

Exposition

11605

UNIVERSITÉ DE LIÈGE
INSTITUT ED. VAN BENEDEN

La Croisière Atlantique
DE
L'ARMAUER HANSEN

Mai-Juin 1922

PAR LE

PROFESSEUR DÉSIRÉ DAMAS,

DIRECTEUR DE L'INSTITUT ED. VAN BENEDEN.



Vlaams Instituut voor de Zee
Flanders Marine Institute

(Rapport adressé à la Commission administrative du Patrimoine
de l'Université de Liège)

Instituut voor Zeewetenschappelijk onderzoek
Institute for Marine Scientific Research
Prinses Elisabethlaan 69
8401 Bredene - Belgium - Tel. 059 / 80 37 15

LIÈGE
IMPRIMERIE H. VAILLANT-CARMANNE
4, PLACE SAINT-MICHEL, 4

—
Octobre 1922

UNIVERSITÉ DE LIÈGE
INSTITUT ED. VAN BENEDEN

La Croisière Atlantique
DE
L'ARMAUER HANSEN
Mai-Juin 1922

PAR LE
PROFESSEUR DÉSIRÉ DAMAS,
DIRECTEUR DE L'INSTITUT ED. VAN BENEDEN.

(Rapport adressé à la Commission administrative du Patrimoine
de l'Université de Liège)



LIÈGE
IMPRIMERIE H. VAILLANT-CARMANNE
4, PLACE SAINT-MICHEL, 4

—
Octobre 1922

La Croisière atlantique de l' "ARMAUER HANSEN,,

MAI-JUIN 1922

PAR LE

Professeur Désiré DAMAS,

Directeur de l'Institut Ed. Van Beneden.

(Rapport adressé à la Commission administrative du Patrimoine de l'Université de Liège).

Le 20 décembre 1921, nous avons eu l'honneur de soumettre à la Commission du Patrimoine de l'Université de Liège, une demande de subside pour l'exécution d'une croisière océanographique de deux mois, dans la partie orientale de l'Atlantique nord. La réalisation de ce projet pouvait être entrevue grâce à la collaboration de l'Institut géophysique de Bergen dont le directeur, M. Bj. Helland-Hansen acceptait de mettre à notre disposition le bateau d'exploration norvégien l'*Armauer Hansen* qui, à deux reprises déjà, avait exécuté dans l'Atlantique des croisières étendues.

Dans ce nouveau voyage d'étude, l'Institut géophysique de Bergen devait se charger des observations relatives à la physique du globe, tandis que l'Institut zoologique de notre Université assurerait l'exécution du programme biologique.

Le 30 janvier 1922, M. le Recteur Ch. De Jace nous informait que ce projet était approuvé par la Commission administrative du Patrimoine de l'Université de Liège et qu'une subvention était mise à notre disposition pour la préparation et l'exécution de cette croisière. La direction de l'Institut géophysique de Bergen ayant, de son côté, accordé la libre disposition du bateau, les préparatifs purent en être poussés activement tant en Norvège qu'à Liège, afin d'être prêt pour le début de mai, époque fixée pour le départ.

L'*Armauer Hansen* est une barque à voile spécialement construite pour les recherches océanographiques. Il est gréé en Ketch et mesure 24 m. de long sur 6 m. de large. Il ne jauge que 28 tonneaux nets et 58 tonneaux bruts. Excellent voilier, il peut entreprendre des croisières de longue durée. Un moteur

auxiliaire à pétrole, d'une force de 40 chevaux, lui permet d'entretenir d'une manière continue, avec une dépense relativement faible, une vitesse constante de 5 nœuds à l'heure. Son armement comporte tous les appareils employés pour l'exploration marine. Sur le pont, complètement libre pour la manœuvre, se trouvent un fort cabestan garni de 4500 mètres de câble d'acier pour la pêche en eau profonde, une machine à sonder du système Lucas, un cabestan spécial pour l'hydrographie et la pêche pélagique verticale. Ces engins sont commandés directement par le moteur dont la force toute entière peut être mise au service de la relève des grands engins de pêche et des dragues. Le bateau est abondamment pourvu de sondeurs, de bouteilles à eau, de thermomètres, de mesureurs de courants, de dragues, de filets de pêche pélagique, de chaluts, etc. Un laboratoire excellent, de dimensions relativement vastes, bien éclairé et bien aéré, occupe sous le pont la partie centrale du bateau. On peut y exécuter sans difficultés tout le travail scientifique désirable : analyses chimiques les plus fines, triage du matériel, recherches microscopiques, etc.

En un mot, entre les mains du personnel expérimenté qui le dirige, l'*Armauer Hansen* constitue un instrument de premier ordre pour l'exploration scientifique moderne.

Le programme d'une croisière océanographique de haute mer à bord d'un bateau d'aussi faible tonnage, demandait à être fixé avec un soin tout spécial.

Notre but particulier était de fournir à l'Institut zoologique de l'Université de Liège, les abondants matériaux que réclame le travail de ses laboratoires. A l'heure actuelle, le zoologiste peut se livrer à l'étude des animaux littoraux dans de nombreuses stations zoologiques établies le long des diverses côtes d'Europe. D'autre part, en accompagnant nos chalutiers à vapeur, il est possible à tout naturaliste qui sait faire le sacrifice de ses commodités personnelles, de recueillir une ample moisson de poissons et d'invertébrés habitant le plateau côtier. Dans l'occurrence, l'intérêt devait donc se porter tout naturellement sur la région de la descente continentale et de la haute mer que, seuls, des bateaux spécialement équipés peuvent explorer. La région de l'Atlantique nord-oriental comprise entre les côtes européennes et africaines, Madère et les Açores constituait le domaine tout désigné pour une semblable croisière de reconnaissance. Sa richesse

est bien connue par les explorations françaises, anglaises, scandinaves et les campagnes nombreuses du Prince de Monaco. Elle constitue un véritable Eldorado pour le naturaliste.

Notre travail devait donc consister en une exploration intensive des eaux du large. La profondeur de l'Océan que nous devions parcourir dépasse en général 4000 mètres. En certains points, elle atteint plus de 6000 mètres. Nous ne pouvions cependant envisager une étude approfondie des régions abyssales. Les couches les plus profondes sont, en effet, relativement pauvres. Leur exploration demande une immobilisation prolongée du bateau, qui n'est pas compensée par un résultat correspondant. Ni le temps relativement court, ni les ressources modestes dont nous disposions, ne nous permettaient d'espérer faire une exploration systématique des plus grandes profondeurs. Il fut donc décidé de choisir comme champ principal de nos opérations zoologiques, les eaux océaniques depuis la surface jusqu'à 2000 m.

Il était de même indispensable de faire un choix parmi les nombreux et importants problèmes géophysiques dont la solution pouvait être tentée au cours d'une croisière dans l'Atlantique. Il ne pouvait pas, par exemple, être question de mensurations de courants ou d'une étude spéciale de la partie profonde de l'Océan. Etant donné la longueur du trajet à parcourir, la durée des opérations zoologiques et la brève durée de la croisière, il était désirable de limiter la partie géophysique à des recherches dont l'exécution puisse être faite sans arrêt prolongé du bateau. Un groupe de problèmes se plaçait naturellement au premier plan. Il s'agit de l'étude des rapports d'échange et de l'influence réciproque de l'Océan et de l'atmosphère : ils constituent un des éléments primordiaux de climat. Ces questions ont fait depuis plusieurs années l'objet d'une étude approfondie de la part des professeurs Fr. Nansen et Bj. Helland-Hansen.

Leurs travaux ont rendu désirable ce que l'on pourrait appeler l'étude physique « microscopique » de l'eau et de l'air.

Nous devons à notre collègue Bj. Helland-Hansen une reconnaissance spéciale pour le choix heureux qu'il a su faire d'un sujet qui, tout en laissant à la partie zoologique tout le temps disponible, possède un intérêt considérable tant pour l'océanographie et la météorologie que pour la question pratique de l'organisation du service de la prévision du temps.

Pour l'exécution de ce programme, il était nécessaire de compléter l'armement du bateau.

Pour les observations météorologiques, il fut nécessaire d'acquérir une série d'instruments nouveaux: météorographes, barographes, baromètres normaux, anémomètres, psychromètres à aspiration, thermomètres, etc. Afin de pouvoir étudier les changements météorologiques à des hauteurs considérables dans l'atmosphère, un équipement aérologique complet fut acquis: cerfs-volants, cabestan spécial, fil de piano, météorographes de Marsvin, ballons-pilotes, hydrogène en bombonnes.

L'exécution du programme géophysique dépendait de la possibilité de recevoir, par T. S. F., les télégrammes météorologiques envoyés par les stations continentales et les navires circulant entre l'Europe et l'Amérique. Malgré la petitesse de l'*Armauer Hansen* et le faible écartement des mâts, il fut possible d'installer un poste de télégraphie sans fil, non seulement pour la réception, mais aussi pour l'expédition des dépêches. Une station d'un demi-kilowatt du système Téléfunken fut livrée par la Compagnie norvégienne du Radio. La source d'énergie en est fournie par une installation Delco Light de trois quart de kilowatt avec batterie d'accumulateurs qui livre, en même temps, l'électricité pour l'éclairage du bord. L'installation du radio et de la machinerie du Delco fut commandée le 21 mars et le montage en était terminé avant le départ de Bergen, le 24 avril.

