces conclusions une partie de leur poids.

1925 KNUDSEN (M.), **L'emploi de l'eau normale dans l'océanographie.** *Cons. Per. Int. Expl. Mer. Publ. de Circonst.*, n° 87 (cf. paragr. III).

1905 KRÜMMEL, NANSEN, PETERSON and KNUDSEN, **Report on values of Cl, SO³, and σ_0 in a series of water samples.** *Bericht der Kommission zur Untersuchung der Cl, SO³ und σ_0 Werte in einer Reihe von Wasserproben.* *Cons. Per. Int. Expl. Mer, Rapp. et Proc.-Verb.*, 4, Hydrogr.-Section, Appendix C, p. 46-48.

Ce comité a été chargé le 18 juillet 1905 par la Section Hydrographique du Conseil Permanent International pour l'Exploration de la Mer de collecter, dans des régions déterminées, des échantillons couvrant l'intervalle des salinités de 3 à 38 ‰. Les analyses seront effectuées par les Laboratoires d'Oslo, Kiel, Helsinki, Monaco et Nancy.

1949 LEGENDRE (R.) et MENACHÉ (M.), **Conservation des échantillons d'eau de mer destinés aux titrages de chlorinité.** *Bull. Inst. Océanogr.*, Monaco, n° 957.

La chlorinité de l'eau de mer conservée en bouteilles insolubles est invariable, à condition que l'étanchéité du bouchage soit parfaite.

1926 MATTHEWS (D. J.), Dans la rubrique « Review », sous la signature « M. D. J. », *Cons. Per. Int. Expl. Mer, Jour. du Cons.*, 2, n° 3, p. 284-286.

Analyse critique de la note de GIRAL (*Publ. de Circonst.*, n° 90, 1926).

Les travaux de Ruppin en 1910 ont montré que la formule de Knudsen donnant Cl en fonction de σ_0 est correcte pour les eaux du Nord européen à 0,01 ‰ près.

1950 MENACHÉ (M.), **Du choix d'une eau normale pour la Méditerranée.** *Bull. Inst. Océanogr.*, n° 980.

L'opinion s'étant faite que l'emploi de l'eau normale de Copenhague pour le titrage de la chlorinité des eaux méditerranéennes conduit à des résultats erronés, des analystes pensent obtenir une meilleure précision en employant, conjointement aux Tables de Titration de Knudsen, soit une eau normale méditerranéenne, soit une solution étalon de NaCl.

L'auteur met en garde contre cette pratique qui, bien loin de garantir une précision supérieure, conduit à des erreurs importantes qui peuvent atteindre 0,07 ‰ pour Cl. Les Tables de Titration (Tables Hydrographiques, Martin Knudsen, 1901) sont en effet calculées pour une eau normale titrant 19,38 ‰ et leur emploi cesse d'être valable lorsque ce titre s'écarte sensiblement de cette

valeur. L'emploi d'un autre liquide de référence imposerait l'élaboration de tables de titration appropriées.

L'auteur indique des formules permettant de corriger les résultats erronés déjà obtenus par l'emploi, conjointement aux Tables Hydrographiques, d'une eau normale méditerranéenne ou d'une solution de NaCl.

1951 MENACHÉ (M.), De l'emploi de l'eau normale de Copenhague comme étalon dans le dosage de la chlorinité des eaux méditerranéennes. Avec une préface de Thomsen (H.) et Hermann (F.). *Ibid.*, n° 985.

Une discussion des causes d'erreur possibles, et des vérifications expérimentales, conduisent à affirmer que l'emploi de l'eau normale de Copenhague pour l'analyse des eaux de la Méditerranée est parfaitement correct. La précision obtenue pour les eaux méditerranéennes est comparable à celle que permet la méthode de Mohr-Knudsen pour les eaux de mer océaniques. De cette étude l'auteur tire en outre les conclusions suivantes :

1° La méthode de Knudsen permet difficilement de dépasser la précision de 0,005 ‰ en Cl;

2° Une précision supérieure (1 à 2.10⁻³ ‰) peut être atteinte par pesée préalable de l'échantillon et de l'eau normale.

3° Si l'on veut obtenir une précision supérieure à 0,005 ‰ en prenant la moyenne de plusieurs déterminations, et sans pesées préalables, on a intérêt à se servir d'une pipette de fidélité moyenne (4-5 µl) de préférence à une pipette de haute fidélité.

1924 MÉNAGER (Mlle Y.), Sur l'emploi du chlorure de sodium comme étalon dans les analyses d'eau de mer. *C. R. Acad. Sc.*, 1924, 179, p. 195-196.

