

**MISE EN ÉVIDENCE DU CONTRE-COURANT ÉQUATORIAL
DANS L'OCÉAN PACIFIQUE ET L'OCÉAN ATLANTIQUE
AU COURS DE LA PREMIÈRE MOITIÉ DU XIX^e SIÈCLE**

*THE FIRST OBSERVATIONS
OF PACIFIC AND ATLANTIC EQUATORIAL COUNTERCURRENT
DURING THE EARLY NINETEENTH CENTURY*

Philippe Hisard

Directeur de Recherche à l'ORSTOM

OCEANIS

série de documents océanographiques

Volume 19 (1993), Fascicule 1

INSTITUT OcéANOGRAPHIQUE, PARIS

Adresse de publication	INSTITUT OCÉANOGRAPHIQUE - FONDATION ALBERT 1 ^{er} , Prince de Monaco 195, rue Saint-Jacques, 75005 Paris. Tél. : 43.25.63.10. Télécopie : 40.51.73.16.
Directeur de la publication	G. GRAU.
Comité d'honneur	M. FONTAINE, P. BOUGIS, F. DOUMENGE, G. GRAU, L. LAUBIER.
Equipe rédactionnelle	C. BEAUVERGER, M. DELAHAYE, C. de LA BIGNE, J.-F. PAVILLON, A. TOULEMONT.
Secrétaire de rédaction	A.-C. PADOUX.
Abonnements	Un volume annuel : 6 fascicules (vendus également au numéro) France : 480 F Étranger : 580 F Remise aux étudiants. OCÉANIS, Institut Océanographique (C.C.P. Paris 16.541.89 M) Commission paritaire n° 59837 ISSN 0182.0745

MEMBRES DU CONSEIL D'ADMINISTRATION DE L'INSTITUT OCÉANOGRAPHIQUE

E. Bonnefous (président), J. Delorme, J. Dorst, M. Fontaine, J. Ruffié, A. Saunier-Seïté.

MEMBRES DU COMITÉ DE PERFECTIONNEMENT

France : M. Fontaine (président), J. Auboin, G. Boillot, P. Bougis, J. Bourgoïn, J.-Y. Cousteau, J. Delorme, F. Doumenge, P. Drach, G. Grau, A. Guilcher, A. Ivanoff, H. Lacombe, L. Laubier, X. Le Pichon, C. Lévi, C. Maurin, J.-M. Pérès, J.-P. Truchot.

A. Ali (Canada), M. Bacescu (Roumanie), A. Ballester (Espagne), B. Battaglia (Italie), Q. Bone (Grande-Bretagne), A. Distèche (Belgique), L. Legendre (Canada), G. Kullenberg (Unesco), H. Postma (Pays-Bas), L. Saldanha (Portugal), E. Seibold (Allemagne).

Les articles issus de séminaires sont publiés sous
la responsabilité de leurs auteurs.

Les travaux publiés dans OCEANIS sont signalés ou analysés par :

Papers published in OCEANIS are listed or analyzed by:

*Bulletin signalétique du C.N.R.S., Deep Sea Research, Marine Science Contents Tables, A.S.F.A.,
Chemical Abstracts, Underwater Information Bulletin.*



série de documents océanographiques

VOLUME 19

FASCICULE 1

PAGES 1 - 68

1993

**MISE EN ÉVIDENCE DU CONTRE-COURANT ÉQUATORIAL
DANS L'OCÉAN PACIFIQUE ET L'OCÉAN ATLANTIQUE
AU COURS DE LA PREMIÈRE MOITIÉ DU XIX^e SIÈCLE**

*THE FIRST OBSERVATIONS OF PACIFIC AND ATLANTIC
EQUATORIAL COUNTERCURRENTS
DURING THE EARLY NINETEENTH CENTURY*

Philippe Hisard

directeur de recherche à l'ORSTOM

INSTITUT OCÉANOGRAPHIQUE



195, rue Saint-Jacques
75005 PARIS



série de documents océanographiques

MISE EN ÉVIDENCE DU CONTRE-COURANT ÉQUATORIAL DANS L'OCÉAN PACIFIQUE ET L'OCÉAN ATLANTIQUE AU COURS DE LA PREMIÈRE MOITIÉ DU XIX^e SIÈCLE

THE FIRST OBSERVATIONS OF PACIFIC AND ATLANTIC
EQUATORIAL COUNTERCURRENTS
DURING THE EARLY NINETEENTH CENTURY

Philippe Hisard

Résumé - Abstract	p. 1
Avant-propos	p. 3
Introduction	p. 5
I. Relation de la découverte du contre-courant équatorial par Knauss (1963) et par Khanaichenko (1974); la contribution essentielle de Puls (1895)	p. 9
1. Knauss (1963)	
2. Khanaichenko (1974)	
3. Puls (1895) : la contribution des navigateurs prussiens Harmsen et Wendt (le <i>Mentor</i> et le <i>Princess Louise</i> , 1822-1842) et du naturaliste Meyen (1835)	
II. L'apport des marins russes : Krusenstern, Kotzebue et Lütke	p. 14
III. La contribution des navigateurs français	p. 17
1. La campagne de Freycinet (l' <i>Uranie</i> , 1817-1820)	
2. Les observations de Duperrey (la <i>Coquille</i> , 1822-1825)	
3. La carte de Duperrey (1831)	
IV. Les observations du navigateur anglais Beechey (1831) à bord du <i>Blossom</i> (1825-1828)	p. 24
V. Les contributions des Américains Wilkes (1845) et Hunter (1846)	p. 25
VI. Les <i>Considérations Générales sur l'Océan Pacifique</i> de Kerhallet (1851 et 1852a)	p. 27
VII. La contribution du géographe anglais Findlay (1853)	p. 29
VIII. Mise en évidence du contre-courant équatorial dans l'océan Atlantique	p. 31
1. <i>Le Mémoire sur la navigation aux côtes du Brésil</i> , Roussin, 1821	
2. Les observations de Lartigue (1827) à bord de la <i>Clorinde</i>	
3. <i>An investigation of the currents of the Atlantic Ocean</i> , Rennell (1832)	
4. Les <i>Considérations Générales sur l'océan Atlantique</i> , Kerhallet (1852b)	
5. La contribution de Findlay (1853)	
6. Les observations de Lefèbvre (1857) à bord de l' <i>Eurydice</i>	
IX. Discussion et conclusion	p. 40
X. Remerciements	p. 43
XI. Références bibliographiques	p. 44
Annexe 1 : Les "montres marines" et la détermination des longitudes	p. 47
Annexe 2 : Quelques mots sur les circumnavigations	p. 49
Annexe 3 : Existence d'une circulation vers l'est, au sud de l'équateur, d'après Humboldt (1817), Dillon (1830) et Beechey (1831)	p. 52
Légendes et figures	p. 54

RÉSUMÉ

Le contre-courant équatorial a d'abord été identifié dans l'océan Pacifique, dès le début du XIX^e siècle, à partir des observations des navigateurs français (Freycinet en 1819; Duperrey en 1824), allemands (Harmsen en 1823; Wendt entre 1830 et 1832), anglais (Beechey en 1826) et russes (Lütke en 1828). Le premier effort de synthèse pour représenter la circulation océanique de l'océan Pacifique fut celui de l'hydrographe français Duperrey (1827-1829); il rassembla, sur une même carte, datée de 1831, les courants de dérive observés lors des circumnavigations réalisées de 1773 à 1828. Duperrey ne parvint pas, cependant, à reconnaître les dérives vers l'est, observées au nord de l'équateur par certains navigateurs tel Freycinet, comme un nouveau trait spécifique de la circulation océanique équatoriale, c'est-à-dire un contre-courant; car il n'avait pas été, apparemment, ressenti ni par Lapérouse en 1786, ni par Marchand en 1791, ou même encore par Krusenstern en 1804, dans cette même région centrale de l'océan Pacifique (env. 150°W). D'après Puls (1895), le naturaliste allemand Meyen (1835) qui accompagnait le capitaine Wendt à bord du *Princess Louise* fut, semble-t-il, le premier à identifier ce courant, le baptisant clairement "contre-courant", soit en allemand "Gegenströmung". Le géographe allemand Berghaus (1837) fut le premier à porter sur une carte ce contre-courant nouvellement identifié, mais il le traça seulement dans l'est du Pacifique, vers 125°W. La représentation du contre-courant équatorial dans son intégralité ne devint réellement satisfaisante que grâce aux cartes du navigateur américain Wilkes (1845), à celles de l'hydrographe français Kerhallet (1852a et 1856) et à celle du géographe anglais Findlay (1853), trente ans environ après les premières observations; il fallut tout ce temps pour réunir un ensemble de données cohérent dans le bassin équatorial, si étendu, de l'océan Pacifique; il fallut vaincre aussi, sans doute, les réticences de ceux qui croyaient en la prédominance absolue d'un "courant de rotation" dirigé vers l'ouest, surtout aux latitudes équatoriales.