Une partie importante de l'équipement zoologique est constituée par les câbles d'acier pour la pêche en eau profonde. Le cabestan de l'*Armauer Hansen* portait 3500 mètres de câble déjà ancien. Il y fut ajouté 1000 mètres à Bergen de manière à disposer de 4500 mètres, ce qui suffisait pour le travail projeté. Il était en outre indispensable de posséder à bord une réserve suffisante pour parer aux pertes possibles. Il fut donc commandé aux Câbleries et Tréfileries d'Angleur, 2000 mètres d'un câble d'acier spécial offrant une résistance à la traction de 7500 kg. pour un diamètre de 10 mm. Pour la pêche pélagique, le bateau possédait cinq chaluts de Pétersen avec planches. On y ajouta quatre grands filets de 3 mètres de diamètre et de 14 mètres de longueur en étamine grossière, six filets de soie à bluter d'un mètre de diamètre et six mètres de long, deux filets en soie fine de 0,30 mètre de diamètre et deux mètres de long. Quatre dragues, trois chaluts

à planches nouveaux furent achetés. L'œuvre royale l'« Ibis » nous prêta généreusement un chalut à crevettes comme réserve. 200 litres de formol et 200 litres d'alcool furent pris à bord, ainsi que le matériel nécessaire de verrerie et de récipients variés pour la conservation du matériel zoologique.

Les modifications à l'équipement nautique et les acquisitions d'instruments météorologiques furent payés par des fonds publics et des dons particuliers norvégiens. L'armement zoologique fut acheté par l'Université de Liège à l'exception des dragues et de deux chaluts qui furent acquis par l'armement de l'*Armauer Hansen*.

Grâce à ces divers arrangements, le bateau disposait pour notre croisière d'un équipement océanographique complet, lui permettant d'entreprendre toutes les recherches désirables d'hydrographie, de météorologie et de biologie marine.

Trois naturalistes étaient chargés d'assurer le travail scientifique : le professeur Bj. Helland-Hansen, directeur de l'Institut géophysique de Bergen, pour la partie hydrographique; Calwagen, directeur de l'Institut météorologique de Bergen pour la météorologie; nous-même pour la partie biologique. Ils étaient aidés d'un préparateur Aabrek, et d'un radio-télégraphiste Haugan, tous deux norvégiens. L'équipage norvégien se composait d'un capitaine M. Z. Bryn, professeur à l'école de navigation de Bergen; d'un second Synnes, conducteur habituel de l'*Armauer Hansen*; de deux machinistes, de deux matelots, d'un cuisinier et d'un mousse.

Comme ce personnel était réparti en deux postes, on conçoit que la manœuvre du bateau et de la machine, ainsi que l'emploi des nombreux appareils scientifiques exigeaient la coopération de tous les membres de la croisière à toutes les opérations.

L'*Armauer Hansen* quitta Bergen, le soir du 24 avril, et, après une traversée assez mouvementée de la Mer du Nord, arriva à Ostende, le matin du samedi 29 avril. Tandis que s'opérait la prise à bord de l'équipement zoologique liégeois et que s'exécutaient divers travaux de bord indispensables, nous eûmes, avec le professeur Bj. Helland-Hansen, une conférence, à Liège, pour examiner en détail le plan définitif du voyage.

Il était indispensable de fixer notre route en prenant en considération l'influence des vents dominants. En dehors de la côte du

Portugal règne normalement, en mai, un vent du Nord presque constant. Entre l'Espagne, le Maroc et Madère, nous pouvions compter sur les alizés du nord-est et au nord des Açores sur le vent d'ouest. Nous pouvions donc espérer utiliser la voile pendant la majeure partie du voyage et ainsi économiser dans une mesure notable le combustible et l'eau douce et par conséquent diminuer le nombre de nos escales.

En conséquence, les dates suivantes d'arrivée furent fixées : Lisbonne 15 mai ; Funchal, 5 juin ; Ponta Delgada, 15 juin. Le bateau devait rentrer à Ostende au début de juillet et être à Bergen le 10 juillet.

Ce programme a été rempli de la manière la plus ponctuelle.

L'*Armauer Hansen* demeura à Ostende jusqu'au matin du samedi 6 mai, où M. Olsen, vice-consul de Norvège, prêta son concours dévoué. Il trouva dans l'armement de l'œuvre royale l'« Ibis », une aide active et compétente pour les réparations et arrangements nouveaux nécessaires. Nous renouvelons ici notre gratitude à MM. Bultinck, inspecteur général de la marine, de Keyser, président, Bauwens, armateur, ainsi qu'au personnel dévoué de l'œuvre. La Société des Armateurs et l'Administration communale d'Ostende eurent l'aimable attention de recevoir les membres de l'expédition et nous firent l'honneur de visiter notre bateau dont la petitesse et les engins variés excitaient l'attention générale.

Sa Majesté le Roi Albert dont on connaît l'intérêt pour tout ce qui concerne les choses scientifiques et maritimes daigna nous exprimer ses souhaits pour la réussite de notre hardie entreprise. M. Hubert, ministre des Sciences et des Arts qui, dès le début, comme recteur de l'Université de Liège, avait vivement encouragé notre initiative, M. Neujean, ministre des chemins de fer, postes et télégraphes, nous exprimèrent également leurs souhaits de réussite.

Après avoir réparé le gouvernail qui avait été brisé pendant la tempête subie dans la Mer du Nord, et complété son armement, l'*Armauer Hansen* quitta Ostende le samedi 6 mai matin.

Il avait été décidé de considérer la traversée d'Ostende à Lisbonne comme une période d'essai et de mise au point de nos appareils. Il était également nécessaire de familiariser une partie de notre équipage avec la manœuvre des nombreux engins spéciaux dont l'usage lui était inconnu.

C'est à quoi furent consacrés les premiers jours et les stations 1 à 6. Nous étions particulièrement anxieux de savoir si le bateau pourrait traîner le grand filet pélagique de 3 mètres de diamètre et de 14 mètres de long que nous avions fait fabriquer à Liège. Construit en étamine grossière, il a des mailles très serrées et est destiné à la capture des organismes flottants. Il opère pendant la traction une résistance considérable et nous devons craindre que notre câble déjà usagé n'y pût résister ou que le moteur ne pût maintenir une vitesse suffisante. Ces deux craintes se montrèrent vaines. La mise à l'eau, le traînage et la rentrée se firent parfaitement et dès le premier essai, la capture de spécimens rares, Céphalopodes transparents ou garnis d'organes lumineux, Amphipodes de grande taille, Ostracodes gigantesques, Poissons lumineux, larves d'Anguille, nous firent bien augurer du travail ultérieur. Ce grand filet devint l'engin le plus fructueux de notre pêche pélagique. Il se démontra que nous pouvions utiliser simultanément cinq filets pélagiques étagés sur la longueur du même câble et maintenir à l'aide du moteur seul, une vitesse constante d'un nœud et demi à deux nœuds qui convenait parfaitement pour la pêche. Dès que l'occasion favorable s'en présenta nous essayâmes le lancement des cerfs-volants. Cette opération était considérée par plusieurs autorités comme impossible à bord d'un bateau aussi petit et d'une vitesse de déplacement réduite. Après un ou deux essais, nous avons réussi parfaitement à élever les cerfs-volants à plusieurs centaines de mètres et à obtenir des diagrammes complets.

D'autre part, le bateau s'était admirablement comporté tant durant les gros temps éprouvés à la sortie d'Ostende et à la côte portugaise que pendant le calme prolongé subi dans le canal de la Manche et pendant la traversée du Golfe de Gascogne. Nous avons pu maintenir une vitesse moyenne de plus de cinq nœuds et le moteur avait marché pendant plus de 6 jours sans discontinuer et sans le moindre raté, assurant tout le travail de la relève des engins comme celui de la navigation. Le personnel montrait le plus vif intérêt pour son travail et la plus grande bonne volonté.

Nous arrivâmes donc à Lisbonne le 15 mai matin, conformément au programme, pleinement rassurés sur l'avenir de notre croisière.

Pendant notre séjour dans la capitale portugaise, nous fûmes l'objet d'une attention continuelle de la part du chargé d'affaires norvégien M. Koren qui s'employa de toutes manières à rendre notre séjour fructueux. Avec son collègue, M. le comte de Lichterfelde, ambassadeur de Belgique il présenta le personnel scientifique de l'expédition à M. le Président de la République et au Gouvernement portugais qui avait manifesté le désir de recevoir officiellement l'*Armauer Hansen* pendant son séjour dans les eaux portugaises. La Société de Géographie de Lisbonne nous fit l'honneur de nous inviter à prendre la parole dans une conférence réunie spécialement à l'occasion de la présence de l'expédition belgo-norvégienne. Elle fut fixée au 19 mai. Le professeur Helland-Hansen y exposa en anglais quelques-uns des problèmes océanographiques et météorologiques qui faisaient l'objet de nos recherches. Sous le titre Océanographie et Pêcheries, nous avons illustré par des exemples tirés de nos travaux antérieurs, l'importance des recherches de biologie marine pour la compréhension et le développement des pêcheries modernes.

L'expérience acquise au cours de la première section de notre voyage nous avait démontré que le travail de la pêche comme celui de la navigation exigeaient une consommation forte d'eau douce, d'huile et de pétrole. Pour exécuter dans les eaux marocaines un travail suffisant, il était indispensable d'aborder et de renouveler nos provisions avant Madère et nous choisîmes Casablanca, dont le port devenu très important faisait espérer un ravitaillement facile.

En quittant le Tage, le matin du 20 mai, nous nous sommes rendus dans la Baie de Sétubal, connue de tous les zoologistes pour les nombreux poissons et Invertébrés remarquables que les pêcheurs y capturent grâce à leurs lignes de fond. Nous eûmes la chance de rencontrer et de visiter quelques barques occupées à placer ou à retirer leurs engins et dont la pêche consistait en requins et poissons ayant la couleur rouge ou argentée caractéristique des habitants de la descente continentale. Nous y exécutâmes également un dragage et un essai de pêche (st. 7 et 9.).