L'auteur indique des différences sensibles entre les densités d'une eau de mer et d'une solution NaCl de même chlorinité (les densités sont indiquées avec quatre décimales, sans référence de température) et conclut à l'impossibilité d'utiliser NaCl à moins que l'on adopte l'une des deux solutions suivantes :

1° Rapporter la chlorinité au litre et non au kilo;

2° Établir de nouvelles tables permettant de passer d'un système de chiffres à l'autre.

Il reproche ensuite à la méthode de Knudsen de passer de mesures volumétriques à des titres ‰ alors que les densités et coefficients de dilatation de l'eau de mer et de l'eau normale ne sont pas suffisamment voisins. Il ignore probablement que, pour l'élaboration de ses tables, Knudsen avait tenu compte de la densité exacte de chacun de ces liquides.

1931 NAVARRO (F. de P.), La refractométrie y el metodo colorimetrico Mohr-Knudsen en la tecnica oceanografica. *Inst. Esp. Oceanogr., Notas y Resúmenes*, Madrid, 1932, I, Ser. 2, n° 49, p. 1-24.

S et σ_0 , calculés d'après la méthode de Knudsen, donnent une erreur atteignant respectivement $\pm 0,45$ ‰ et $\pm 0,37$. Valeurs exagérées vraisemblablement dues à l'imprécision des mesures effectuées.

1926 NIKITINE (M.), Sur l'emploi de l'eau normale dans les dosages des halogènes de l'eau de mer. *Bull. Inst. Océanogr.*, Monaco, 1926, n° 473.

Ce travail avait pour but de contrôler l'exactitude de la méthode de Knudsen dans les mers dont la salinité s'écarte sensiblement de celle de l'eau normale. Les mesures y sont malheureusement faites avec une approximation grossière, insuffisante pour un tel but.

Le dosage gravimétrique d'une solution faite à partir de NaCl Kahlbaum à 99,98 % donne des résultats variant entre 99,87 % et 100,00 %.

Dans un dosage de l'eau normale de Cl = 19,383 ‰, l'auteur obtient les résultats suivants, qu'il donne avec trois décimales :

Premier dosage :	19,426	} Moyenne 19,390 au lieu de 19,383 ‰
Deuxième — :	,386	
Troisième — :	,300	
Quatrième — :	,449	

Il s'émerveille quand même de cette soi-disant concordance qu'il considère comme une « coïncidence accidentelle ».

Enfin, dans des dosages comparés à partir d'une eau normale d'une part et d'une solution de NaCl d'autre part, il trouve des écarts ne dépassant pas 0,04 ‰ et conclut que l'eau normale convient parfaitement pour toutes les mers du globe.

Il semble inutile de commenter ce travail.

1929-1930 PICOTTI (M.), Salinità e densità dell'acqua marina e metodi di determinazione. *Boll. del Com. naz. geodetico e geofisico*, n° 18, 1929, Venezia. *Congr. Intern. Oceanogr. Hydrogr. e Hidrol.*, 1930, p. 161-170.

Revue critique des différentes méthodes de détermination de la densité. Supériorité de la méthode de Mohr-Knudsen, grâce à laquelle tous les résultats, dans le temps et dans l'espace, sont confrontables.

1910 RUPPIN (E.), Bericht über das Verhältnis der Cl, SO³ und σ_0 Werte in einer Reihe von 14 verschiedenen Meerwasserproben gemäss den in den Laboratorien zu Helsingfors, Kiel, Kristiania, Monaco und Nancy erhaltenen Resultaten. *Zeitschrift für anorganische Chem.*, 69, p. 232-246. *Cons. Per. Int. Expl. mer. Publ. de Circonst.*, n° 55. Analyse de A. MANUELLI dans le *Bolletino bimestrale*, n° 7-8, 1910, VENEZIA, p. 16-18. (Cf. également RUPPIN (E.), Bestimmung von Cl, SO³ und σ_0 in den aus Kristiania eingesandten Kontrollproben. *Wiss. Meeres.*, Abt. Kiel, 1910, N. F. Bd 11, *Hydrogr. Abt.*, 6, p. 119-131.)

Des déterminations de Cl, SO³ et σ_0 , dans le but de préciser la constance du rapport des constituants majeurs de l'eau de mer et de vérifier l'exactitude des Tables Hydrographiques, ont été entreprises par les cinq laboratoires mentionnés, sur quatorze échantillons prélevés dans différentes régions et couvrant l'intervalle des chlorinités de 2 à 19 ‰. Les résultats fournis par Oslo, Kiel et Helsinki s'accordent; ceux de Monaco et Nancy comportent de légères erreurs. Le rapport 100 SO³/Cl varie légèrement pour chaque laboratoire, sa valeur moyenne étant 11,60. σ_0 est obtenu à partir de Cl à 0,01 près et inversement, Cl est obtenu à partir de σ_0 à 0,01 ‰ près.