Dans l'océan Atlantique, les courants de dérive vers l'est, au sein de la "zone torride", avaient été observés depuis longtemps; les marins les redoutaient, car ils provoquaient une dérive, pouvant être dangereuse, vers les côtes d'Afrique; Krusenstern (1821) et Humboldt (1817) en parlent, par exemple, très clairement. On considérait cependant ces courants vers l'est plutôt comme des "*perturbations observées dans le courant équatorial*" (Kerhallet, 1852b), voire comme des extensions vers l'ouest de l'origine naturelle du courant de Guinée. Ce courant côtier était connu des Portugais depuis la fin du XV^e siècle. Sur la base des observations de Lartigue (1827), Kerhallet identifia tout d'abord le contre-courant spécifique de l'Atlantique occidental, mais il en limita l'extension à l'ouest de 40°W. Dès le début du XIX^e siècle, Lartigue avait déjà très clairement suggéré, en étudiant les courants de dérive des circumnavigations, que ce contre-courant devait être continu sur l'ensemble du bassin équatorial de l'océan Atlantique, ainsi que dans l'océan Pacifique. Cette conception fut acceptée, mais seulement tardivement, par le géographe anglais Findlay, en 1853; il lui fallut pour cela rejeter le tracé quasi officiel du courant de Guinée de l'hydrographe anglais, le major Rennell (1832). Rennell avait représenté ce courant comme prolongeant, sans solution de continuité, un large "North African and Guinea Current" (actuel courant des Canaries, *pro parte*); de plus, l'Atlantique équatorial était coupé en deux, dans sa partie centrale, par un vaste "NW Equatorial Stream". Lefèvre (1857), par ses observations à la mer, datées de 1853, dans la partie centrale de l'Atlantique équatorial, apporta de très fortes présomptions quant à la continuité du contre-courant équatorial à l'ensemble de l'océan Atlantique. La représentation du contre-courant équatorial Atlantique ne devint réellement satisfaisante que lorsque fut prise en compte, à l'aide de plusieurs cartes de situation saisonnière, l'importance de ses variations au cours de l'année, tant en position qu'en intensité; ceci fut réalisé seulement vers la fin du XIX^e siècle, en particulier par Simart (1889), pour le compte du Service hydrographique de la Marine.

Mots-clés : contre-courant équatorial, océan Pacifique, océan Atlantique, histoire, océanographie, El Niño, circumnavigations.

Key words : Equatorial Countercurrent, Pacific Ocean, Atlantic Ocean, History, Oceanography, El Niño, Circumnavigations.

ABSTRACT

The first observations of Pacific and Atlantic equatorial countercurrents during the early nineteenth century

Accounts of most early nineteenth-century circumnavigations often reported eastward surface drifts in the equatorial Pacific and Atlantic Oceans. These observations should normally have led to the concept of an equatorial countercurrent. Yet this new idea was long rejected, owing to the widely held theory of a prevailing westward "rotation current" at these low latitudes. The ideological objections were reinforced by the then notorious inaccuracy of longitude determinations. No adequate proof of a zonal shift due to currents could be given until the use of reliable sea-going chronometers began to be widespread in the late eighteenth century. It was these instruments which provided evidence that an eastward (counter-) current probably existed, at any rate north of the equator in the Pacific Ocean.

Freycinet was the first to reveal, in 1819, the existence of an eastward drift north of the equator in the central Pacific Ocean. Duperrey (1831) charted the first overall map of currents in the Pacific Ocean, using observations made during ten different circumnavigations, from that of Cook (*circa* 1770) to those of Beechey and Hyacinthe de Bougainville (c. 1828). Duperrey found no confirmation of a continuous eastward current in reports of the voyages of La Pérouse (1786), Marchand (1791) or Krusenstern (1804). In 1835, in his account of the voyage round the world of the *Princess Louise*, Meyen called the narrow eastward current, observed north of the equator in the eastern Pacific (125°W), a *Gegenströmung* (countercurrent). Berghaus represented this limited portion of the countercurrent in his "Physikalischer Atlas" (1837). A more complete representation was produced a little later by Wilkes (1845), by Kerhallet (1852a-1856) and by Findlay (1853). Their data covered the whole of the Pacific and included reports from navigators of various nationalities (Russian, Prussian, French and American).

In the Atlantic Ocean, the equatorial countercurrent remained unidentified, because the Guinea Current seemed to account for most of the eastward anomalies observed. Some pioneering work was done by Roussin (1817) and Lartigue (1827). The latter championed the existence of an eastward countercurrent in both oceans. Nevertheless, the Atlantic equatorial countercurrent had still not been mentioned on the map attributed to Rennell after his death (1832). As for the eastern Atlantic, Findlay (1853) showed that, contrary to Rennell's views, the Guinea Current was an "equatorial stream" corresponding to the Pacific countercurrent. Concerning the central equatorial area, Lefebvre (1857) used his own observations to demonstrate the existence of a specifically Atlantic equatorial countercurrent, linked to the Guinea Current. The western equatorial countercurrent was identified by Lartigue (1827) and charted by Kerhallet (1852b), west of 40°W. It was not until 1889 that an accurate representation of the whole Atlantic equatorial countercurrent was traced by Simart, for the Service historique de la Marine, which took into consideration the factor of seasonal variability.

AVANT-PROPOS

Il existe dans les régions intertropicales des océans deux grands courants marins dirigés vers l'ouest, le courant équatorial nord et le courant équatorial sud; ils correspondent aux vents alizés de chaque hémisphère. Cette conception date seulement de la première moitié du XIX^e siècle. On estimait auparavant qu'il y avait un seul courant, à ces latitudes équatoriales, le "courant équinoxial", ou "courant de rotation"; son existence était, croyait-on, directement liée à la rotation de la Terre autour de son axe. La carte des vents alizés était, elle, connue et dessinée correctement depuis plus longtemps; Halley (1688) et Dampier (1697) avaient ainsi, avec justesse, représenté la dissymétrie du champ de vent par rapport à l'équateur géographique, la zone de convergence entre les alizés de chaque hémisphère étant nettement dessinée au nord de l'équateur; elle représentait en quelque sorte une inhomogénéité flagrante. C'est précisément dans la partie océanique, sous-jacente à cette zone de convergence, que les circumnavigateurs identifièrent, dès le début du XIX^e siècle, des dérives persistantes vers l'est. Certains en avaient déjà eu le soupçon au XVIII^e siècle, mais, en l'absence de "montres marines" suffisamment précises pour déterminer la longitude, ces premières observations avaient été cataloguées au rang des "observations douteuses" ou des anomalies. Progressivement, cependant, on se rendit compte qu'il s'agissait d'un courant organisé, permanent, un élément nouveau et original de la circulation océanique, le contre-courant équatorial, que l'on appela ainsi pour souligner qu'il coulait *contre* le système principal de courant, *contre* le courant de rotation et *contre* les vents dominants; ils étaient les seuls moteurs, reconnus alors, de la circulation océanique (plus tard, on précisa contre-courant équatorial *nord* par référence au contre-courant équatorial *sud*, existant de façon plus ou moins permanente en surface, au sud de l'équateur vers 10° de latitude).

Le contre-courant équatorial est un courant chaud; il ramène vers l'est les eaux de surface que les alizés tendraient à accumuler vers l'ouest du fait de la poussée quasi permanente qu'ils exercent à la surface de l'océan; ces eaux se réchauffent au cours de leur trajet d'est en ouest au sein des courants équatoriaux; leur température moyenne est de 27 à 29 °C, parfois sur environ 50 m d'épaisseur. Ces eaux chaudes favorisent le développement d'une importante masse nuageuse, faite de cumulo-nimbus à très grand développement vertical; ces nuages sont provoqués à l'origine par le caractère convergent du vent et par l'ascendance des masses d'air qui en résultent. C'est le domaine souvent décrit dans la littérature maritime (sans oublier celle de l'"aéropostale" entre Saint-Louis du Sénégal et Natal) comme celui du "pot au noir". Cette zone, qu'il fallait traverser avant de pouvoir pénétrer dans l'hémisphère sud, était à juste titre redoutée des voiliers et de leurs équipages; l'absence parfois prolongée de vent et le risque fréquent de tornades de directions aléatoires gênaient considérablement la progression des navires.

Face à cette mer d'huile, sous un ciel le plus souvent plombé, parfois noir d'encre, un des peintres, qui accompagnait Nicolas Baudin, lors de la campagne du *Géographe* et du *Naturaliste* (1800-1803) en direction de la Nouvelle-Hollande (actuelle Australie), décrit ainsi ses impressions lors de la traversée de la "zone torride" (dite aussi "les vents variables" ou plus simplement "les variables") : *"Entouré de toutes parts d'un fluide qu'on peut comparer à un vaste étang d'huile, réfléchissant la couleur d'un ciel gris voilé jusqu'aux bornes de l'horizon, on n'est tiré de ses sombres rêveries que par la houle qui soulève lourdement le navire, et le fait tourner sur lui-même dans tous les sens, sans qu'il soit possible de lui donner la moindre direction"* (in Brosses, 1983). On entend gémir les

poules, craquer les mâts, tandis que la lourde voilure détrempée pend tristement vers le pont. Nul doute, en ce mois de novembre 1800, dans l'océan Atlantique, au large des côtes de Guinée, les deux navires étaient bel et bien "encalminés"; Baudin mettra cent quarante-cinq jours pour rallier l'île de France, près de cinq mois ! Le nom de "Doldrums" donné par les marins anglais à cette région (également "The Rains") traduit bien l'immense cafard qui saisissait parfois, dans cette traversée qui paraissait interminable, équipage et passagers.