Il avait été décidé d'exécuter entre la côte d'Europe et d'Afrique deux sections de la côte jusqu'au Banc de Gettysburg ou de Goringe qui remonte jusqu'à environ 30 brasses sous les flots en dehors du Déroit de Gibraltar. Ce fut l'objet des stations 6 à 14.

Le travail y fut limité par un vent très violent et une mer houleuse et, à notre grand regret, nous dûmes suspendre tout travail zoologique pendant les journées du 24 et du 25 mai. Cependant, malgré la tempête, le travail hydrographique fut poursuivi sans interruption et quatre séries complètes de pêches pélagiques nous renseignèrent sur la faune flottante en dehors des côtes du Portugal et du Maroc.

Dès le début, nous avons pu constater l'avantage considérable que présente pour l'observation des animaux de surface un bâtiment peu élevé sur la mer. Pendant les périodes d'arrêt du bateau et même pendant la navigation, le naturaliste peut voir à loisir, reconnaître et souvent capturer les nombreux animaux flottants ou nageants. Cette observation directe est loin d'être inutile. Ce serait une erreur de croire que la capture par les filets puisse la remplacer jamais. Tout d'abord, de nombreux animaux ont une vitesse trop grande pour être saisis régulièrement. En second lieu, beaucoup de formes sont répandues trop sporadiquement pour que l'on puisse escompter les prendre à coup sûr. La confiance exagérée dans le pouvoir de capture de nos engins et dans l'uniformité de la répartition des animaux pélagiques n'a-t-elle pas conduit à des conceptions absolument erronées sur la productivité de l'océan et la méthode de la déterminer ?

La nuit, l'observation des animaux phosphorescents ou leur capture à la lumière électrique se font beaucoup plus aisément à bord d'une petite barque. Nous devons à ce moyen quelques-unes de nos captures les plus intéressantes.

Nous ne pouvons passer sous silence la constatation suivante, faite à la station 9 et renouvelée plusieurs fois dans la suite. Au cours de cette station, nous avons joui du spectacle d'une phosphorescence très vive. On sait que celle-ci est due aux animaux flottants variés qui s'illuminent sous l'influence des chocs. D'autres causes, comme l'action de réactifs chimiques ou le courant galvanique provoquent la même luminosité. Mais nous avons constaté en outre que la lumière d'une lampe électrique de 100 bougies suspendue au-dessus de l'eau, provoque immédiatement chez les animaux éclairés, une réponse, une réaction qui se manifeste par une brusque émission de lumière dont la durée dépasse notablement celle de la cause. Les méduses, les salpes, les radiolaires ainsi excités continuaient à briller pendant plusieurs minutes

et dérivaien le long du bateau comme des globes de feu. Cette observation mériterait d'être reprise dans un laboratoire maritime en vue de déterminer la nature des organismes capables de cette réaction, comme aussi le rôle biologique qu'elle joue dans la nature.

L'*Armauer Hansen* arriva à Casablanca, le samedi 27 mai et y demeura jusqu'au lundi matin. Il fut reçu avec une obligeance parfaite par les autorités françaises du port et par le consul de Norvège M. Tvedt. Il reçut également la visite de la mission française de pêche dirigée par M. Gruvel.

Les premiers jours suivants furent consacrés à des essais de pêche le long de la côte marocaine où, comme on le sait, nos chalutiers se rendent assez régulièrement. (st. 15 à 22). Ces expériences ont été systématiquement faites de 35 à 378 mètres de profondeur. Elle ont coûté la perte d'un chalut. Ceci n'est pas de nature à surprendre étant donné la nature variable et peu connue des fonds sur lesquels nous avons pêché. La quantité de poissons comestibles a été chaque fois peu considérable. Ils consistaient principalement en poissons plats. Par contre, ces expériences nous ont fourni des invertébrés intéressants et rares (Pennatules, Antipathaires, Éponges de grande taille).

Après avoir accompli l'un de nos objectifs à la côte marocaine, nous avons repris la pêche pélagique et nous nous sommes dirigés vers Madère.

Pour donner une idée exacte et succincte de notre travail, nous citerons l'extrait suivant du journal biologique. Il est de nature à démontrer mieux qu'une longue description l'effectivité des arrangements de l'*Armauer Hansen*. Il se rapporte à la station 24, exécutée le samedi 3 juin, par 33° 12' N. et 11° 17' W.

« Après avoir navigué à la voile toute la nuit, le moteur est mis en marche dès 6 heures du matin. La station débute à 7 heures par la prise d'échantillons d'eau depuis la surface jusqu'à 2000 m. Pendant ce temps, comme d'habitude, nous pêchons à la surface. Les Salpes sont extrêmement nombreuses. Une Velle rongée par un Glaucus nous indique une des raisons pour lesquelles nous ne rencontrons jusqu'ici que des exemplaires morts. Nous capturons aussi des Lépadés fixés sur des morceaux de pierre ponce en compagnie de Campanulaires et un Crabe pélagique qui nage ici à plus de 200 milles de la côte.

» A 9 1/2 heures commence la mise en ordre des engins pélagiques que deux hommes suffisent à mettre à l'eau. On immerge successivement un chalut pélagique et quatre filets d'un mètre de diamètre avec les longueurs de câbles suivantes : 2550, 1500, 1000, 500 et 350 mètres. Commencé à 9 h. 50, le lancement est terminé à 10 h. 50 ; le trainage des engins se fait à l'aide de la machine soutenue par la voile. Il dure deux heures et s'effectue à une vitesse de deux nœuds. La relève commencée à 13 heures est terminée à 15 heures.

» Immédiatement après la rentrée du dernier filet, on procède au lancement d'un cerf-volant. Pour cela le bateau navigue contre le vent et l'appareil monte jusque dans la région des nuages. La station est terminée à 19 heures.

» Pendant toute la durée de cette station, notre météorologiste s'est livré à des observations à la surface de la mer, sur le pont et dans la mâture et le radiotélégraphiste a reçu d'une manière continue les communications météorologiques des divers postes terrestres. »

Durant les premières journées de juin, nous avons subi l'effet d'un courant violent qui nous avait porté d'une manière persistante vers le sud-ouest, avec une vitesse qui, d'après les observations répétées du capitaine, dépassait notablement celle que les documents nautiques attribuent au courant des Canaries. De plus, au lieu du vent régulier de l'alizé du nord-est, nous avons un vent du nord-ouest ou même de l'ouest qui nous empêchait de gagner directement Madère. Au lieu de passer au nord de Deserta Grande, comme nous l'avions prévu, force nous fut donc de croiser au sud de Buggio, tout en usant largement du moteur et nous arrivâmes, à la date fixée du 5 juin, dans la rade de Funchal, ayant épuisé notre réserve de pétrole. Nous avons exécuté 7 stations complètes de pêche pélagique entre le Maroc et Madère. (St. 11, 15, 18, 20, 21, 23, 24 et 26).

L'*Armauer Hansen* séjourna dans la rade de Funchal jusqu'au jeudi 8 juin. Grâce à l'obligeance du consul de Belgique, M. C. de Bianchi, nous avons pu visiter les importantes collections zoologiques rassemblées au séminaire de la ville.

Entre Madère et les Açores, nous avons exécuté une section hydrographique et biologique complète (stations 27 à 33). Outre le travail ordinaire de pêche, nous avons expérimenté à deux

reprises le chalut à crevettes pour la pêche pélagique en eau profonde. Ces tentatives avaient pour but la capture d'animaux, poissons et céphalopodes qui échappent ordinairement par leur vitesse trop grande à nos engins. Le résultat de ces opérations est toujours quantitativement très restreint. Car, la dispersion des animaux dans le sein des masses océaniques est très grande. Mais la capture de spécimens de grande taille de poissons lumineux et de Céphalopodes rares montre que cette méthode mériterait d'être utilisée d'une manière systématique. A l'heure actuelle tous les renseignements sur les habitants de la faune profonde sont précieux. Il existe incontestablement un nombre important d'espèces qui nous demeurent inconnues par suite de la rapidité de leur natation. La région des Iles Açores que fréquentent les Grampus et les Cachalots, mangeurs de Céphalopodes, constitue certainement l'un des champs où pourrait être abordé avec le plus de chances de succès un essai de grand style dans cette voie.

Après avoir été retenu pendant quatre jours au voisinage de Madère, nous sommes entrés dans la zone des alizés et grâce à un vent favorable, nous avons pu réduire notablement le travail du moteur tout en gagnant rapidement les Açores. Le 14, nous passions au large de Santa Maria, et après une dernière pêche pélagique, nous sommes arrivés, comme le prévoyait notre programme, le 15 juin, à midi, à San Miguel, la plus importante des îles orientales des Açores.

Nous y fûmes reçus au nom du gouvernement portugais par M. le colonel Chaves, directeur des institutions météorologiques des Açores. Cet aimable savant est le meilleur connaisseur de l'histoire naturelle de cet archipel, qui à tous les points de vue occupe une situation unique.

Placé au milieu de l'Océan Atlantique, il est un centre de pression barométrique qui influe considérablement sur le climat de l'Europe. Par sa nature volcanique, par sa faune marine exceptionnellement riche, par sa flore admirable, il constitue un champ merveilleux d'études que nous étions particulièrement heureux de parcourir sous la conduite d'un savant qui réunit à un degré rare les connaissances les plus variées. Tandis que l'*Armanier Hansen* se ravitaillait en vue de la longue traversée des Açores à Ostende, nous avons visité San Miguel, les sources d'eau chaudes de Furnas et le cratère éteint de Sete Citades.