1940 THOMPSON (E. J.), Effect of delayed titration on the salinity determination. *Jour. Mar. Res.*, 1940, 3, p. 268-271.

Des échantillons recoltés le 5-1-39 à des profondeurs variant entre 100 et 905 m, titrés par la méthode de Knudsen en janvier, février, mars et avril, n'ont révélé aucune modification sensible de Cl.

1930 THOMPSON (Th. G.) and CLEVE (R. van), Determination of the chlorinity of ocean waters. *Rep. Int. Fish. Com.*, Vancouver, 1930, n° 9.

Déterminent la chlorinité d'une série de 9 échantillons par cinq procédés différents :

1° Dosage gravimétrique.

2° Méthode de Volhard.

3° Méthode de Knudsen (avec burette et pipette Knudsen et eau normale).

4° Méthode ordinaire de Mohr, le dosage se faisant sur 25 ml d'eau de mer, à l'aide d'une simple burette calibrée, la solution de NO^3Ag étant titrée tantôt avec l'eau normale, tantôt avec une solution étalon de NaCl .

5° Même méthode, le dosage se faisant sur 5 ml d'eau de mer, à l'aide d'une simple burette bien calibrée et d'une solution NO^3Ag 0,1 N, elle-même titrée à l'aide d'une solution étalon NaCl . Dans les deux dernières méthodes on obtient la chlorinité au litre, Clv, et on passe à Cl ‰ (Clw), soit en appliquant la formule de Thompson, soit en se servant de la table de correspondance, formule et table étant reproduites dans le mémoire. Des écarts sont constatés, atteignant parfois 0,04 ‰. Les auteurs passent en revue les différentes causes d'erreur. Ils indiquent, pour finir, une recette pour récupérer l'argent métallique à partir du précipité de ClAg .

- 1931 THOMPSON (Th. G.), JOHNSTON (W. E.) and WIRTH (H. E.), *The sulfate-chlorinity Ratio in ocean waters. Cons. Per. Int. Expl. Mer, Jour. du Cons.*, 6, n° 1, p. 246-251.

Le rapport $\frac{\text{SO}^4}{\text{Cl}}$ a été déterminé sur quatre-vingt-dix échantillons de diverses provenances : $\frac{\text{SO}^4}{\text{Cl}} = 0,1396 \pm 0,0004$. Ce rapport varie pour les eaux diluées par des moyens naturels, par suite, d'une part des sulfates se trouvant dans les eaux de dilution et, d'autre part, d'actions biologiques.

La chlorinité est déterminée par la méthode de Volhard.

- 1931 THOMPSON (Th.) and WIRTH (H. L.), *The specific gravity of sea-water at zero degree in relation to the chlorinity. Cons. Per. Int. Expl. Mer, Jour. du Cons.*, 1931, 6, p. 232-240.

A la demande de Knudsen, et dans le but de vérifier une fois de plus l'exactitude de la première partie des Tables Hydrographiques, les auteurs ont effectué, avec une grande précision, des déterminations de Cl et de σ_0 sur des échantillons de diverses provenances (Méditerranée, mer Baltique, Océan Indien, Océan Atlantique, Golfe d'Alaska, Océan Pacifique). La correspondance est satisfaisante. La différence entre la densité mesurée et celle donnée par les tables en fonction de Cl reste de l'ordre de $1 \text{ à } 2 \cdot 10^{-5}$; elle devient négligeable si l'on se sert, pour les calculs de Cl, des masses atomiques de 1938.

Ce document est d'une importance déterminante en ce qu'il réfute les critiques, souvent sans fondement, faites quant à l'exactitude des Tables Hydrographiques.

- 1902 THOULET (J.), *Échantillons d'eaux et de fonds provenant des campagnes de la « Princesse Alice » (1901). Résult., Camp. Scient. Prince de Monaco*, 1902, fasc. 22.

L'auteur rend compte de mesures parallèles de Cl et de σ_0 , faites sur les échantillons d'eaux. Il constate, entre Cl mesuré par la méthode de Knudsen et Cl donné par les Tables Hydrographiques en fonction de σ_0 , des différences variant entre $-0,07$ et $+0,07$ ‰. Toutefois, le pycnomètre dont il s'est servi (il en donne une photographie, pl. I, fig. 4) ne permet pas une approximation suffisante dans les déterminations de la densité. Il ne semble pas non plus qu'il ait tenu compte de la poussée de l'air (du moins d'une manière sérieuse). Allemandet, en appliquant les mêmes méthodes que Thoulet, a obtenu, en 1907, une correspondance satisfaisante entre les valeurs mesurées et calculées.