Dans l'océan Pacifique, où le système des courants et contre-courants équatoriaux est en tous points analogue, à très peu près, à celui de l'océan Atlantique, la situation n'était pas plus facile; c'est ce dont témoigne Jack London quand il évoque les violentes tornades et trombes d'eau que rencontra le *Snark* (cette région était déjà soulignée par Halley (1688), dans la première carte des alizés de l'océan Atlantique, par l'indication "calms and tornados") : *"We found the variables in 11° north latitude, and 11° north latitude we hugged jealously. To the south lay the doldrums. To the north lay the NE trade that refused to blow from the north-east. ...The variables were truly variable. A light head-wind would die away and leave us rolling in a calm for forty-eight hours. Then a light head-wind would spring up, blow for three hours, and leave us rolling in another calm for forty-eight hours. Then the wind would come out of the west beautifully fresh... Here and there squalls passed across the circle of the sea. All day we watched them, now to port or starboard, and again ahead or astern. But never one came near enough to wet us. In the afternoon a big one bore down upon us. It spread out across the ocean as it approached, and we could see it emptying countless thousands of gallons into the salt sea..."* (in Brooks & Braby, 1921). Seule, aux yeux d'un poète, la traversée du "pot au noir" trouvait quelques grâces; c'était le cas de Humboldt (1805-1832) qui écrivait : *"Ce sera pour moi une impression ineffaçable que celle des nuits tranquilles de la zone torride sur le Grand-Océan : du bleu foncé du firmament, la constellation de la croix inclinée à l'horizon et, au zénith, celle de notre vaisseau, faisaient jaillir dans l'air leur lumière douce et planétaire, tandis que les dauphins traçaient des sillons brillants au milieu des vagues écumeuses"*.

C'est dans ces conditions très particulières des régions océaniques équatoriales, siège de calmes prolongés ou de folles brises, où le ciel encombré d'épais nuages interdisait, le plus souvent pendant plusieurs jours, toute observation astronomique, que les navigateurs s'aperçurent qu'ils dérivèrent assez systématiquement vers l'est. S'agissait-il d'un véritable courant permanent, d'une nouvelle entité réelle de la circulation océanique, un contre-courant, si contraire à l'idée communément admise d'un "courant de rotation" général vers l'ouest, surtout aux latitudes équatoriales ? On conçoit aisément que cela ne fut pas facile à décider à la seule vue des premières observations de la fin du XVIII^e ou du début du XIX^e siècle (même avec celles, particulièrement explicites, que fit Freycinet (1827) dans l'océan Pacifique central); la prudence était de rigueur tant la chose paraissait *a priori* inconcevable; tous les marins d'ailleurs ne l'avaient pas observé. On préféra donc, pendant encore longtemps, parler, à propos de ces dérives vers l'est, de "perturbations à la limite des courants généraux", de "remous", de "tournans d'eau", etc... (Kerhallet, 1851). C'est l'histoire de cette mise en évidence progressive du contre-courant équatorial dans les deux océans Pacifique et Atlantique, si importante dans ses conséquences pour les océanographes, que nous voudrions évoquer; il n'est pas exagéré, en effet, de dire que la prise de conscience d'un contre-courant équatorial et l'indispensable recherche d'une explication dynamique de son origine motrice, furent un ferment puissant qui aboutit à la naissance de l'océanographie physique.

INTRODUCTION

Il est difficile, et peut-être d'ailleurs assez vain, de rechercher qui découvrit tel ou tel trait de la circulation océanique, car les navigateurs des différents pays y concoururent tous à des titres divers. Chaque pays tend, de plus, à donner l'avantage aux observations de ses propres marins. Pour les Européens, la première rencontre avec les courants équatoriaux (les "courants généraux" ou encore le "courant équinoxial") remonte au troisième voyage de Christophe Colomb en 1498. La découverte du courant de Guinée, qui prolonge le contre-courant équatorial de l'océan Atlantique, date également de la fin du XV^e siècle; elle est le fait des navigateurs portugais. Après chaque nouvelle progression le long des côtes d'Afrique et après avoir dressé une colonne de marbre grossier ("padrão"), ces marins devaient, pour revenir, éviter ce "grandissime corrient" trop puissant pour leurs navires; ils effectuaient, pour cela, une large boucle vers l'ouest ("la Volta do Sargaco") qui les ramenait aux Açores, puis enfin à Lisbonne (Teixeira da Motta, 1971-72). Leurs "routiers" contiennent des indications précieuses sur les courants équatoriaux, et les "pilotes" portugais sont en quelque sorte, tout naturellement, les véritables "inventeurs" du contre-courant équatorial de l'océan Atlantique. Ils n'ont cependant pas parlé du courant de Guinée en ces termes, c'est-à-dire comme d'un contre-courant *sensu stricto*, car il était pour eux directement associé, à l'évidence, avec la mousson d'Afrique de sud-ouest. Quant au contre-courant équatorial de l'océan Pacifique, la compétition entre les navigateurs est encore plus largement ouverte du fait des nombreuses circumnavigations qui se succédèrent, après celle de Magellan, tout au début du XVI^e siècle.

Dès 1697, le flibustier-écrivain anglais William Dampier avait noté (*in* traduction française : 1717; pp. 276-277) : "... dans la zone torride... il y a aussi des courans fort rapides qui portent tantôt d'un côté, tantôt d'un autre..."; c'est l'indication la plus ancienne que nous ayons trouvée de renverses dans la direction des courants équatoriaux. Les nombreux cas de dérives vers l'est observés dans les "calmes équatoriaux", dans lesquels les navires redoutaient de rester "encalminés", étaient cependant perçus davantage comme des "retours de courans", des "remous" ou des "tournans d'eau", à la limite des "courans généraux" (Kerhallet, 1852b). Dans l'océan Atlantique, on pouvait même les considérer, plus simplement, comme des manifestations lointaines du courant de Guinée. Dès la fin du XVII^e siècle, la carte des vents des régions tropicales de l'océan avait pourtant été correctement tracée et la zone intermédiaire des "calmes" correctement dessinée au nord de l'équateur (Halley, 1688; Dampier). Il était donc possible d'interpréter la direction des courants équatoriaux en fonction de celle des vents, et d'associer les dérives vers l'est, à la zone de convergence entre les alizés des deux hémisphères, où régnaient souvent, de plus, de forts vents d'ouest. Il aurait fallu, cependant, pour cela, que la relation directe de cause à effet entre les mouvements de l'atmosphère et ceux de l'océan soit clairement perçue, et tel n'était pas le cas. Si l'on avait abandonné la notion d'un universel "primum mobile" originel (mouvement général de rotation vers l'ouest) qui venait de l'Antiquité, les esprits les plus savants du XVII^e siècle, Galilée, Képler, soutenaient que, l'eau des océans n'adhérant pas suffisamment à la terre, la mer devait retarder sur la rotation du globe, d'où un mouvement général obligé des eaux vers l'ouest, surtout au niveau équatorial. Ceux qui reconnaissaient un certain parallélisme entre les circulations de l'océan et de l'atmosphère y voyaient plutôt la conséquence commune de l'action de la lune (*in* Deacon, 1971, et *in* Peterson *et al.*, 1993).

L'idée même d'un "contre-courant" comme une entité de la circulation du plein océan était

contraire à toute logique; elle pouvait même être jugée hérétique, les premières cartes de l'océan ayant été le plus souvent dressées par des hommes d'église; le procès fait à Galilée était encore dans les esprits. Pour les "cartographes" du XVII^e siècle (Isaac Vossius, 1618-1689; Athanasius Kircher, 1601-1680), le "courant de rotation" imposé par le mouvement de la Terre autour de son axe était tellement dans la nature des choses et peut-être d'ordre divin que, pour aider à la continuité vers l'ouest du mouvement des eaux, ils avaient imaginé que des puits et des chenaux souterrains faisaient communiquer les différents bassins océaniques entre eux; l'un de ces chenaux se trouvait (était-ce prémonitoire ?) sous l'isthme de Panama; il assurait la continuité, jugée nécessaire, entre les deux grands océans au niveau équatorial. L'une des entrées du "Mundus Subterraneus" de Kircher était située au fond du golfe de Guinée; elle prenait ainsi en compte les apports constants du courant de Guinée et la poussée permanente de la mousson d'Afrique; elle autorisait, du même coup, l'existence d'un courant dirigé vers l'est à ces basses latitudes. Dans l'*Encyclopédie* de Diderot et de d'Alembert, on lisait encore, en 1751 : *"Les eaux de mer sont continuellement entraînées d'orient vers l'occident, mouvement qui est plus fort vers l'équateur que vers les pôles et qui fournit une preuve incontestable que le mouvement de la Terre sur son axe se fait d'occident vers l'orient"* (in Revault d'Allonnes, 1987).