Nous eûmes aussi le plaisir de rencontrer le *Dana* qui, sous les ordres de notre collègue et ami J. Schmidt, terminait en ce moment une longue croisière dans l'Atlantique. On sait que ce savant danois s'est tout spécialement occupé de l'étude de la biologie de l'Anguille. Au cours de son dernier voyage, il a démontré que ce poisson se reproduit dans les parages des Iles Bahama et ce fut pour nous une satisfaction spéciale d'entendre de sa bouche, à bord de son magnifique bateau, les résultats principaux de cette expédition océanographique, l'une des plus importantes de l'époque moderne. La présence dans le port en ce moment désert de Ponta Delgada de deux explorations marines était une occasion favorable de comparaison entre les méthodes et les résultats obtenus et nous conservons un souvenir inoubliable de la réception particulièrement cordiale qui nous fut accordée par nos collègues danois.

Le voyage de retour devait mettre à l'épreuve les qualités de notre petit voilier. Car nous devons gagner Ostende sans escale, dans un temps déterminé. Il fut nécessaire de rationner la dépense en eau, huile et pétrole afin d'assurer le travail du moteur. Nous avons quitté Ponta Delgada le dimanche 18 juin, à 8 heures du matin, nous dirigeant d'abord vers le nord pour user le plus largement possible du vent favorable. La traversée se fit rapidement et facilement.

Ces régions sont le siège d'une vie animale exceptionnellement abondante. Nous en eûmes la preuve dans le spectacle inoubliable des nuits du 20, 21 et 22 juin. La phosphorescence était extraordinairement vive, et nous retint pendant de longues heures sur le pont. « Le bateau laisse derrière lui un sillage de feu. La vague roule d'innombrables globes brillants d'une lumière tranquille. La proue fait fuir des bandes de petits poissons qui s'élancent en traçant des traits de lumière. Par moment, c'est un véritable feu d'artifice. Des poissons plus gros, vraisemblablement de la famille du thon, leur font une chasse active. Mais, de l'horizon, arrivent, lancés comme des torpilles, des dauphins. Un sillage lumineux les accompagne. Leur corps se dessine dans tous ses détails tandis que nageant devant l'étrave, ils se livrent à des bonds et retombent dans l'eau qui se soulève en gerbes. Leur museau pointu, le fuseau harmonieux et lisse de leur corps, leurs nageoires pectorales aiguës qui barrent l'eau à chaque

virage, leur queue horizontale soulevant, comme une hélice rapide, de gros bouillons d'eau lumineuse sont tracés en contours de feu... Après nous avoir accompagnés pendant un temps plus ou moins long, la bande nous quitte et se perd dans la nuit. »

A cause de la longueur du trajet, le travail de pêche pélagique ne fut exécuté que tous les deux jours, tandis que nous avons pris une station hydrographique journalière (st. 36 à 46). Le 29 juin, nous prenions notre dernière série de températures et d'échantillons d'eau au voisinage immédiat de l'endroit où nous avions, le 8 mai, exécuté notre première station.

Dans la dernière partie du voyage, nous avons été gratifiés d'un vent d'ouest très violent. La traversée du Canal se fit à une allure qui atteignit et dépassa même dix nœuds. Nous gagnâmes ainsi deux jours sur nos prévisions et, le 3 juillet matin, nous entrons à Ostende. L'*Armauer Hansen* fut de retour à Bergen le 12 juillet, ayant parcouru de la manière la plus heureuse plus de 5500 milles marins et accompli intégralement le programme que nous nous étions tracé.

Cette distance représente près de deux fois la traversée de l'Atlantique de Brest à New-York. La prestation de notre petit bateau est donc remarquable au point de vue nautique.

Durant ce trajet, ses qualités et l'endurance de l'équipage ont été plusieurs fois mises à une rude épreuve.

La première traversée de la Mer du Nord se fit par un mauvais temps qui dégénéra en véritable tempête à la hauteur du Dogger-Bank. Le jeudi 27 avril, à 6 heures du matin, tout le monde fut appelé sur le pont. La barre du gouvernail était brisée. Le bateau dérivait sans direction. La situation pouvait devenir grave. Heureusement, on se trouvait loin de tout rivage. Grâce aux efforts combinés de tout l'équipage, il fut possible, après trois heures de dur travail, d'assujettir la barre d'une manière provisoire et l'on put gagner Ostende où le timon fut réparé par soudure électrique.

Cette réparation résista aux mauvais temps éprouvés dans l'Atlantique et dans la Manche. Nous avons pu alors constater de quelle manière admirable l'*Armauer Hansen* se comporte par rapport à la vague. Par les mers les plus houleuses, pas une lame ne vint mouiller le pont sur lequel le travail scientifique se poursuivait à l'ordinaire.

Mais, durant le voyage de retour, le bateau fut saisi par la forte tempête du 9 au 11 juillet. La barre cassa de nouveau au niveau de la soudure. Cette fois, la situation était plus séieuse. La mer était démontée. Le bateau roulait très fort. Malgré tout, le dégât fut de nouveau réparé et l'*Armauer Hansen* put continuer sa route à la voile, passant le lendemain pendant plusieurs heures au milieu de planches et d'épaves provenant de bateaux dont le pont avait été balayé par la tempête.

Ces incidents mettent en relief les admirables qualités nautiques de l'*Armauer Hansen*. Nous pouvons assurer que notre croisière n'a comporté aucun risque spécial. Tout le temps, nous avons connu un sentiment de sécurité parfaite qu'augmentait encore la science du capitaine et le dévouement de l'équipage.

Le capitaine Z. Bryn est l'un des meilleurs marins d'un pays où il y en a tant d'excellents. Sportman distingué, il unit à une longue pratique, la science la plus complète des questions nautiques, qu'il enseigne à l'Ecole de Navigation de Bergen. C'est à lui qu'est due pour une bonne part la réussite exceptionnelle de la croisière. Il n'est point de jour où il n'ait fixé la position exacte du bateau par des observations astronomiques répétées à cinq, six ou sept moments différents de la journée, au point que notre journal de bord peut être utilement employé pour la détermination des courants maritimes. Presque journellement, il a procédé à la correction du compas, susceptible d'être influencé par le déplacement des engins métalliques à bord. Grâce à cette navigation entièrement scientifique, il nous a conduit ponctuellement et pour ainsi dire à heure fixe à chacune de nos stations d'observation. Ajoutons que le capitaine Bryn a contribué énormément au charme du voyage par l'intérêt qu'il a pris à tous nos travaux et la bonne volonté pleine de bonne humeur avec laquelle il y prenait part.

Le personnel de la machine mérite également les plus grands éloges. Chacun des deux mécaniciens avait, pendant ses douze heures journalières de service dans la machine, une vie particulièrement dure. Ayant à assurer la marche du moteur, soit pour la navigation, soit pour le travail de relève des engins, ainsi que celle de la dynamo qui alimentait les accumulateurs pour l'éclairage électrique du bord et la T. S. F., leur rôle était capital. Une panne de moteur eut pu causer la perte d'engins de grande

valeur et compromettre le succès du voyage. Nous n'en avons connu aucune.

Quant à nos marins, ils se trouvaient dans des conditions de travail particulièrement difficiles. Chaque bordée ne comportait que deux hommes, capitaine compris. Pour chacun, il n'y avait pas un moment des douze heures qu'il passait sur le pont qui ne fut pleinement occupé par les soins de la navigation, l'établissement des voiles, l'appareillage et la réparation des engins, leur maniement souvent simultané, travaux que venaient encore interrompre, de nuit et de jour, les observations périodiques faites d'heure en heure. Cette besogne était pour une bonne part nouvelle pour la plupart de nos compagnons et elle devait s'exécuter sur un pont étroit, encombré par les provisions d'une longue croisière et une foule d'appareils souvent délicats : cerfs-volants, microscopes, verrerie. Nos matelots ont montré une compréhension parfaite du caractère sérieux et élevé de notre entreprise. Il n'est pas d'effort qu'ils n'aient accompli avec une entière bonne volonté.

Au sentiment de sécurité et à la satisfaction du travail ponctuellement accompli, s'ajoutait, pour chacun de nous, la sensation très vive de former au milieu de l'Océan un petit centre scientifique actif. Le laboratoire du bord mesure trois mètres de long sur cinq mètres de large. Cet espace restreint constituait à la fois un institut hydrographique, un bureau météorologique, une station radiotélégraphique, une chambre des cartes et un laboratoire zoologique complets. Il était en même temps la chambre à coucher de deux membres de l'expédition. Souvent, cinq personnes y travaillaient d'une manière simultanée à leur place respective. La grande table était partagée entre les appareils d'analyse pour le titrage de l'eau de mer, les cartes marines, et la section météorologique, dont les nombreux instruments étaient suspendus au plafond. La zoologie avait son coin réservé, tandis que la T. S. F. couvrait dans un autre angle une table mesurant à peine un demi-mètre carré de surface. On aura, par cet exemple, une idée de l'utilisation intensive de tous les espaces disponibles à bord de ce bateau merveilleusement étudié. La concentration des diverses disciplines invitait à un échange continu d'idées et à une discussion très stimulante des résultats obtenus. La sensation d'exécuter en commun un travail exceptionnellement

intéressant nous a fait trouver une joie profonde dans une vie d'où le luxe était banni et dans des conditions d'existence que certains eussent jugées dénuées de confort. Aussi, la cordialité et la bonne humeur n'ont cessé de régner parmi nous. Notre vie de travail a été éclairée par les rayons de l'amitié.