Les écarts signalés par l'auteur devraient être imputés aux erreurs de mesure.

- 1905 THOULET (J.), *Analyse d'eaux de mer récoltées à bord de la « Princesse Alice » en 1902 et 1903, Ibid*, 1905, 24, 135 p.

Étude et conclusions analogues au mémoire précédent.

- 1902 THOULET et CHEVALLIER, *Sur la densité des eaux océaniques. C. R. Acad. Sc.*, 1902, 134, p. 1606-1608.

1° La conservation des eaux de mer dans des flacons hermétiquement bouchés n'entraîne aucune modification sensible de leurs chlorinité et densité.

2° Des différences sensibles sont signalées entre la densité réelle et celle fournie par les Tables Hydrographiques.

- 1932 WÜST (G.), *Das ozeanographische Beobachtungsmaterial. Wiss. Ergebn. Atlant. « Meteor »*, 1925-27, 4, *Zweiter Teil*, 1932, p. 6-7.

Signale de légères augmentations de la chlorinité pendant le stockage d'un échantillon d'eau de mer. Cette augmentation peut atteindre 0,01 ‰.

V. — PROCÉDÉS POTENTIOMÉTRIQUES DE DÉTECTION DE LA FIN DE LA RÉACTION (END-POINT)

- 1943 ANDERSON (L. J.) and HINDMAN (J. C.), *A versatile continuous reading thermionic voltmeter. Industr. Eng. Chem., Anal. Ed.*, 15 (1), 42-45.

Dispositif potentiométrique de détection de la fin de la réaction. Utilisé par Hindman (J. C.), Anderson (L. J.) et MOBERG (E. G.) (1949).

- 1947 DEAN (R. B.) and HAWLEY (R. L.), *A chloride and oxygene analysis kit for Pond waters. Pacific Sc.*, 1947, 1, n° 2, p. 108.

A l'aide d'un appareil d'un encombrement réduit, capable de fonctionner à bord d'une barque, on peut faire rapidement des mesures de Cl et d'Oxygène dissous. Une mesure de Cl demande 3 mn et donne une approximation de 0,06 ‰. L'eau de mer est attaquée par une solution de NO^3Ag , la fin de la réaction étant détectée par une méthode électrique.

Convierait à des mesures de série, rapides mais non précises, par exemple dans les estuaires.

- 1926 FOULKE (C. W.) and BAWDEN (A. T.), *A New type of End-Point in Electrometric Titration and Its application to Iodimetry. Jour. Amer. Chem. Soc.*, n° 48, p. 2045-2051.

Détection électrique du point de virage en iodimétrie. On maintient une différence de potentiel de 10 à 15 mv entre deux électrodes en Pt trempant dans le verre à réactions contenant la solution à titrer. Quand on s'approche du point de virage, le spot d'un galvanomètre placé dans le circuit s'approche du zéro. La fin de la réaction (end-point) est atteinte lorsque le spot arrive au zéro. Le procédé peut s'appliquer à la titration de Cl.

- 1951 HERMANN (F.), *High Accuracy Potentiometric Determination of the Chlorinity of Sea Water. Cons. Per. Int. Expl. Mer, Jour. du Cons.*, 17, n° 3, p. 223-230.

Une heureuse variante des méthodes potentiométriques de West et Robinson (1941) et de Hindman, Anderson et Moberg (1949), en ce sens qu'elle permet d'effectuer simultanément un grand nombre d'analyses.

Au moyen d'une pipette Knudsen, on prélève, successivement, 15 ml d'eau normale et d'un certain nombre

d'échantillons d'eau de mer, que l'on verse dans des verres numérotés, munis de bouchons en verre rodé et préalablement tarés. Ces verres sont ensuite pesés, ce qui détermine la masse de chaque liquide soumise à l'analyse. Alors qu'ils sont soumis à une agitation mécanique (obtenue par la rotation d'un fer doux dans un champ magnétique tournant), on verse dans chacun d'eux, à l'aide d'une burette ordinaire, un volume d'une solution de NO^3Ag 0,285 M, calculé de manière à laisser dans le liquide un léger excès d'ions Cl d'environ 1 % de la valeur primitive. Les verres sont à nouveau pesés.

La titration est finalement achevée volumétriquement au moyen d'une solution de NO^3Ag , obtenue par dilution au litre de 100 g de la solution 0,285 M. Cette solution est versée à l'aide d'une microburette calibrée. La fin de la réaction (end-point) est détectée potentiométriquement.

La précision atteinte est de 0,001 ‰ Cl.