Le contre-courant étant étroit en latitude et de direction essentiellement zonale, il aurait fallu pouvoir déterminer la dérive vers l'est ou vers l'ouest du navire et donc connaître, avec une certaine précision, sa longitude dans le plein océan pour pouvoir en fournir une preuve incontestable; c'est seulement par la différence entre le point estimé et le point observé à midi que l'on pouvait, en effet, apprécier la dérive subie par le navire en 24 heures (le point était fait à midi local quand le soleil passait au méridien du lieu, d'où l'estimation par les marins des vitesses des courants en milles nautiques par jour). Ceci n'était, bien sûr, pas possible avec les "horloges de sable" utilisées encore couramment à la fin du XVIII^e siècle pour calculer l'"estime", ni avec la méthode des "distances lunaires" pour calculer sa position (c'est le cas encore de Marchand en 1791; cf. IV.3* et Annexe 1). Aussi la mise en évidence d'un contre-courant coulant vers l'est, au nord de l'équateur, *contre* les vents dominants et en sens inverse du "courant équinoxial" ou des "courants généraux", se fit seulement progressivement, au cours de la première moitié du XIX^e siècle, après l'invention du chronomètre ou "garde-temps", et avec la généralisation de son emploi. Les navigateurs engagés dans les circumnavigations à la découverte du "Grand-Océan" ou de la "Mer du Sud" (en anglais, "The South Seas") reconnurent, dès qu'ils disposèrent de "montres marines" pour calculer leur longitude, qu'ils dérivaient assez systématiquement vers l'est lors de la traversée de la "zone torride". Les hydrographes apportèrent une grande attention à leurs observations pour le choix de "la meilleure route à suivre pour couper la Ligne" (Kerhallet), surtout dans l'océan Atlantique où, du fait de l'étroitesse du bassin au niveau équatorial et des conditions de vents et de courants, couper la Ligne pouvait se révéler difficile, voire même impossible. Les hydrographes continuèrent encore longtemps, cependant, à considérer ces dérives dans les ouvrages précurseurs des "Instructions Nautiques" ("Neptunes", "Routiers", "Pilotes", "Sailing Directories") comme des "perturbations au sein des courants généraux" (Kerhallet), tout en étant frappés par l'importance possible de leur manifestation (Roussin, 1821; Rennell, 1832). Leur représentation sur les cartes comme une entité spécifique de la circulation océanique en fut d'autant retardée.

* Les chiffres romains renvoient aux chapitres, les chiffres arabes aux paragraphes.

Le rôle que joua le contre-courant équatorial dans le développement de l'océanographie physique fut déterminant. L'intérêt que les dynamiciens lui accordèrent fut seulement dépassé en 1960, plus d'un siècle après son identification, par le "sous-courant équatorial"* . La nécessité de trouver une explication pour comprendre la dynamique du contre-courant équatorial fertilisa une réflexion qui aboutit à la création de l'océanographie physique comme science à part entière. Par chance, la mise en évidence du contre-courant équatorial coïncida avec le développement de la physique et des mathématiques : le mémoire de Navier sur les mouvements des fluides en 1823, le théorème de Coriolis en 1835 et l'expérience du pendule de Foucault en 1851, le mémoire de Saint-Venant sur l'écoulement des gaz en 1843, le théorème de Stokes en 1845 (cf. von Arx, 1962), tous ces éléments indispensables pour le développement d'une océanographie dynamique datent de cette époque où les navigateurs européens poursuivaient l'exploration du "Grand-Océan" (cf. Annexe 2).

Les océanographes se doivent donc de connaître les noms des grands navigateurs et des hydrographes dont les observations et les travaux ont permis d'identifier ce trait si original de la circulation océanique. Cet hommage leur est cependant le plus souvent rendu par des collègues étrangers, alors que ces marins sont français. On découvre ainsi un peu par hasard le nom de Freycinet *in* Puls (1895) et Knauss (1963), de Kerhallet *in* Schumacher (1953), Knauss et Deacon, de Duperrey *in* Khanaichenko (1974) et Puls, ou encore celui de Lefèvre *in* Deacon. D'autres noms, nous le verrons, sont le plus souvent totalement absents, bien oubliés de tous, comme ceux des Français, le baron Roussin ou Lartigue, mais aussi celui du capitaine anglais Dillon (connu, cependant, pour sa recherche, couronnée de succès, du sort de Lapérouse), ou celui de Beechey et de l'Américain Wilkes. Quant à Krusenstern, Kotzebue ou Lütke, ils ne sont connus en océanographie que des lecteurs des publications en russe, ou de l'ouvrage, d'une grande érudition, de Deacon. Grâce à l'EPSHOM à Brest, au Service historique de la Marine à Vincennes, grâce, bien sûr, aux bibliothèques du Musée Océanographique de Monaco, de l'Institut Océanographique à Paris et à la Bibliothèque Nationale, nous avons essayé de reconstituer la part effective prise par les marins et hydrographes français dans la découverte du contre-courant équatorial, ainsi que celle des navigateurs russes, anglais, prussiens ou américains.

Après un rappel de la façon dont ce sujet a été traité récemment par les océanographes américain Knauss et russe Khanaichenko (I.1 et I.2), nous reviendrons sur le document de base de l'Allemand Puls (I.3) dont ces auteurs se sont inspirés. Avec lui, nous découvrirons l'une des toutes premières descriptions du contre-courant équatorial; elle est due au naturaliste allemand Meyen (1835), qui accompagnait le capitaine Wendt à bord du navire prussien le *Princess Louise* (1830-1832); Puls nous fera redécouvrir le géographe allemand Heinrich Berghaus (1837) à qui revient le mérite d'avoir écrit le premier sur une carte (très localement cependant) le nom : "N. Äquatoriale Gegenströmung", utilisé par Meyen. Nous verrons ensuite plus précisément ce que nous devons aux navigateurs russes, Krusenstern, Kotzebue et Lütke (II). La relation des circumnavigations des navigateurs français Freycinet et Duperrey (1817-1820 et 1822-1825), au cours de campagnes presque strictement de caractère scientifique, nous permettra de juger ensuite de leurs contributions réelles (III.1 et III.2). Nous redécouvrirons la

* Le sous-courant équatorial est un courant de subsurface qui coule vers 50 m de profondeur, sous le courant équatorial sud de direction opposée; il a un cours strictement équatorial pour des raisons dynamiques touchant à la rotation de la Terre; sa vitesse est relativement très élevée, jusqu'à 150 cm/s.

première carte, basée sur des observations en mer des courants de dérive, de la circulation océanique du "Grand-Océan"; elle fut établie par Duperrey (1831) sur la base des observations d'une dizaine de circumnavigations (III.3); nous évoquerons, grâce à elle, le voyage historique de Lapérouse (Milet-Mureau, 1797-1798) et celui, moins connu du grand public, du capitaine Etienne Marchand (Fleurieu, 1798-1808; Carpine-Lancré, 1992). On découvrira ensuite les observations du capitaine anglais Beechey (1831), à bord du *Blossom* (1825-1828), qui connaissait probablement certaines observations antérieures dues à Cook; nous retrouverons ce marin illustre dans la traversée de l'océan Atlantique (IV et VIII). Nous verrons enfin (V) quel fut l'apport de l'US Exploring Expedition (Wilkes, 1845), avant de terminer en ce qui concerne l'océan Pacifique par le rappel de la contribution de l'hydrographe français Kerhallet (1852 et 1856) (VI) et du géographe anglais Findlay (1853) (VII). Sur leurs cartes, le contre-courant équatorial était enfin porté dans toute son intégralité. Il avait fallu pour cela que trente années s'écoulent depuis les premières observations "fiables" de ce courant (celles de Freycinet en septembre 1819, comme le souligne Puls).

La deuxième partie de cet article est consacrée aux problèmes particuliers que posa la reconnaissance, plus tardive, du contre-courant équatorial dans l'océan Atlantique, partagé, il est vrai, entre un contre-courant spécifique de l'Atlantique occidentale reconnu très tôt par Lartigue (1827) et par Kerhallet, et un courant de Guinée qui ne fut pas identifié tout de suite comme le prolongement naturel du contre-courant équatorial (VIII); nous découvrirons quelle fut la contribution précoce, peu connue de nos jours et rarement citée, des hydrographes français Roussin (1821) et surtout Lartigue; ce dernier s'exprima avec une rare précision (VIII.1 et 1). Nous verrons comment Kerhallet (VIII.4), Findlay (1853) (VIII.5) et Lefèbvre (1857) (VIII.6) permirent finalement de rectifier la carte erronée de l'hydrographe anglais Rennell (1832), dont s'étaient inspirés largement non seulement Berghaus, mais également Findlay et Kerhallet.

Trois annexes sont consacrées *in fine*, l'une à l'invention des "montres marines" qui permit de déterminer avec précision la longitude et, partant, les dérives zonales des navires; une deuxième à quelques rappels historiques sur les circumnavigations; la troisième, enfin, aux observations isolées de courants de dérive vers l'est, au sud de l'équateur; elles ont pour auteurs Humboldt (1817), Dillon (1830) ou encore Beechey (1831). Ces observations préfigurent l'actuel contre-courant équatorial *sud* de l'océan Pacifique dont la reconnaissance définitive fut extrêmement tardive (vers les années 1950); il n'est, en fait, clairement observé en surface que pendant les années caractérisées par un "El Niño"* . Nous verrons comment ce phénomène dont la dimension quasi planétaire est aujourd'hui reconnue, gêna à plusieurs reprises les observations de différents navigateurs au nord de l'équateur.