Nous n'avions d'ailleurs à aucun moment l'impression de l'isolement. Tandis que nous traversions des régions presque désertes de l'océan, la T. S. F. nous apportait à tout instant des nouvelles venues de tous les points de l'horizon. Successivement, nous entrions en communication avec les villes principales d'Europe et d'Amérique ou avec des vapeurs circulant entre les deux continents. Nous suivions le développement du climat dans les endroits où se trouvaient ceux qui nous étaient chers. Nous pouvions recevoir les principales nouvelles de presse. Nous avions la sensation d'être au centre des relations mondiales. Il y avait aussi quelque chose d'émotionnant dans ces appels journaliers lancés à travers l'espace et que les postes radiotélégraphiques ont pu recevoir, qui étaient adressés au petit *Armauer Hansen*, en ce moment isolé et perdu au milieu de l'Atlantique.

Le moment n'est pas encore venu pour exposer en détail les résultats scientifiques de cette croisière. Ils seront publiés dans une série de travaux dont la préparation est déjà entamée, tant à Bergen qu'à Liège. On comprendra que nous devons nous borner ici à mettre en évidence les problèmes qui nous ont préoccupés et établir la contribution que nous avons apportée à leur solution.

Il en est un, cependant, d'ordre méthodique, que nous devons relever spécialement parce qu'il a, croyons-nous, une importance particulière pour l'organisation des recherches océanographiques modernes. Celles-ci coûtent, on le sait, extrêmement cher. Elles nécessitent en effet des bâtiments de haute mer. On a généralement employé jusqu'à présent soit des bateaux à voile de fort tonnage avec moteur auxiliaire à vapeur, soit des bateaux à vapeur, du type des chalutiers. Ces bateaux requièrent un personnel relativement nombreux et leurs frais d'entretien et d'exploitation sont fort élevés. Depuis la guerre, ces dépenses se sont augmentées au point qu'en beaucoup de pays, on a supprimé ou diminué le travail scientifique d'exploration marine qui, avant 1914, était poussé avec intensité.

L'expérience qui a été faite au cours de notre croisière, où des recherches intensives et simultanées portant sur l'océanographie physique, la météorologie et la biologie marine ont pu être poursuivies d'une manière continue avec l'aide d'un personnel réduit à bord d'un bateau de faible tonnage, est de nature à ouvrir une ère nouvelle à l'exploration marine. Par la longueur du parcours, par la nature et par les dimensions des appareils employés, par leur variété, la campagne de 1922 de l'*Armauer Hansen* peut soutenir la comparaison avec n'importe quelle croisière océanographique antérieure.

Ce type de bateau à voile avec moteur auxiliaire à pétrole constitue actuellement l'engin scientifique de haute mer le moins onéreux qui existe. Entre les mains d'un personnel expérimenté il peut satisfaire aux exigences les plus variées et son champ d'action est pour ainsi dire illimité. Avec des modifications adéquates, il peut convenir dans les mers les plus diverses.

L'exposé que nous allons faire des problèmes biologiques, hydrographiques, météorologiques, abordés au cours de cette croisière, montrera encore mieux l'étendue des questions qu'il leur permet d'aborder.

Le matériel zoologique récolté au cours de notre croisière, est exceptionnellement considérable. Tous les groupes caractéristiques de la faune pélagique y sont abondamment représentés. Il est prématuré de dire dans quelle mesure il contient des formes nouvelles pour la science. Les espèces considérées comme rares y sont nombreuses. Citons quelques captures particulièrement intéressantes. Les poissons lumineux ont été pêchés par milliers. Ce sont, en général, des formes de petite taille (Stomiidae, Sternoptychidae, Scopelidae et Ceratiidae) parmi lesquels les Cyclothone et les Argyropelecus se font remarquer par leur extraordinaire abondance. Ils sont peut être les poissons répandus avec le plus de profusion dans l'Océan. Nous avons réussi à capturer quelques individus de belle taille, par exemple un Stomias de près de 30 cm. et un Opisthoproctus de 14 cm. qui se placent parmi les plus grands spécimens connus. Toutes ces formes argentées ou noires, d'aspect bizarre, sont pourvues d'organes lumineux et leurs yeux sont profondément modifiés. Ce sont des formes de pénombre. Elles vivent dans les régions intermédiaires où ne pénètre qu'une

lumière diffuse. Par contre, on doit considérer comme appartenant à la faune de surface les Leptocéphales ou larves d'Anguilles, tout à fait transparentes, dont nous avons capturé un certain nombre appartenant à plusieurs espèces.

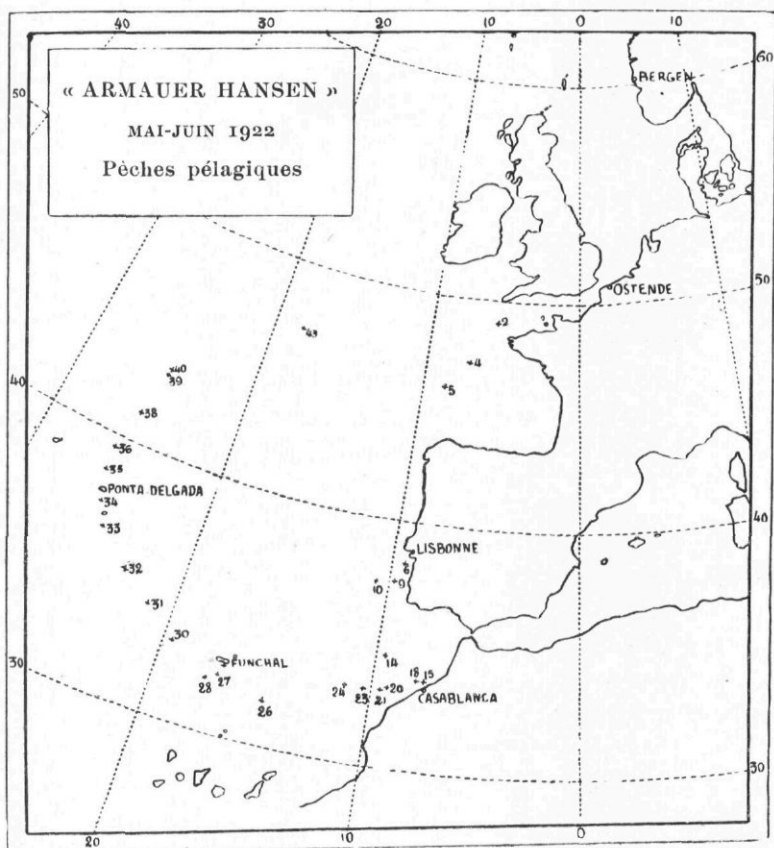


FIG. 1.

Nos engins pélagiques ont retiré des profondeurs de nombreux Céphalopodes qui tous sont extraordinaires. Les uns ont un manteau transparent, d'autres sont noirs ou bruns. Certains ont les yeux portés sur de longs pédoncules ou sont garnis d'organes phosphorescents. Signalons la capture d'une jeune Spirule, genre considéré comme une rareté zoologique et dont l'intérêt est

considérable à cause de la présence d'une coquille enroulée en spirale rappelant celle des Ammonites fossiles.

Le grand filet pélagique a rapporté des centaines de Crevettes prouvant la présence dans les grandes profondeurs d'abondants Crustacés. Certaines d'entre elles sont parmi les plus grandes connues. Elle possèdent une couleur rouge éclatante qui est caractéristique des organismes bathypélagiques. Des Ostracodes géants rouges, bruns ou noirs, des Hypérides énormes et diaphanes considérés comme rarissimes ont été récoltés en grand nombre. Certaines pêches ont rapporté à elles seules plusieurs litres de Pteropodes. Il serait difficile de dénombrer les Tuniciers, les Schizopodes, les Copépodes, les Hétéropodes, les Chaetognates, les Méduses, les Siphonophores, les Radiolaires qui forment le gros de ces captures.

Ce matériel est actuellement soumis au triage et sa détermination sera terminée dans le cours de l'hiver prochain. Nous espérons faire de chaque groupe une étude particulière, en nous plaçant à deux points de vue qui n'ont cessé de nous préoccuper durant tout le cours du voyage.

En premier lieu, nos essais donnent une bonne idée de la répartition des organismes pélagiques. Les pêches répétées à chaque station ont retiré des mêmes profondeurs des captures identiques indiquant avec certitude le niveau normal auquel se tiennent les espèces les plus fréquentes. Elles fourniront par conséquent une contribution importante à la question de la distribution horizontale et verticale des organismes flottants.

D'autre part, nous avons apporté un soin particulier à trier dans chaque pêche, les organismes les plus caractéristiques et à les conserver en vue d'études anatomiques. Par là, a été accumulé un important matériel pour l'étude des adaptations. La communauté animale désignée sous le nom de plancton est l'une des plus spécialisée. Ces organismes qui, durant toute leur existence, se maintiennent flottants dans le sein de l'eau, présentent des modifications d'aspect, de couleur et de structure qui les distinguent immédiatement de leurs congénères du fond. Presque tous montrent une simplification de structure qui est en relation avec les conditions uniformes de leur existence. Ils constituent un exemple particulièrement évident de l'adaptation au milieu et posent au biologiste une foule de problèmes généraux.

Nous pouvons être très brefs relativement aux observations hydrographiques spéciales. La région parcourue présente un intérêt particulier au point de vue de la répartition des eaux océaniques amenées par le Gulf-stream vers les côtes d'Europe et dont une branche, dérivée vers le sud, coule le long du littoral de la France, de l'Espagne et du Portugal. On sait qu'une partie de ces eaux, passant par le Détroit de Gibraltar sous la forme d'un courant de surface, alimente le Bassin de la Méditerranée, mer presque fermée et soumise à une évaporation intense. D'autre part, l'Atlantique reçoit de la Méditerranée, sous la forme d'un courant de fond, un apport d'eau relativement salée et chaude, dont l'influence est encore mal définie. Par des méthodes nouvelles, M. le professeur Bj. Helland-Hansen a montré qu'il est possible de caractériser ces eaux d'origine méditerranéenne, par rapport aux eaux du bassin profond de l'Atlantique.