Cette méthode constitue, à notre avis, la plus heureuse modification qui ait été apportée jusqu'ici à la technique de Mohr-Knudsen. La perte de temps due aux pesées est en partie compensée par le grand nombre d'analyses qu'il est possible de faire simultanément. Les lavages à l'acide, longs et fastidieux, deviennent en grande partie inutiles. Et, ce qui n'est pas à négliger, cette méthode permet d'atteindre la précision de la troisième décimale.

- 1949 HINDMAN (J. C.), ANDERSON (L. J.) and Moberg (E. G.), A precise determination of chlorinity of sea-water using the Ag-ClAg indicator electrode. *Jour. Mar. Res.*, 8, 1, p. 30-35.

L'amélioration apportée ici à la méthode de détection de la fin de la réaction est la substitution d'électrodes Ag-ClAg aux électrodes bimétalliques de West et Robinson (1941).

Le procédé de titration est sensiblement le même que celui utilisé par West et Robinson (1941) et par Hermann (1951). 15 ml d'eau normale ou d'eau de mer sont prélevés à l'aide d'une pipette Knudsen, versés dans un verre à réaction et pesés. On y ajoute une quantité pesée d'une solution de NO^3Ag , calculée de manière à abaisser la chlorinité à 0,25 ‰ environ. La réaction est achevée volumétriquement à l'aide de la même solution de nitrate d'Ag diluée dix fois et le point final (end-point) détecté potentiométriquement.

- 1941 WEST (L. E.) and ROBINSON (R. J.), Potentiometric Analysis of sea-water. I. Determination of chlorinity. *Jour. Mar. Res.*, 1941, 4, p. 1-10.

Appareil potentiométrique permettant de détecter rapidement et avec une grande précision la fin de la réaction du NO^3Ag sur l'eau de mer. Précision : $\pm 2.10^{-3}$ ‰ Cl.

VI. — TABLES OCÉANOGRAPHIQUES

(Ainsi que formules, abaques, permettant des calculs océanographiques).

- 1910 BJERKNES (V.) and SANDSTRÖM (J. W.), Dynamic meteorology and hydrography, part. I. Statics. *Carnegie Inst.*, Washington, 1910, Pub. n° 88, 146 p. + tables.

Tables pour les calculs dynamiques.

- 1937 CARTER (N. M.) and TULLY (J. P.), A graphical method for the conversion of chlorinity for liter to chlorinity for kilogramme (Cl ‰) in sea-water analyses. *Cons. Per. Int. Expl. Mer, Jour. du Cons.*, 1937, 12, n° 1, p. 36-39.

Abaques (p. 37) permettant de passer, à 20° C, des

chlorinités au litre aux chlorinités ‰, et réciproquement, les chlorinités au litre variant de 1 à 20.

Une table (p. 38) permet de tracer de tels abaques pour les températures de 15°, 17,5°, 20°, 22,5° et 25° C.

Pour une température intermédiaire, une interpolation facile donnerait une précision suffisante.

Toutefois, l'étalonnage de la solution de NO^3Ag devra se faire obligatoirement à 20° C.

- 1908 EKMAN (V. W.), Die Zusammendruckbarkeit des Meerwassers nebst einigen Werten für Wasser und Quecksilber. *Cons. Per. Int. Expl. Mer, Public. Circonst.*, n° 43.

Formule donnant la compressibilité de l'eau de mer en fonction de la température, de la salinité (ou plutôt de σ_0) et de la pression.

Formule ayant servi à l'élaboration des tables de la densité de l'eau de mer sous pression, du même auteur (*Public. Circonst.*, n° 49, 1910).

- 1910 EKMAN (V. W.), Tables for sea-water under pressure. *Cons. Per. Int. Expl. Mer, Public. Circonst.*, n° 49, 48 p. (éditions anglaise et allemande).

Tables permettant le calcul de la densité *in situ*.

- 1939 EKMAN (V. W.), La compressibilité de l'eau de mer. *Résult. Camp. Scient. Prince de Monaco*, 1939, fasc. 101.

Correction de compressibilité pour le calcul de la densité *in situ*.

- 1939 FLEMING (R.), Tables for σ_t . *Jour. Mar. Res.*, 1939, 2, p. 9-11.

Donne S ‰ en fonction de σ_t et de t .
 t varie par degré de — 2° à 30° C.

σ_t varie par unité de 18 à 30.

S y est compris entre 22,40 et 41,54 ‰.

Table d'interpolation pour les 1/10 de σ_t .

- 1945 HARVEY (H. W.), Recent advances in the Chemistry and Biology of sea-water. *Cambridge Univer. Press.*, 1945. Chimie et biologie de l'eau de mer. Traduction française de Francis-Bœuf, (Cl.) et Lalou, (Cl.), *Presses Universit. de France*, Paris, 1949.