* Lorsqu'un "El Niño" se produit le long des côtes du Pérou, sous la forme d'un courant anormalement chaud, dirigé vers le sud, qui modifie les écosystèmes marins et terrestres traditionnels, il traduit l'existence d'une crise climatique de grande ampleur qui affecte l'ensemble de la circulation océanique et atmosphérique, au moins sur l'ensemble du bassin Pacifique. Un "El Niño" est la conséquence d'un rééquilibrage des champs de pressions atmosphériques entre l'anticyclone de l'île de Pâques et les basses pressions d'Indonésie : l'oscillation australe (en anglais : "Southern Oscillation"); c'est un phénomène de dimension quasi planétaire que l'on nomme "El Niño-Oscillation Australe" (en anglais : ENSO).

I. RELATION DE LA DÉCOUVERTE DU CONTRE-COURANT ÉQUATORIAL PAR KNAUSS (1963) ET PAR KHANAICHENKO (1974); CONTRIBUTION ESSENTIELLE DE PULS (1895)

I.1. Knauss (1963)

Dans "Equatorial current systems" (in : *The Sea*, vol. 2), Knauss écrit : "*Les courants équatoriaux qui coulent pour l'essentiel dans un sens zonal ont nécessité pour être connus que l'on sache déterminer avec précision la longitude; ceci ne fut possible qu'avec l'invention du chronomètre. Cook fut le premier à l'utiliser au cours de ses voyages (1768-1779). Le premier qui mentionna le contre-courant équatorial dans l'océan Pacifique fut le capitaine Freycinet en 1817. Les cartes des courants des principaux océans que dressèrent dès le milieu du XIX^e siècle l'hydrographe français Kerhallet en 1869 et le géographe anglais Findlay (1853) sont qualitativement correctes et meilleures que celles de l'hydrographe américain Maury. L'un des progrès les plus importants qui suivit la planification de la collecte des livres de bord organisée par Maury fut le fait de Puls (1895); il dressa des cartes mensuelles des courants et de la température de surface auxquelles on ne fit par la suite que des corrections minimes*" (traduction personnelle).

Quelques précisions peuvent être apportées à ce texte : D'après von Arx (1962), c'est seulement lors de son dernier voyage (1776-1780) que Cook aurait utilisé un chronomètre Harrison; cependant, pour Bourgoïn (1987), c'est pendant le deuxième voyage (1772-1775) que Cook utilisa une copie d'un chronomètre Harrison (cf. Annexe 1). Au cours des trois années de mer, la "marche" (avance ou retard journalier d'une montre) de celui-ci n'excéda jamais huit secondes (ce succès fut connu de l'inventeur qui décéda huit mois seulement après le retour de Cook, le 24 mars 1776). Les observations du contre-courant par Freycinet datent, en fait, du mois de septembre 1819; ses résultats furent publiés à Paris, en 1827, dans le dernier volume de la relation du voyage de l'*Uranie*. Freycinet, en réalité, ne mentionna pas le "contre-courant équatorial" en ces termes explicites; il est donc difficile de le considérer réellement comme son "inventeur" (III.1). Knauss semble ignorer les cartes de l'US Exploring Expedition, où le contre-courant équatorial fut tracé pour la première fois presque dans son intégralité, par l'Américain Wilkes (1845) (VI); Kerhallet, à qui Knauss rend justement hommage, indique clairement dans *Les considérations générales sur l'océan Pacifique* (1852a-1856) la part importante que jouèrent les observations rapportées par Wilkes dans la reconnaissance du contre-courant. Les diverses éditions des documents de Kerhallet parurent de 1852 à 1856; la date de 1869, retenue par Knauss, est sans doute celle d'une traduction en anglais. Enfin, Knauss ne cite pas les observations qu'aurait réalisées Cook lui-même sur les courants équatoriaux; elles sont signalées par Richardson et McKee (1984), qui notent que Cook aurait décrit le système de base des courants équatoriaux, il est vrai dans l'océan Atlantique (VIII). Cook ne semble pas avoir observé le contre-courant équatorial dans l'océan Pacifique; cela eût pourtant été possible, après son passage sur l'île Christmas, qu'il découvrit fin décembre 1777, un peu au nord de l'équateur, dans la partie centrale du Pacifique (cf. Fig. 3).

I.2. Khanaichenko (1974)

Le système du contre-courant équatorial dans l'océan (Khanaichenko, 1974), publié en russe à Léninegrad (analysé par Hisard, 1976), est moins connu que l'article de Knauss qui fut longtemps un texte de base sur le système des courants équatoriaux, cité par de très nombreux auteurs. Khanaichenko nous éclaire cependant de façon fort intéressante sur les découvertes des navigateurs russes qui, s'ils pénétrèrent tardivement dans l'hémisphère austral (en 1803 seulement, alors que le voyage de Bougainville date de 1766), s'illustrèrent malgré cela par de nombreuses mises au point ou découvertes hydrographiques. Elles furent révélées en France dans les *Mémoires Hydrographiques* de l'amiral Krusenstern (1824), ouvrage de très grande réputation, publié en russe, mais aussi directement en français à Saint-Pétersbourg (l'édition en allemand fut publiée à Leipzig, dès 1819 : *Beiträge zur Hydrographie der Grossen Ozean*).

A l'encontre de Knauss, pour Khanaichenko : "*les premières observations du contre-courant équatorial dans le Pacifique sont dues à Krusenstern dans l'est (campagne de la Nadjeda en 1803-1806) et à Kotzebue et Lütke dans l'ouest** grâce aux campagnes du Predpriatie en 1823-1826 et du Séniavin en 1826-1829". Khanaichenko ajoute ensuite que l'on ignore qui observa pour la première fois le contre-courant équatorial dans l'océan Atlantique, mais que celui-ci figure enfin dans l'atlas de Berghaus publié en 1837. Nous verrons que ceci n'est pas tout à fait exact (VIII). Khanaichenko, qui cite Puls, en apportant quelques précisions sur sa biographie, indique comme date importante dans la mise en évidence définitive du contre-courant équatorial, l'année 1853 lorsque, le 14 avril, le géographe anglais "A. Findlay présenta, devant la Société Korolevsky de Géographie** à Londres, les nombreuses évidences de flux Est dans les océans équatoriaux Pacifique et Atlantique, se basant pour cela sur les travaux de Berghaus, Krusenstern, Duperrey, Beechey, etc." (VII).

Knauss et Khanaichenko se sont donc inspirés largement, dans leur introduction, du travail de l'Allemand Puls, travail basé sur les observations mensuelles de tous les journaux de bord des navires allemands que celui-ci avait pu collecter. C'est grâce à la lecture de Puls (dans la traduction de J. Pagès) que nous avons eu connaissance de la carte des courants de Duperrey (1831) qui est en grande partie à l'origine de cette étude (III.3); elle est également mentionnée par Kerhallet.

* Le texte russe comporte deux fois, vraisemblablement par erreur, l'adjectif "est"; d'après le trajet des circumnavigations que l'on peut trouver dans divers documents, dont le *Morskoï Atlas* (Anonyme, 1953), Kotzebue et Lütke ont coupé l'équateur beaucoup plus à l'ouest que la *Nadjeda* de Krusenstern qui, allant des Marquises aux îles Sandwich (actuelles îles Hawaïi), coupa la Ligne vers 150°W; Lütke, cependant, passa également dans l'est du Pacifique avec le *Séniavin* et fit des observations intéressantes de courants, vers 130°W; elles sont rapportées par Kerhallet (cf. II)

** Cette société de géographie parrainera plus tard la célèbre campagne océanographique du *Challenger*, 1872-1876).

I.3 Puls (1895) : la contribution des navigateurs prussiens Harmsen et Wendt (sur le *Mentor* et le *Princess Louise* [1822-1842]) et du naturaliste Meyen (1835).