Au cours de notre voyage, nous avons pris 40 séries d'observations relatives à la température, la salinité et la densité de l'eau depuis la surface jusqu'à 2000 mètres, ainsi que de nombreux échantillons pour la détermination de la quantité d'oxygène. Toutes les deux heures, un échantillon d'eau était recueilli pour la détermination de la salinité et de la température à la surface. Près de 1000 observations ont été ainsi rassemblées. Tout ce matériel a été déterminé à bord par titrage et les résultats de l'analyse établie sous forme de tables et de graphiques avant le retour à Ostende.

Cet abondant matériel hydrographique ajouté à celui des croisières de l'*Armauer Hansen*, du *Michael Sars* et d'autres expéditions antérieures permettra de définir d'une manière plus exacte l'aire de distribution des eaux de diverses origines, la direction des courants, leur influence et leurs variations.

A côté de ce travail hydrographique, se plaçait pour nous un autre problème général moins étudié : celui des relations d'échange entre l'océan aqueux et l'océan atmosphérique.

On sait qu'en règle générale, dans l'Atlantique N., l'océan a une température plus élevée que l'air. Habituellement, celui-ci se réchauffe par conséquent au contact de l'océan, tend à monter, tout en emportant de la vapeur d'eau. Cette humidité se condense tôt ou tard et donne naissance aux nuages ; elle retombera sous forme de pluie en des endroits souvent fort éloignés de son lieu

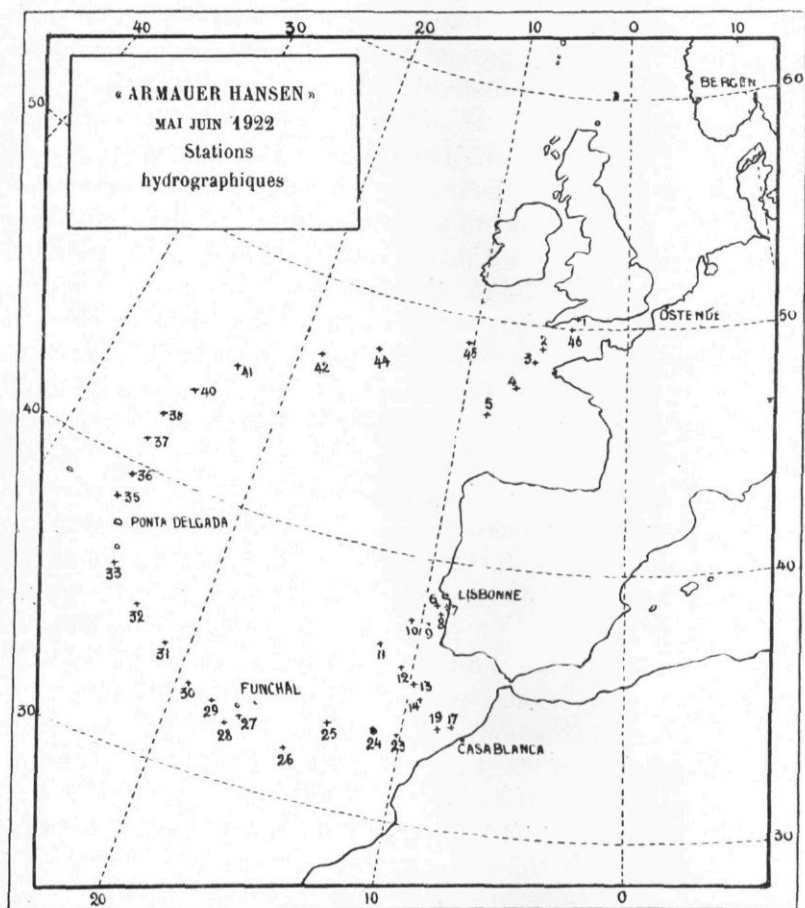


FIG. 2.

d'origine. Ainsi, au point de vue climatologique, l'océan qui recouvre les $\frac{3}{4}$ de la surface du globe, joue dans l'ensemble un rôle beaucoup plus important que les continents.

Nous prendrons un exemple pour illustrer ces problèmes. Une poussée des masses d'air froid provenant des régions arctiques, s'avance au-dessus de l'Océan Atlantique. Etant au contact de la surface plus chaude de l'Océan, la couche inférieure d'air s'échauffe et par conséquent devient plus légère que l'air des régions un peu plus élevées. Si le courant est quelque peu rapide

et se fait sentir sous la forme de vent, il en résulte un tourbillon. L'air réchauffé monte et est remplacé par l'air plus froid et plus pesant avec lequel il se mélange. Aussi le réchauffement et l'augmentation du degré hygroskopique atteindront rapidement un niveau où se produira la condensation sous forme de nuages ; ils s'établira peu à peu une répartition de la température qui correspondra dans la direction verticale à la pression atmosphérique : nous obtiendrons ce que l'on appelle la répartition adiabatique de la température. Elle est caractérisée par une diminution de température de 1° par 100 mètres d'altitude.

Tout autre est l'effet du contact de l'Océan avec des masses d'air provenant des régions chaudes du globe. Celles-ci, plus chaudes, se refroidissent. Mais par le refroidissement de la couche inférieure, l'air devient plus pesant, plus stable, et la stratification de l'atmosphère s'accroît. La déperdition de chaleur ne se fait donc pas sentir si haut ni si rapidement, à moins que l'air ne soit brassé par un vent violent.

A cause de sa grande capacité calorifique et de sa densité, un mètre cube d'eau contient une quantité de chaleur énormément plus grande qu'un mètre cube d'air. La différence est si grande que la quantité de chaleur qu'un mètre cube d'eau de mer peut céder en se refroidissant d'un degré, élève d'une quantité égale 3300 m^3 d'air. Ou, pour prendre un exemple plus concret, qui répond à peu près aux constatations faites au cours de certaines de nos observations : l'air peut être réchauffé en moyenne de 2 degrés depuis la surface de l'océan jusqu'à 330 mètres de hauteur, par le contact avec l'eau sans que la température de celle-ci s'abaisse de plus d'un centième de degré depuis la surface jusqu'à 20 m. Une modification insignifiante de la température de l'eau répond par conséquent à un changement très appréciable de la température de l'air.

L'air froid provenant des régions arctiques en se déplaçant vers le sud au-dessus de l'Océan Atlantique, pourra par conséquent être réchauffé très fort sans que l'Océan se refroidisse d'une manière importante. Le 12 mai après-midi, tandis que l'*Armauer Hansen* se trouvait dans le Golfe de Gascogne, le vent se mit à souffler du Nord. En même temps, la température tomba à $13^{\circ}2 \text{ C.}$, c'est-à-dire à $0,8^{\circ}$ de moins que celle de l'eau de surface. Cette masse d'air a pu être suivie, grâce aux télégrammes météoro-

logiques. Elle provenait des régions du nord. A peu près 70 heures auparavant, elle avait passé Jan Mayen. Elle avait alors une température de -4° C. Dans son trajet au-dessus de l'Océan plus chaud, elle s'était par conséquent réchauffée de 17° C. et avait pris une température qui se rapprochait de celle de l'eau de surface sans jamais l'atteindre complètement.

Une grande partie des masses d'air qui abordent le continent européen vient des régions arctiques et a circulé sur un océan relativement chaud. En un temps très court, elles se sont donc réchauffées.

Par le refroidissement de l'océan lorsqu'il cède sa chaleur à l'atmosphère, l'eau de surface devient plus pesante. Il en résulte une circulation verticale à l'intérieur des masses aqueuses. Si l'eau a une composition uniforme jusqu'à des profondeurs considérables, ce brassage intéressera des couches très profondes. Dans ce cas, une masse d'eau très épaisse participe au réchauffement de l'atmosphère et la température de l'eau ne se modifie pas beaucoup. Il n'en est pas de même lorsqu'il existe à la surface une couche d'eau relativement mince, dont la salinité est peu élevée et dont la densité est par conséquent basse, comme c'est le cas dans les eaux côtières et dans la Mer du Nord. Alors la circulation verticale est arrêtée, elle n'intéresse que la couche superficielle dont la température peut s'abaisser considérablement.

Aussi les changements de température de la surface de l'Océan et leur importance pour l'atmosphère dépendent en dernière analyse des conditions réalisées dans le sein des masses d'eau. Pour en connaître le mécanisme, il est indispensable de faire des observations sur la distribution de la température, de la salinité et de la densité de l'océan, en même temps que des mensurations de la température à divers niveaux dans l'atmosphère.

Le graphique ci-contre (fig. 3) montre à titre d'exemple, la température de l'eau jusqu'à 2000 mètres de profondeur et de l'air jusqu'à 700 mètres d'altitude à la station 28 de la croisière de l'*Armauer Hansen*.

C'est à ce travail simultané que nous nous sommes appliqués. Par les recherches hydrographiques exécutées à chacune des 40 stations et par les observations de surface, la distribution de la température, de la salinité et de la densité de l'eau nous est connue dans toute l'étendue de notre croisière. A chacune de ces 40 sta-

tions, des mensurations de la température de l'air, de son degré hygrométriques, la de vitesse du vent, de la pression barométrique, ont été faites à des niveaux variés sur le pont et à diverses hauteurs dans la mâture. Aussi souvent que l'état de la mer l'a permis, les mensurations ont été faites au niveau même de la surface dans une barquette. Pour atteindre les couches élevées de l'atmosphère, vous avons utilisé des cerfs-volants munis d'appareils enregistreurs. Huit lancements ont été réussis. En outre, à chaque heure de nuit et de jour, pendant la traversée, nous avons noté la température de l'eau de surface et déterminé en même temps la température de l'air, son humidité, la vitesse du vent et sa direction, la nébulosité. Environ 1000 séries d'observations ont été ainsi recueillies.