Contient un graphique donnant les relations entre S ‰, Cl ‰ et σ_t aux températures de 0°, 10°, 20°, 25° et 30° C (p. 24 du texte français).

- 1914-15. HESSELBERG (Th.) und SVERDRUP (H. U.), Beitrag zur Berechnung der Druck- und Massenverteilung in Meere. *Bergen Museum Aarbok*, n° 14, 17 p.

Tables permettant le calcul de la densité *in situ*.

- 1940 KALLE (K.) und THORADE (H.), Tabellen und Tafeln für die Dichte des Seewassers (σ_t).

I. — Zahlentabellen (H. Thorade).

II. — Fluchtentafeln (K. Kalle).

Aus den Archiv der Deutschen Seewarte und des Marineobservatoriums, 60 Band, n° 2. Hamburg, 1940.

I. — Zahlentabellen.

Donne σ_t en fonction de S ‰ et de t ° C, S allant de 0,0 à 41,5 ‰ par dixième, et t de — 2 à 30° C par degré. Une entrée à droite en Cl ‰. Cette partie comprend 23 feuillets correspondant chacun à 5 unités de S. Table d'interpolation sur chaque feuillet.

Un dernier feuillet donne σ_t pour les valeurs entières de S, de 0 à 41 ‰ (mêmes valeurs de t , entrée en Cl et tableau d'interpolation).

II. — *Tafeln.*

Tafel I.

Graphique pour le calcul rapide de σ_t en fonction de S ‰ et de t, S allant de 34,50 à 36,00 ‰ et t de 0 à 20° C.

Tafel 2-7.

Abaques pour le calcul précis de σ_t .
t varie de - 2 à + 33° C. par degré.

Intervalles de variation de S :

Graphique	2	: de 0,0 à 7,5 ‰;
—	3	: de 7,0 à 14,5 ‰;
—	4	: de 14,0 à 21,5 ‰;
—	5	: de 21,0 à 28,5 ‰;
—	6	: de 28,0 à 35,5 ‰;
—	7	: de 35,0 à 42,5 ‰.

1901 KNUDSEN (M.), *Hydrographische Tabellen* (Ed. All.) ou *Hydrographical Tables* (Ed. Angl.). L'édition anglaise est actuellement seule en vente.

Cet ouvrage comprend sept parties :

1° P. 1-22. *Table de correspondance* des valeurs de Cl, S, σ_0 et $\rho_{17,5}$.

2° P. 23-34. *Table de titration*, indispensable dans le titrage des halogènes par la méthode de Knudsen. Permet de passer des lectures faites sur la burette aux valeurs de Cl ‰.

3° P. 35-38. *Table des constantes* Σ_t , A_t , B_t qui permettent de calculer avec précision σ_t en fonction de σ_0 et de t. Noter que $\Sigma_t = (S_t - 1) / 1000$, S_t étant la densité de l'eau distillée à t° rapportée à l'eau distillée à 4°. On a ainsi une table donnant la densité de l'eau distillée à sept décimales pour des températures échelonnées de dixième en dixième de degré, entre - 2° et 33° C.

4° P. 39-42. *Table des valeurs de D* = $\sigma_0 - \sigma_t$, permettant de calculer σ_t en fonction de σ_0 et de t pour les valeurs entières de ces deux paramètres. Nécessite, pour les valeurs intermédiaires, une double interpolation qui devient imprécise au delà de la deuxième décimale de σ_t .

5° P. 43-46. *Table de D* = $\sigma_0 - \sigma_t$, inverse de la précédente. Donne σ_t en fonction de σ_0 et de t. Mêmes caractéristiques que la table précédente.

6° P. 47-62. *Table de correction des mesures aréométriques* pour un aréomètre en verre Iéna 16^{III}. Les mesures étant faites à la température t° C, les tables permettent de passer à $\rho_{17,5}$.

7° P. 63. *Table de correction des mesures aréométriques* pour des aréomètres faits en un verre autre que le Iéna 16^{III}. Cette nouvelle correction, donnée en fonction du coefficient de dilatation cubique du verre, est à ajouter à celle obtenue par la table précédente.

1904 KNUDSEN (M.), σ_t *Tabelle*. *Cons. Per. Int. Expl. Mer, Publ. de Circonst.*, 1904, n° 11.

Table donnant σ_t pour t allant de - 2° à + 19° C, de de degré en degré et σ_0 de 0,0 à 28,50, de dixième en dixième.

Table commode en ce sens, que les interpolations par rapport à σ_0 y sont pratiquement supprimées.