La contribution de Puls : *Oberflächentemperaturen und Strömungsverhältnisse des Äquatorialgürtels des Stillen Ozeans* (Température et courants de surface de la zone équatoriale de l'océan Pacifique), évoquée plus haut et publiée en 1895 dans *Archiv der Deutschen Seewarte*, est la thèse que l'auteur soutint à la faculté de philosophie de l'université de Marbourg. Puls souligne clairement dans son introduction, que les "*premières observations fiables*" du contre-courant équatorial dans le Pacifique ont été celles du capitaine français Freycinet, en 1819, lors du voyage de l'*Uranie* autour du monde (III.1). Puls indique ensuite que la relation du voyage de l'*Uranie* fut publiée seulement en 1827, et que le capitaine Harmsen du navire prussien *Mentor* ne connaissait donc pas ces observations lorsqu'en novembre 1823 il observa à son tour des courants de dérive dirigés vers l'est, sur la route qui le conduisait vers la Chine, entre Coquimbo (au Chili) et Hawaï; il était, plus précisément, entre 6° et 11° de latitude nord et entre les méridiens 125°W et 130°W (cf. Fig. 1). Son navire, le *Mentor* et un deuxième bâtiment prussien, le *Princess Louise*, commandé par Wendt, étaient, d'après Puls, des "Kgl. Preussischen Seehandlungsschiffe", c'est-à-dire des navires de commerce du royaume de Prusse*, qui, dans l'océan Pacifique, semblent avoir suivi à chaque voyage la même route, ce qui augmentait la confiance dans les observations qui pouvaient se répéter aux mêmes endroits; ces navires accomplirent, de 1822 à 1842, six circumnavigations. Kerhallet (1856) mentionne plus précisément dans son ouvrage (cf. VII) les observations de Wendt entre 6°30'N et 10°30'N et entre les méridiens 127° et 133°W, lors de la circumnavigation du *Princess Louise* en 1830-1832, mais il ne semble pas avoir eu connaissance de celles de Harmsen. Seule, malheureusement, la circumnavigation du *Princess Louise* fut accompagnée par un scientifique, le naturaliste Franz-Julius Meyen; il en publia la relation, en deux volumes, à Berlin, en 1834-1835. Outre les remarques sur le contre-courant équatorial et la critique de la carte de Duperrey (voir plus loin), on trouve dans cet ouvrage la première référence au courant du Pérou sous le nom de "courant de Humboldt". Ces précisions sont extraites d'un article de Berghaus publié en 1842 (*Sammlung physikalischer und hydrographischer beobachtungen*), cité par Paffen et Kortum (1984; traduit par Barszczus, com. pers.). Le *Mentor* et le *Princess Louise* furent affectés à la liaison transpacifique avec la Chine où existait un comptoir commercial prussien (il en reste, aujourd'hui, entre autres, comme souvenir de cette époque allemande, la bière chinoise au goût un peu sucré de Tsingtao).

Puls indique que, lors du troisième voyage du *Princess Louise* (1830-1832), le naturaliste Meyen, qui accompagnait Wendt, observa le contre-courant; il le décrivit en ces termes dans la relation du voyage publiée à Berlin : *Reise um die Erde, ausgeführt auf dem Kgl. preussischen Seehandlungsschiffe Princess Louise in den Jahren 1830-1832* (Voyage autour du monde à bord du...) : "*un contre-courant étroit, serpentant vers l'E et l'E.N.E., entre les deux courants équatoriaux*" ("*Zwischen diesen beiden Äquatorialströmungen findet sich, merkwürdig genug,*

* La "Société Prussienne de Commerce Maritime" fut fondée en octobre 1772 par Frédéric II, sans doute par référence aux "Compagnies des Indes" française et anglaise. Après quelques péripéties, cette société connut un nouvel élan en 1820, après avoir été réorganisée par Frédéric-Guillaume III par un décret du 17 janvier. Celui-ci stipulait que cette institution devait être à la fois financière et commerciale et qu'elle devait œuvrer pour le développement du commerce maritime. Son président était directement responsable devant le roi. A la date de 1853, 123 voyages par mer avaient été accomplis sur différentes mers du globe.

ein schmaler Gegenström, [non souligné par l'auteur] *der sich nach Ost* und ONO hindurchschlängelt*"); il avait auparavant clairement indiqué qu'il se rattachait à l'opinion, communément admise alors, selon laquelle le moteur de toute circulation océanique était le vent, et donc ici les alizés. C'est la référence la plus ancienne que nous connaissions de l'identification précise du contre-courant équatorial de l'océan Pacifique avec, semble-t-il, la prise de conscience du fait que ce courant dirigé contre les alizés dominants, un "contre-courant" (le mot est clairement utilisé ici : "Gegenströmung"), posait un problème dynamique quant à son origine motrice.

Après avoir noté l'existence d'un contre-courant, Meyen indiqua que la représentation qu'en avaient faite récemment Duperrey et Freycinet était d'après lui incorrecte; Duperrey (1831) avait, selon Meyen, représenté sur une carte le contre-courant équatorial avec deux branches, l'une au nord, l'autre au sud de l'équateur, au milieu des courants équatoriaux dirigés vers l'ouest; ceci était, disait Meyen, une représentation inexacte de ce courant : *"bemerkt er, dass deren Darstellung des Oststromes, der in zwei durch einem Weststrom getrennten Armen, einen nördlich, einen südlich vom Aequator, eingetragen ist, unrichtig sei..."*; Meyen ajoutait que, d'après lui, s'il existait deux branches au contre-courant, elles étaient toutes deux situées au nord de l'équateur. Puls, qui cite Meyen, précise que l'on ne pouvait, en fait, juger de cela qu'avec un seul jeu de données, sans doute celles-là même du *Princess Louise*. Cette critique d'une carte du Français Duperrey, que Puls précisait n'avoir lui-même jamais vue, nous intrigua très fortement et nous incita à la rechercher (III.3); l'allusion à une branche possible du contre-courant, au sud de l'équateur, était excitante, car nous savons aujourd'hui qu'un contre-courant équatorial *sud* existe bien en surface, mais, toutefois, seulement lors des années où se manifeste un "El Niño"; Freycinet et Duperrey avaient-ils été influencés dans leurs observations de 1819 et de 1824 par un tel phénomène ? Il s'était effectivement manifesté au cours de ces deux années-là, mais seulement avec une intensité modérée (Quinn *et al.*, 1987, et Annexe 3).

Les courants de dérive des circumnavigations des navires prussiens furent, nous dit Puls, directement à l'origine de l'atlas de courants que publia le géographe allemand Heinrich Berghaus (1837) : *Allgemeine Länder- und Völkerkunde*, grande géographie en cinq volumes; Berghaus utilisa plus précisément les voyages du *Mentor* de 1823 et du *Princess Louise* de 1826-1828, de 1831 et de 1833, ainsi que le précise un tableau sur la carte même. Il traça, comme l'avait fait Duperrey avant lui (III.3), les routes suivies par les circumnavigateurs avec les courants de dérive observés; il utilisa pour cela une base de données qui avait été constituée par le major anglais James Rennell, et que Humboldt avait rapportée d'une visite faite à ce dernier en Angleterre, en 1827. Dans cet atlas, à la réalisation duquel on peut penser que Humboldt s'est certainement intéressé, le contre-courant équatorial est représenté au nord de l'équateur, entre 6° et 10° de latitude, mais seulement entre les méridiens 150° et 120°W. Il apparaît ainsi, de façon un peu irréaliste, ainsi que le souligne Puls, comme interrompu à ses deux extrémités. De plus, les deux traits sinueux qui le bordent au nord et au sud le font paraître un peu comme un fleuve en pleine mer (Fig. 1). Cette représentation, pour partielle qu'elle soit, du contre-courant en 1837 est cependant la première où le contre-courant équatorial est ainsi expressément mentionné sur une carte sous le nom "N. Äquatoriale Gegenströmung"

* "Ost" signifie "est" et a pour abréviation "O"; ceci impose l'emploi de "W" comme abréviation de "Ouest", pour éviter toute confusion.

("contre-courant équatorial nord"). La carte de Berghaus fut reprise et diffusée largement en 1845 dans le *Physikalischer Atlas*; elle fut copiée ensuite en Angleterre, avec très peu de modifications, par Johnston (1843), avec celles de l'océan Atlantique et de l'océan Indien (cité par Kerhallet, 1856). Les cartes de Berghaus connurent ainsi une très large diffusion auprès d'un grand public à qui on présentait, pour la première fois et en couleur, une circulation océanique toute nouvelle pour lui. Les erreurs de tracé qu'elles pouvaient contenir n'en furent que plus difficiles à rectifier ultérieurement; ce fut le cas, par exemple, du courant de Guinée, tracé de façon erronée d'après le schéma proposé par Rennell (1832) dans l'océan Atlantique et dont Berghaus reprit le dessin (VIII).

II. L'APPORT DES MARINS RUSSES : KRUSENSTERN, KOTZEBUE ET LÜTKE

Krusenstern fit, d'après Khanaichenko, les premières observations du contre-courant lors de la campagne de la *Nadjejda* de 1803 à 1806 (cf. Annexe 2). D'après la relation de son voyage, il est clair que Krusenstern (1810-1812; traduction française en 1821) connaissait très bien, du moins dans l'océan Atlantique, l'existence de courants dirigés vers l'est dans la région de confluence des alizés ("contre-courant équatorial" se dit en russe : "courant entre-les-alizés", "Mejepassatnoe tetchenie", et non "contre-courant" : "protivotetchenie" qui, pourtant, existe avec son sens dynamique spécifique). Krusenstern écrit : *"J'attendais impatiemment le vrai vent alizé de nord-est pour retourner à l'est, et je voulais suivre cette direction jusqu'au 20ème degré pour me mettre en sûreté contre les vents du sud et les forts courants de l'ouest* [non souligné par l'auteur] *qui nous attendaient dans les parages situés entre les vents alizés du nord-est et du sud-est ..."* La *Nadjejda* coupa la Ligne, pour la première fois dans l'océan Atlantique, le 26 novembre 1803 par 24°20'W*.