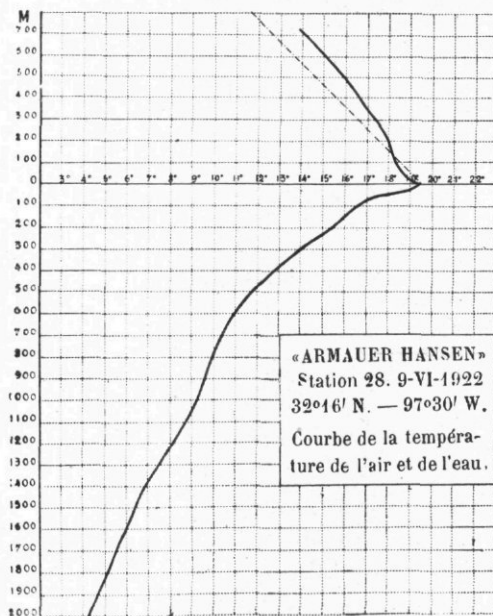


FIG. 3.

D'autres méthodes peuvent encore être mises à contribution pour caractériser l'origine des masses aériennes. L'air provenant des régions arctiques contient, aussi longtemps qu'il circule sur l'océan, une proportion très faible de poussières et de particules microscopiques, qui constituent les noyaux de condensation des gouttes de pluie. Après une tempête ou lorsque la mer est très agitée, l'air primitivement pur, se charge de fins cristaux de sel qui peuvent être enlevés à des hauteurs considérables. L'air qui a circulé sur les continents contient de son côté une foule de noyaux de condensation. Ce sont des particules organiques ou inorganiques enlevées pendant le passage de l'air sur la terre ferme.

A l'aide de méthodes qui ont été élaborées par A. Tveten, on peut faire une détermination microanalytique des constituants

solides contenus dans les gouttes de pluie. En laissant tomber quelques gouttes sur des plaques de métal ou de verre préalablement nettoyées, et en évaporant l'eau, on obtient des préparations qui peuvent être conservées et analysées dans la suite. Elles permettent de déterminer la nature des noyaux de condensation et, dans certains cas, l'origine des couches d'air dans lesquelles la pluie s'est formée.

Nous avons déterminé aussi souvent que possible le nombre des centres de condensation et à chaque chute d'eau des préparations de gouttes de pluie ont été conservées.

Le matériel ainsi recueilli est donc très considérable. La première analyse qui en a été faite à bord permet d'affirmer qu'il y a lieu d'en attendre des résultats intéressants.

La présence d'un appareil récepteur de radiotélégraphie nous a permis de recevoir d'une manière continue les télégrammes météorologiques et d'organiser un service de prévision du temps. Nous avons écouté les télégrammes envoyés journellement de Paris (Tour Eiffel) et de Königswurthausen. Ces stations expédient trois fois par jour et à heures fixes, des télégrammes collectifs contenant les observations météorologiques faites par un grand nombre de stations distribuées dans toute l'Europe.

Pendant toute la durée de la croisière, Königswurthausen envoya en outre des communications spéciales adressées à l'*Armauer Hansen* relativement aux observations d'un certain nombre de stations norvégiennes particulièrement importantes : Jan Mayen, Spitzbergen, et l'Ile aux Ours. Enfin, nous avons reçu des télégrammes de Londres (Air Ministry) pour les Iles Britanniques, de Carabanchel pour l'Espagne. Quant aux observations faites à bord des bateaux, le service anglais Air Ministry réexpédie les télégrammes des bateaux anglais. Un certain nombre de télégrammes envoyés par d'autres navires nous parvinrent directement.

Notre radiotélégraphiste reçut ces télégrammes à partir de 7 heures du matin jusqu'à 10 heures du soir. La réception fut parfaite tout le temps, sauf en cas de perturbations atmosphériques.

Grâce à ces documents, il fut possible durant tout le cours du



FIG. 4.

voyage de dresser deux fois par jour la carte du temps et d'inscrire dans le journal une prognose. La carte ci-contre montre à titre d'exemple les stations météorologiques d'où nous avons reçu directement ou indirectement des données le matin du 5 juin. L'*Armauer Hansen* se trouvait alors au sud-est de Madère au point le plus méridional de sa course. Comme on le voit, le réseau d'observations s'étend du Spitzbergen jusqu'au nord de l'Afrique, et des Açores jusqu'à la Grèce, la Russie, la Finlande. Il est prolongé par les communications de deux bateaux traversant ce jour l'Atlantique. L'*Armauer Hansen*, dont la position est marquée sur la carte par une croix, se trouvait alors à la périphérie de ce vaste domaine ; il reçut toutes ces communications sans difficultés. La carte n'est pas la plus complète que nous possédons. Nous avons reçu souvent un nombre beaucoup plus important de communications.

Nous avons donc fait une expérience systématique de grand style et déterminé dans quelle mesure un bateau circulant entre l'Europe et l'Amérique peut être informé des conditions météorologiques et prévoir les modifications du temps dans un avenir prochain.

Par le développement de la radiotélégraphie, les limites pour l'échange de communications sont pratiquement disparues. Même à bord d'un petit bateau comme l'*Armauer Hansen*, il est possible de recevoir des rapports sur les conditions réalisées à des milliers de kilomètres de distance dans toutes les directions. A l'heure actuelle, ce n'est plus une question technique, mais un problème d'organisation de savoir quand un bateau traversant l'Atlantique pourra être renseigné complètement sur les conditions climatiques et leur développement sur toute l'étendue de l'Amérique du Nord, de l'Atlantique Nord, de l'Europe et du Nord de l'Afrique, et se faire une opinion justifiée sur le temps que le bateau rencontrera non seulement dans les premières heures suivantes, mais dans plusieurs jours.

Pour obtenir ce résultat, les communications météorologiques doivent être organisées mieux qu'elles ne le sont à l'heure actuelle.

Pour l'Europe, tel qu'il est, le service est effectif. C'est ce que démontre notre expédition. Pendant la dernière partie de notre voyage, Paris a expédié des télégrammes collectifs relatifs à la pression et au vent pour une série de stations météorologiques

de l'Amérique du Nord. Si ces communications étaient complétées par des données relatives à la température de l'air, la nébulosité et la pluie, les renseignements américains pourraient être inscrits dans les cartes de la même manière que ceux d'Europe.

Mais, il serait encore beaucoup plus important que les communications des navires soient organisées. A l'heure actuelle, nous savons très peu de chose relativement au développement du climat sur l'Océan, qui en est cependant l'un des facteurs primordiaux. Cette lacune pourrait très facilement être comblée. Chaque jour un grand nombre de bateaux pourvus de la T. S. F. traversent l'Océan Atlantique entre l'Europe et l'Amérique. Beaucoup d'entre eux font déjà les observations qu'exige le service du temps. Pour que ces constatations servent au bénéfice commun et obtiennent toute leur valeur, il conviendrait qu'elles soient communiquées à une station radiotélégraphique chargée spécialement de les collationner et de les réexpédier à heure fixe, sous la forme d'un télégramme collectif, comme cela a lieu actuellement pour les postes météorologiques terrestres. Ces télégrammes collectifs seraient reçus sans difficulté soit par les postes terrestres privés ou officiels, soit par les bateaux pourvus de la T. S. F. Ils auraient une importance capitale aussi bien pour la prévision du temps dans les pays européens que pour la navigation.

Nous avons tout lieu de penser que l'expérience tentée par l'*Armauer Hansen* aura une répercussion heureuse pour l'organisation des services météorologiques.

Cet exposé du voyage exécuté pendant les mois de mai et juin 1922 par l'*Armauer Hansen* et des problèmes qui ont été l'objet de nos recherches aura sans doute montré l'importance du travail accompli, grâce à la subvention accordée par l'Université de Liège, à qui revient le mérite de cette initiative. En terminant ce rapport, nous nous faisons un devoir d'exprimer à la Commission du Patrimoine universitaire notre gratitude pour la confiance qu'elle nous a montrée en nous accordant le premier subside important qu'elle a prélevé sur ses fonds pour l'exécution d'un projet scientifique de grande allure. Puisse-t-elle trouver dans ce rapport et dans les mémoires qui lui feront suite, ainsi que dans les importantes collections qui ont enrichi l'Institut Ed. Van

Beneden, la preuve que nous avons fait tout ce qui était en notre pouvoir pour en tirer un résultat satisfaisant.

Notre gratitude se porte à un titre égal vers notre cher collègue et ami Bj. Helland-Hansen. Il a droit à la reconnaissance de l'Université de Liège. En mettant à notre disposition, pour cette croisière, le merveilleux bateau qui a été construit suivant ses plans et dont il a la disposition, il a permis de réaliser une entreprise qui paraissait hors de notre portée. De plus, par les sacrifices importants que l'Institut géophysique de Bergen a faits pour notre croisière, il a donné à celle-ci une ampleur hors de comparaison avec les moyens modestes dont nous disposions. Son habileté organisatrice, le charme de sa personnalité ont infusé à chacun des collaborateurs marins ou naturalistes un égal esprit de dévouement.

La collaboration internationale est trop souvent un thème à simple dissertation académique pour que notre pays et notre Université ne soient point profondément touchés d'un acte de vraie entr'aide scientifique.