Toutefois, les limites supérieures de t et σ_0 sont insuffisantes (la valeur $\sigma_0 = 28,50$ correspond à Cl = 19,60 ‰ et S = 35,50 ‰).

1935 KNUDSEN (M.), *Nomenclature and Units for Indication of the Amount of Constituents of sea-water*. *Cons. Per. Int. Expl. Mer, Rap. et Proc. Verb.*, 100, deuxième partie. *Rapp. administ.* (1935-1936). *Hydrogr. Comm.*, 1935, p. 90-101.

Formules, tables et abaques permettant de passer, pour chaque constituant de l'eau de mer, de la teneur ‰ à celle par litre à t° C et inversement, et de la teneur par litre à t° C à la teneur par litre à t'° C.

1929 Mc EWEN (G. F.), *Tables to facilitate dynamic computations of ocean currents according to the BJERKNES circulation theory*. Scripps Institution Océanogr. University Californ. Mimeographed, La Jolla.

Tables pour les calculs dynamiques.

1912 MANUELLI (A.) e FERUGLIO (G.), *Tavole per il calcolo del σ_t secondo le tabelle idrografiche di M. Knudsen*. *R. Com. Talassogr. Ital.* 1912, Mem. XVII.

Tables de σ_t analogues à celles publiées par Knudsen (Public. de cir. n° 11) avec t allant de - 2° à + 33° C et σ_0 de 0 à 34.

(La limite $\sigma_0 = 34$ correspond à Cl = 23,6 ‰ et S = 42,7 ‰.)

Tables extrêmement commodes.

1932 MATTHEWS (D. J.), *Tables for the determination of the density of sea-water under normal pressure*. *Cons. Per. Int. Expl. Mer* (numéro séparé), 1932, 56 p.

Tables de σ_t en fonction de σ_0 et de t.

1938 MATTHEWS (D. J.), *Tables for calculating the specific volume of sea-water under pressure*. *Cons. Per. Int. Expl. Mer* (numéro séparé), 1938, 68 p.

Tables permettant le calcul de la densité *in situ*.

1933 MÖLLER (L.), *Zur reduktion hydrographischer Beobachtungen mit Hilfe graphischer Darstellungen der Korrekturen*. *Ann. d. Hydrogr.* u. s. w. 61 (3), p. 53-60.

Deux graphiques donnant la correction k en fonction de α et de a, d'après les tables de titrations (Tables Hydrographiques) de Knudsen.

Sur le graphique 1, a va de 0 à 24 et α de - 0,150 à + 0,150.

Le graphique 2, à plus grande échelle, est établi pour les eaux océaniques à salinité moyenne. a y va de 18 à 20 et α de - 0,50 à + 0,50.

1941 MONTGOMERY (R. B.) and SYKES (R. B.), *Tables for density of sea-water at 0° C and atmospheric pressure for values of chlorinity between 18,00 and 20,99 according to Knudsen's formule*. *Jour. Mar. Res.*, 1941, 4, p. 28-31.

Petite table tenant en une page (p. 31) donnant σ_0 en fonction de Cl ‰, cette grandeur étant donnée de centième en centième de 18,00 à 20,99.

1939 OKADA (M.) and OGAWA (T.), *Direct determination of Salinity of Sea-Water from Chlorine Titration*. *Bull. Japan. Soc. Scient. Fish.*, 1939, 17, n° 5.

Table de titration analogue à celle de Knudsen, dans laquelle on donne k en fonction de α et de a, le résultat donnant directement S ‰ (nécessité de légères modifications à la méthode de Knudsen).