La deuxième traversée de l'équateur eut lieu dans l'océan Pacifique, le vendredi 25 mai 1804, à 3 heures de l'après-midi, par 146°31'W, alors que la *Nadjejda* faisait route vers les îles Sandwich (Hawaï), au terme d'une escale assez longue dans les îles Marquises. Dès le 1°S, Krusenstern observa que : *"la Nadjejda se trouvait dans des calmes relatifs qui ralentissaient sa progression vers le nord; ces calmes alternèrent ensuite avec des vents variables qui se prolongèrent jusqu'à 8°N où l'on trouva enfin les alizés de N-E"...*"une fois même le vent souffla continuellement de l'ouest pendant 16 heures"..."la comparaison entre le point astronomique obtenu à l'aide du chronomètre et l'estime montra que pendant 7 jours, avant d'arriver à l'équateur, le navire avait été entraîné par le courant de 1,5° vers l'ouest"..."mais ce jour-là, [poursuit Krusenstern], nous trouvant à l'équateur, j'observai un courant vers l'ENE de 16 milles par jour qui, le lendemain, disparut; une telle différence dans le courant de cette journée est surprenante". On notera l'attention extrême avec laquelle Krusenstern se préoccupait des courants qu'il rencontrait; ce qu'il observa ce jour-là était peut-être une manifestation en surface du sous-courant équatorial, du fait de la situation de type "El Niño", de forte intensité, de l'année 1804 (Quinn *et al.*), bien que certaines données actuelles suggèrent (Reverdin, com. pers.) que de tels courants de surface font partie du cycle saisonnier normal. L'une des anomalies, peut-être la plus significative, que Krusenstern nota, fut, entre le 19 et le 22 mai 1804, vers 5° de latitude sud. Krusenstern s'étonna alors de voir les courants porter fortement vers le sud. Après avoir pris en compte une telle dérive pour sa navigation, Krusenstern ajouta : *"Sur ces entrefaites, le courant ne porta plus au S.; il resta constamment au N.O. jusqu'à notre arrivée aux îles Sandwich"*; remarque qui confirme, assez clairement, que Krusenstern n'avait pas observé le contre-courant équatorial, ce qui est peut-être normal à la fin du mois de mai, d'après les données les plus récentes des bouées-dérivantes (Reverdin, com. pers.).

Après avoir franchi l'équateur, Krusenstern nota que le temps était très couvert : *"il tombait fréquemment des pluies abondantes; nous en profitâmes pour remplir nos barriques vides"*; Krusenstern ne dit cependant plus rien des courants qu'il aurait pu observer, ce qui laisse penser que le ciel, très nuageux, fut une gêne sérieuse pour les observations

* La cérémonie traditionnelle du passage de la Ligne, qui peut surprendre parfois par certains excès, mais qui était censée à l'origine exorciser les angoisses des premiers marins craignant de pénétrer dans un monde inconnu et très redouté, posa un sérieux problème à Krusenstern; il était, en effet, le seul Russe à bord à avoir déjà subi cette initiation !

astronomiques. Duperrey (cf. plus loin Fig. 3) a représenté, sur sa carte du Pacifique, uniquement des courants dirigés vers l'ouest, le long de la route suivie alors par Krusenstern. L'absence d'observations de dérives dirigées vers l'est, au nord de l'équateur, en plein centre du Pacifique, venant d'un marin de très grande réputation comme Krusenstern, dut poser un réel problème aux hydrographes et aux géographes. On comprend qu'ils hésitèrent à étendre vers l'ouest le tracé du contre-courant d'après les seules observations de Freycinet et des capitaines des navires prussiens. Qui plus est, Krusenstern ne fut pas le seul à ne pas observer de dérives vers l'est dans la traversée de la "zone torride" de l'océan Pacifique. L'hydrographe français Claret de Fleurieu, dans la reconstitution de la route suivie par Marchand (IV.3), n'indique pas non plus, comme nous le verrons, de dérives vers l'est au nord de l'équateur, en juillet 1791; l'année 1791 fut curieusement caractérisée, elle aussi, par un "El Niño" de forte intensité (Quinn *et al.*), même si cela n'explique pas tout.

Kerhallet cite également Krusenstern pour les remarques qu'il fit sur le contre-courant équatorial dans l'extrême ouest de l'océan Pacifique; ce dernier tenait sans doute ces observations de Kotzebue et de la circumnavigation du *Rurik* en 1816, car ses propres navires, la *Nadjejda* et la *Neva*, après leurs navigations dans le Pacifique Nord et une escale à Canton, se dirigèrent vers Sumatra pour rentrer en Europe par l'océan Indien (les routes tracées sur le "Morskoï Atlas" en font foi). Voici ce qu'écrivit Krusenstern, à propos des courants dirigés vers l'est observés au nord de l'équateur, dans ses *Mémoires Hydrographiques* : *"Ces forts courants peuvent être une gêne pour les navires venant de Chine pendant la mousson de SW et qui pénètrent dans le Pacifique par le détroit de Gamen; si on ne fait pas une grande attention à ce courant dirigé à l'E, on est généralement porté de plusieurs degrés dans cette direction; il faut donc le traverser rapidement du N au S pour atteindre le plus promptement possible les vents alizés de SE et passer au sud de l'équateur, où l'on rencontre près de la Nouvelle Guinée un courant à l'W et à l'WNW, avec une vitesse de 15 à 40 milles par jour"*. Kerhallet, après avoir cité Krusenstern, nota : *"ces courants est ne sont probablement pas l'indice d'un vrai contre-courant, mais d'un courant occasionné, du moins en partie, par la mousson de SW"*; on verra plus loin que, sur la première édition de la carte qu'il publia en 1852, Kerhallet indiqua (Fig. 5) dans cette région un courant de mousson alternatif, le "courant des moussons des Carolines"; il ne traça de contre-courant équatorial qu'à l'est de 170°E. Dans la deuxième édition de 1856, Kerhallet, disposant alors, en plus, des observations de Lütke (le *Seniavin* : 1826-1829) écrivit : *"Lütke a trouvé près des îles Carolines des courants à l'E, quoique les vents soufflassent du NE avec force; d'autres navigateurs indiquent également des courants à l'E avec les mêmes vents. Nous serions disposé à croire qu'on a pu prendre le contre-courant équatorial pour un courant produit par la mousson de SW "*. A la suite de ces observations de Lütke, Kerhallet modifia sa carte de 1852 et, dans l'édition de 1856, traça le contre-courant équatorial comme un flux continu vers l'est, sur l'ensemble du bassin équatorial (VI).

D'autres observations de courants par Lütke sont également rapportées par Kerhallet : *"Lütke, dans la partie Est de l'océan Pacifique (le Seniavin coupa l'équateur vers 130°W), a trouvé des courants portant à l'E, au NE et au SE et principalement à cette dernière direction entre l'équateur et les parallèles de 8° et de 10° de latitude nord. La direction moyenne de ces courants était l'E-6°-S (c'est-à-dire 96°, soit pratiquement plein est) et la vitesse 12 milles 1/4 en 24 heures"*. Kerhallet détaille ensuite d'autres observations de Lütke dans l'extrême ouest, réalisées en 1828; il leur consacre deux paragraphes où il précise : *"lors de la route entre les méridiens 161°E et 150°E et entre les parallèles 7°N et 5°30'N, pendant 21 jours, Lütke ne*

rencontra pas une seule fois de courant portant à l'W; au contraire, il eut toujours un courant dirigé à l'E et un peu vers le Sud". La contribution de Krusenstern et de Lütke à la description des courants équatoriaux de l'océan Pacifique et à la réalisation des cartes de Kerhallet (1852a et 1856) furent, de l'aveu même de ce dernier, très importante.

III. LA CONTRIBUTION DES NAVIGATEURS FRANÇAIS

III.1. La campagne de Freycinet (l'*Uranie*, 1817-1820)

Puls dit clairement que les observations du capitaine français Freycinet furent les premières données "fiables" sur le contre-courant dans le Pacifique central; en septembre 1819, l'*Uranie* fut en effet entraînée pendant 12 jours vers l'est par un courant dont la vitesse moyenne était de 30 milles par jour; Freycinet se trouvait alors au sud des îles Sandwich, entre 9°N et 6°N et entre les méridiens 140° et 150°W. Sur la carte de Duperrey (Fig. 3, III.3), la dérive vers l'est subie par l'*Uranie* pendant la traversée du contre-courant est très nette. Il est toutefois inexact de dire, comme Knauss, que Freycinet fut le premier à identifier le contre-courant équatorial de l'océan Pacifique; en effet, si Freycinet observa bien des courants dirigés vers l'est, il n'en parla jamais en termes d'un contre-courant nouvellement reconnu. Il écrit précisément ceci dans la relation du voyage de l'*Uranie* (Freycinet, 1825-1827; vol. 12, pp. 31-32) : *"Parvenu à 9° de latitude Nord je fus étonné de voir les courans* se diriger de nouveau à l'E avec une vitesse quelquefois de 36 milles en 24 h ... ces variations singulières dans la direction et la vitesse des courans se trouveront indiquées au reste avec détail au chapitre suivant ... on verra également que les brises d'Ouest n'ont pas été rares dans des parages où l'on pense que règnent presque sans cesse des vents de la bande orientale"*. Cette dernière remarque suggère peut-être que Freycinet pensait trouver là une explication rationnelle pour les courants vers l'est qui l'avaient ainsi "étonné".