La croisière décidée par l'Université de Liège est une des premières manifestations extérieures de sa volonté d'étendre ses recherches. Nous savons que l'aide que nous a donnée notre ami norvégien trouve sa source dans la sympathie qu'il professe pour la Belgique ruinée par la guerre. Puisse ce travail commun unir dans un même idéal la Belgique et son pays et tout spécialement l'Université de Liège et l'Institut qu'il dirige si brillamment !

Liste 1 : Stations hydrographiques

Station	Date	Situation	
		Nord	Ouest
1	8-V	49°58'	3°50'
2	9-V	49°0'	5°35'
3	9-V	48°35'	6°2'
4	10-V	47°19'	7°6'
5	11-V	46°0'	8°36'
6	20-V	38°20'	9°20'
7	21-V	38°20'	9°2'
8	22-V	38°9'	9°12'
9	23-V	37°45'	9°45'
10	23-V	37°34'	10°32'
11	24-V	36°29'	11°42'
12	25-V	35°38'	10°34'
13	25-V	35°13'	9°58'
14	26-V	34°41'	9°30'
17	30-V	33°44'	7°20'
19	30-V	33°46'	8°20'
20	31-V	33°22'	9°12'
23	2-VI	33°12'	10°20'
24	3-VI	33°12'	11°17'
25	4-VI	33°8'	13°13'
26	5-VI	31°56'	14°53'
27	8-VI	32°33'	17°3'
28	9-VI	32°16'	17°30'
29	10-VI	32°48'	18°23'
30	11-VI	33°14'	19°38'
31	12-VI	34°17'	21°15'
32	13-VI	35°9'	22°57'
33	14-VI	36°26'	24°41'
35	15-VI	38°38'	25°58'
36	20-VI	39°32'	25°52'
37	21-VI	40°58'	26°2'
38	22-VI	42°13'	25°49'
40	24-VI	43°32'	24°45'
41	25-VI	45°15'	23°9'
42	26-VI	46°56'	18°54'
44	27-VI	47°44'	15°40'
45	28-VI	48°43'	10°22'
46	29-VI	49°55'	3°54'

Liste 2 : Dragages et Pêches au chalut

Station	Date	Situation		Appareil	Profondeur	Nature du fond
		Nord	Ouest			
3	9-V	48°35'	6°2'	Drague	118 m.	Sable grossier.
7	21-V	38°20'	9°2'	id.	168 m.	Sable vaseux.
9	22-V	37°45'	9°45'	Chalut à plateau	1373 m.	Vase.
15	29-V	33°45'	7°32'	id.	35 m.	Sable vaseux.
16	29-V	33°42'	7°39'	id.	67 m.	Sable très vaseux.
18	30-V	33°44'	7°55'	id. (1)	?	
19	30-V	33°46'	8°20'	id.	145 m.	Argile grise.
20	31-V	33°22'	9°12'	id. (2)	1060 m.	Vase.
21a	1-VI	33°18'	9°29'	id. (3)	378 m.	Vase.
21b	1-VI	id.	id.	Chalut à crevettes	253 m.	Vase.
22	1-VI	33°18'	9°18'	id.	352 m.	Vase.
		à 33°13'	9°16'			

(1) Chalut perdu par rupture du câble.

(2) Chalut retourné.

(3) Fond du filet arraché.

Liste 3 : Pêches pélagiques

Station	Date	Situation		Engin	Longueur du câble
		Nord	Ouest		
2	9-V	49°0'	5°34'	F. p. 1 m.	Surface.
4	10-V	47°19'	7°6'	F. p. 3 m.	300 m.
—	—	—	—	F. p. 0,30 m.	Surface.
5	11-V	46°0'	8°36'	F. p. 3 m.	2000 m.
—	—	—	—	F. p. 1 m.	1500 m. ^t
—	—	—	—	F. p. 1 m.	1000 m.
—	—	—	—	F. p. 1 m.	500 m.
—	—	—	—	F. p. 1 m.	50 m.
—	—	—	—	F. p. 0,30 m.	2000 m.
—	16-V	Lisbonne		F. p. 1 m.	6 m.
—	17-V	id.		F. p. 1 m.	6 m.
6	20-V	38°20'	9°20'	F. p. 3 m.	2000 m.
—	—	—	—	F. p. 1 m.	1500 m.
—	—	—	—	F. p. 1 m.	1000 m.
—	—	—	—	F. p. 1 m.	500 m.
—	—	—	—	F. p. 1 m.	50 m.
9	22-V	37°45'	9°45'	F. p. 3 m.	1000 m.
—	—	—	—	F. p. 1 m.	500 m.
—	—	—	—	F. p. 1 m.	250 m.
—	—	—	—	F. p. 1 m.	50 m.
—	22-V	Entre les stations 9 et 10		F. p. 1 m.	Surface.
10	23-V	37°34'	10°32'	F. p. 3 m.	2500 m.
—	—	—	—	F. p. 1 m.	2000 m.
—	—	—	—	F. p. 1 m.	1500 m.
—	—	—	—	F. p. 1 m.	1000 m.
—	—	—	—	F. p. 1 m.	500 m.
14	26-V	34°41'	9°30'	F. p. 3 m.	2120 m.
—	—	—	—	F. p. 1 m.	1620 m.
—	—	—	—	F. p. 1 m.	1120 m.
—	—	—	—	F. p. 1 m.	620 m.
15	29-V	33°45'	7°32'	F. p. 1 m.	Surface.
18	30-V	33°44'	7°55'	F. p. 1 m.	Surface.
—	—	—	—	F. p. 0,30 m.	Surface.
20	31-V	33°22'	9°12'	F. p. 1 m.	Surface.
21	31-V	33°18'	9°29'	Ch. p.	1500 m.
—	—	—	—	F. p. 1 m.	1000 m.
—	—	—	—	F. p. 1 m.	500 m.
—	—	—	—	F. p. 1 m.	250 m.
—	—	—	—	F. p. 1 m.	Surface.
—	—	—	—	Ch. p.	500 m.

Station	Date	Situation		Engin	Longueur du câble
		Nord	Ouest		
—	—	—	—	F. p. 1 m. ⁽¹⁾	250 m.
23	2-VI	32°12'	10°20'	Ch. p.	2000 m.
—	—	—	—	F. p. 1 m.	1500 m.
—	—	—	—	F. p. 1 m.	1000 m.
—	—	—	—	F. p. 1 m.	500 m.
—	—	—	—	F. p. 1 m.	250 m.
24	3-VI	33°12'	11°17'	Ch. p.	2550 m.
—	—	—	—	F. p. 1 m. ⁽²⁾	1500 m.
—	—	—	—	F. p. 1 m.	1000 m.
—	—	—	—	F. p. 1 m.	500 m.
—	—	—	—	F. p. 1 m.	250 m.
—	—	—	—	F. p. 1 m.	Surface.
26	5-VI	31°56'	14°53'	Ch. p.	1500 m.
—	—	—	—	F. p. 1 m.	1000 m.
—	—	—	—	F. p. 1 m.	500 m.
—	8-VI	Funchal		F. p. 1 m.	5 m.
27	8-VI	32°33'	17°3'	Ch. p.	1500 m.
—	—	—	—	F. p. 1 m.	1000 m.
—	—	—	—	F. p. 1 m.	500 m.
—	—	—	—	F. p. 1 m.	250 m.
—	—	—	—	Chalut à crevettes	1500 m.
28	9-VI	32°16'	17°30'	Ch. p.	2500 m.
—	—	—	—	F. p. 1 m.	2000 m.
—	—	—	—	F. p. 1 m.	1500 m.
—	—	—	—	F. p. 1 m.	1000 m.
30	11-VI	33°14'	19°38'	F. p. 3 m.	2000 m.
—	—	—	—	F. p. 1 m.	1500 m.
—	—	—	—	F. p. 1 m.	1000 m.
—	—	—	—	F. p. 1 m.	500 m.
31	12-VI	34°17'	21°15'	F. p. 1 m.	Surface.
32	13-VI	35°9'	22°57'	Ch. p.	2250 m.
—	—	—	—	F. p. 1 m.	1750 m.
—	—	—	—	F. p. 1 m.	1250 m.
—	—	—	—	F. p. 1 m.	750 m.
—	—	—	—	Ch. p.	250 m.
33	14-VI	36°26'	24°41'	Chalut _s à crevette	1000 m.

(¹) Filet perdu. (²) Filet déchiré.

Station	Date	Situation		Engin	Longueur du câble
		Nord	Ouest		
34	15-VI	37°26'	25°28'	Ch. p.	500 m.
—	—	—	—	F. p. 1 m.	250 m.
—	—	—	—	F. p. 1 m.	100 m.
35	19-VI	38°38'	25°58'	F. p. 3 m.	1000 m.
—	—	—	—	F. p. 1 m.	500 m.
—	—	—	—	F. p. 1 m.	250 m.
—	—	—	—	F. p. 1 m.	100 m.
36	20-VI	39°32'	25°52'	F. p. 3 m.	1000 m.
—	—	—	—	F. p. 1 m.	500 m.
—	—	—	—	F. p. 1 m.	250 m.
—	—	—	—	F. p. 1 m. (1)	100 m.
38	22-VI	42°13'	25°29'	F. p. 1 m.	Surface.
39	23-VI	43°32'	24°45'	F. p. 3 m.	500 m.
—	—	—	—	F. p. 1 m.	250 m.
—	—	—	—	F. p. 1 m.	100 m.
43	26-VI	47°10'	18°2'	F. p. 3 m.	2250 m.
—	—	—	—	F. p. 1 m.	1250 m.
—	—	—	—	F. p. 1 m.	750 m.

(1) Filet déchiré.