- 1941 PICOTTI (M.), *Unita di misura della chimica talassografica. Arch. di oceanogr. e limnol.*, Venezia, 1941, *Mém.* 286, p. 5-15.
 Revue des différentes unités de mesure en usage en océanographie, avec trois tables :
 Table I. — Donne les densités et les salinités ‰ et au litre aux températures 0°, 10°, 15°, 17°, 5 20° C.
 Table II. — Table de correspondance de Cl ‰ à Cl/litre à 17°, 5 C.
 Table III. — Liste des unités utilisées, de celles proposées par l'auteur et de certains coefficients de correction. (Résumés en allemand, français et anglais.)
- 1948 REDFIELD (A. C.), *Characteristics of Sea-Water. Woods Hole Ocean Inst., Coll. Reprints*, n° 394.
 Tables 1 et 2 : Constituants de l'eau de mer.
 Table 3 : S ‰ et $\rho_{17,5}$ en fonction de Cl ‰ (Cl entier de 0 à 22 ‰).
 Table 4 : σ_t en fonction de t° C et de S ‰ (S de 5 en 5 unités, de 0 à 40 ‰; t de 5 en 5° C, de 0 à 30° C).
 Table 5 : Donne les grandeurs suivantes en fonction de S ‰ (de 5 en 5 unités, de 0 à 40 ‰) : point de fusion, température du maximum de densité, pression osmotique en atmosphère, chaleur spécifique.
 Table 6 : Conductivité spécifique en fonction de Cl ‰ et de t° C (Cl entier de 1 à 22 ‰; t de 5 en 5° C, de 0 à 25° C).
 Table 7 : Coefficient de saturation des gaz atmosphériques.
 Table 8 : Composition de l'atmosphère normale.
 Table 9 : Oxygène dissous dans l'eau de mer.
 Table 10 : Coefficient de solubilité de certaines substances dans l'eau distillée et l'eau de mer; substances chimiques influencées par l'activité organique.
 Table 11 : Eau d'estuaire. Solides dissous dans l'eau de mer et d'estuaire.
 Table 12 : Eau de mer artificielle.
- 1931 SUBOW (N. N.), *Oceanographical Tables. Inst. Oceanogr. U. R. S. S.*, Moscou, 1931, 208 p.
 Tables océanographiques et hydrographiques très complètes (en russe et en anglais).
- 1929 SUND (O.), *An oceanographical slide rule. A new apparatus for calculating oceanographical data. Cons. Per. Int. Expl. Mer, Jour. du Cons.*, 5, n° 4, p. 93-98.
 L'auteur présente une règle à calcul de sa conception, pour les calculs océanographiques, dont le modèle courant mesure 4 m de long sur 45 cm de large. A l'aide des données suivantes :
 1° Profondeur;
 2° Lecture du thermomètre à renversement (de — 2 à 25° C);
 3° Celle du thermomètre auxiliaire;
- 4° a et A , lectures sur la burette Knudsen correspondant à l'échantillon et à l'eau normale (a de 12,28 à 22,11);
 5° Le titre N de l'eau normale;
 6° $\alpha = N - A$ (α de — 0,15 à + 0,15);
 on peut obtenir, avec la précision nécessaire aux calculs dynamiques :
 a) La salinité S ‰ (de 22,40 à 39,80 ‰);
 b) σ_0 et v_0 , densité et volume spécifique à 0° C;
 c) σ_t et v_t , les mêmes grandeurs à t° C; σ et v , densité et volume spécifique *in situ* (σ de 18,00 à 32,00).
 Constructeur : Firme J. Solberg Hansen, Bergen (Norvège).
- 1933 SVERDRUP (H. U.), *Vereinfachtes Verfahren zur Berechnung der Druck-und Massenverteilung im Meere. Geofys. Publ.*, Oslo, 1933, 10, n° 1, 9 p.
 Tables pour les calculs dynamiques.
- 1946 SVERDRUP (H. U.), JOHNSON (M. W.) and FLEMING (R. H.), *The Oceans. Their physics, chemistry and general biology*, p. 53 et 1051-1059, *Prentice-Hall. Inc.*, New-York.
 Page 53 (table 8) : relation entre chlorinité et chlorosité.
 Pages 1051-1059 : tables pour les calculs dynamiques volume spécifique *in situ*, distances géopotentielles entre les surfaces isobariques.
- 1928 THOMPSON (Th. G.), *The standardization of silver nitrate solutions used in chemical studies of sea-waters. Journ. Amer. Chem. Soc.*, 50, n° 3, p. 681-685.
 Formule et table permettant de passer de la chlorosité, Cl_v, à la chlorinité, Cl_w. Valeurs entières de Cl_v de 5 à 23; interpolation rapide pour avoir les deux décimales ‰.
- 1930 THOMPSON (Th. G.) et CLEVE (R. van), *Determination of the chlorinity of ocean waters. Rep. Intern. Fish. Comm.*, Vancouver, 1930, n° 3, p. 10, table I.
 Table permettant de passer de la chlorosité, Cl_v, à la chlorinité, Cl_w. Cette table est établie à partir de la formule de Thompson :

$$Cl_w = 0,008 - 0,99980 Cl_v - 0,01228 Cl_v^2.$$
 Cl_w est donné avec deux décimales de 9,95 à 19,97.
- 1901-1908. THOULET (J.), *Océanographie. Détermination de la densité de l'eau de mer. Résult. du « S. Y. Belgica » en 1897, 1898 et 1899. Anvers, 1901.*
Instruments et opérations d'océanographie pratique, p. 127, Paris, 1908.
 Graphique permettant de passer de σ_t à σ_t' , t et t' étant deux températures quelconques.

M. MENACHÉ,

Chargé de recherches à l'O. R. S. O. M.,
 I. R. S. M., Tananarive (Madagascar).

(Manuscrit remis en octobre 1951.)