On a vu plus haut que, d'après Meyen, Freycinet aurait observé également, comme Duperrey, une branche de contre-courant au sud de l'équateur (I.3). On constate, en effet, qu'après avoir traversé l'équateur, Freycinet rencontra bien de nouveau des courants dirigés vers l'est, les 16 et 17 octobre 1819 par 7°53'S et 8°33'S et 167°W environ. Ces courants occasionnèrent une dérive vers l'est de 13,7 milles, le 17 octobre. Freycinet note alors que *"les vents étaient faibles et variables de tous les points du compas; le temps était très couvert, avec pluies et éclairs."* L'*Uranie* traversait alors, très probablement, la zone de convergence spécifique du Pacifique occidental sud (la SPCZ)**. D'assez nombreuses relations historiques à caractère parfois anecdotique, font état, dans cette première moitié du XIX^e siècle, de ce que l'on considéra pendant longtemps comme une anomalie de la circulation océanique; le contre-courant équatorial sud s'exprime, en fait, en surface, principalement pendant les années caractérisées par un "El Niño"; ces observations eurent cependant pour auteurs des personnages aussi célèbres que Humboldt (1817), Dillon (1830) et Beechey (1831) dont les hydrographes avaient très certainement lu attentivement les relations de voyage (cf. Annexe 3), mais dont, apparemment, ils ne tinrent pas compte. Wilkes (1845) observa également des courants dirigés vers l'est, au sud des îles Fidji, courants dont il fait quant à lui clairement état dans sa relation (cf. V); cependant, à ces latitudes, on se trouve en dehors du domaine de la manifestation habituelle du contre-courant sud (Reverdin, com. pers.).

* Nous respectons ici, comme ailleurs, l'orthographe de "courant" qui perdait le "t" final au pluriel; il en est de même pour "tournant" que nous rencontrerons aussi.

** Le contre-courant équatorial sud ne sera redécouvert que dans les années 1960; les océanographes de l'ORSTOM, du centre de Nouméa, contribueront de façon significative à son identification sans se douter que d'illustres navigateurs les avaient précédés; cf. : Jarrige, 1968; Merle *et al.*, 1969; Donguy *et al.*, 1970.

Freycinet ne s'intéressa pas beaucoup, semble-t-il, aux mesures de courants dont le jeune enseigne de vaisseau Duperrey (âgé de 24 ans) avait alors la charge à bord de l'*Uranie* (Duperrey deviendra ensuite commandant de la *Coquille*, cf. § suivant); Freycinet note en effet dans la relation de son voyage : "*Je n'ai pas cru devoir consacrer un paragraphe particulier aux observations que nous avons faites sur les vents et sur les courans pendant notre navigation dans le Grand-Océan ni même en faire une mention particulière ...*". Lors du rapport scientifique du voyage de l'*Uranie*, établi sous la responsabilité de Humboldt, Cuvier, Desfontaines, Rossel, Biot, Thénard et Gay-Lussac, qui fut lu par Arago à la séance de l'Académie Royale des Sciences du 23 avril 1821, il ne fut pas non plus question des courants qui avaient été observés (Humboldt dut cependant certainement les regarder avec intérêt). Après la relation du voyage, auquel son frère Jacques avait participé comme dessinateur, Arago présenta les résultats des oscillations du pendule (étude du champ de la pesanteur), puis ceux sur le magnétisme (positionnement de l'équateur magnétique); il parla ensuite de géographie, du positionnement précis d'îles nouvelles, ou mal indiquées sur les cartes, et dont on avait rectifié la position. Il présenta ensuite le rapport, toujours très attendu, sur le bon fonctionnement des chronomètres, déterminant pour le progrès des connaissances géographiques. Enfin, au chapitre de l'hydrographie, où il aurait pu être question des courants, la seule note d'océanographie concerna 55 flacons d'eau de mer qui avaient été prélevés dans le but de savoir, à la propre demande d'Arago, si la salinité de surface était plus élevée au sud qu'au nord de l'équateur*.

III.2. Les observations de Duperrey (la *Coquille*, 1822-1825)

Après le voyage autour du monde de l'*Uranie*, Duperrey fut chargé d'une nouvelle campagne scientifique; il accomplit une deuxième circumnavigation de 1822 à 1825 à bord de la *Coquille*. Le thème des recherches concernait principalement le magnétisme terrestre; Duperrey devait positionner l'équateur magnétique par le suivi de l'angle de la "boussole d'inclinaison" avec le plan horizontal. Il traversa pour cela à plusieurs reprises la zone équatoriale de l'océan. Pour déterminer la position de son navire, Duperrey en contrôlait la route avec cinq "montres marines" (cf. Annexe 1); par conséquent, les valeurs des courants de dérive qu'il obtint sont sans aucun doute d'une très grande qualité. La relation scientifique préliminaire du voyage de la

* Les flacons de salinité recueillis par Freycinet eurent beaucoup de chance de résister au naufrage de l'*Uranie* aux îles Malouines en février 1820, alors que la campagne, jusqu'alors pleine de succès, touchait presque à son terme. Cet incident dramatique ne fit heureusement aucune victime; l'essentiel des collections fut sauvé. Ce naufrage obligea cependant Freycinet à revenir en France à bord d'un navire américain qu'il acheta et qu'il rebaptisa la *Physicienne* (un hommage peut être rendu discrètement ici, en plus d'un minuscule atoll baptisé Rose dans les Samoa, à son épouse qui l'avait accompagné à l'insu des autorités dans ce voyage périlleux autour du monde. Rose de Freycinet s'était toujours comportée avec un très grand courage, ne serait-ce que lors du naufrage; celui-ci eut lieu alors que l'*Uranie* venait de traverser d'un seul bord l'immensité du Pacifique sud, depuis Port Jackson (Sydney) quitté le jour de Noël 1819. Après avoir doublé relativement facilement le cap Horn (il est vrai d'ouest en est), Freycinet avait décidé une relâche rapide aux îles Malouines; alors que le mouillage était en vue, le navire talonna sur une roche à peine découverte; c'était le 24 février 1820. Le séjour forcé sur ces côtes hostiles se prolongea jusqu'au 8 mai, en compagnie des dix "convicts" échappés de la Nouvelle-Hollande; ils avaient déjoué la surveillance lors de l'appareillage (en réalité neuf bagnards anglais, plus un français). Duperrey rendra plus tard un hommage courtoisement discret, à Rose de Freycinet, en baptisant, du nom de jeune fille de Mme Freycinet, Pinon, la fleur d'un hibiscus et une colombe de l'île Rawak, lors de la campagne de la *Coquille*).

Coquille fut publiée dans les *Annales Maritimes et Coloniales* en 1828, mais Duperrey n'y traite pas des courants qu'il aurait pu observer; qui plus est, il n'en dit rien non plus dans les sept volumes de la relation du voyage de la *Coquille*, qui furent publiés de 1827 à 1829. On trouve cependant dans l'atlas de Duperrey deux cartes de navigation sur lesquelles sont rapportés les courants de dérive observés. La carte des courants de l'océan Pacifique dont il est question *in* Puls pour les critiques qu'elle provoqua de la part de Meyen (I.3), se trouve quant à elle isolée, à part, dans le volume *Hydrographie et Physique* (III.3).

Les deux cartes de l'atlas (numéros 26 et 33) concernent la zone de développement du contre-courant équatorial; la carte n° 33 couvre l'ensemble de l'archipel des Carolines, et recouvre, à l'est, le tracé des courants observés le long des îles Gilbert, thème plus précisément de la carte n° 26 (Fig. 2). Sur ces cartes, on voit nettement les dérives vers l'est dues au contre-courant équatorial nord entre 2° et 6°N, après que la *Coquille* eut "rangé" le bord ouest de l'archipel des Gilbert. Ces observations sont du 21 au 26 mai 1824; le contre-courant le plus fort fut observé à 5°N : 40 milles par jour au NNE. Lorsque la *Coquille* quitta l'archipel des Carolines et redescendit vers l'équateur dans l'extrême ouest du Pacifique, en juillet 1824, elle rencontra à nouveau de forts courants de direction est pendant plusieurs jours; l'équateur fut ensuite franchi une dernière fois dans l'océan Pacifique, vers 132°E, le 14 juillet 1824. Au sud de l'archipel des Gilbert, Duperrey rencontra également, comme Freycinet, des courants de dérive vers l'est, les 4 et 5 mai 1824, vers 10°S (on retrouvera ces courants, ainsi que l'année 1824, en Annexe 3).

III.3. La carte de Duperrey (1831)

La carte de Duperrey, qui porte gravée la date de 1831, ne se trouve pas, comme on pourrait s'y attendre, dans l'atlas des cartes qui fut publié avec les sept volumes de la relation du voyage de la *Coquille*; elle est insérée, en fait, après la dernière page (p. 294) du chapitre 3 ("Observations météorologiques") de la 3^e partie du 7^e volume (*Hydrographie et Physique*), publiée de 1829 à 1830. Cette carte, hors atlas, n'est pas répertoriée dans les catalogues du Département des cartes et des plans de la Bibliothèque Nationale; nous l'avons trouvée presque par hasard en consultant la relation du voyage de la *Coquille* à la bibliothèque de la Marine à Vincennes. Ses dimensions sont modestes, 23 sur 37,5 cm. Elle ne fait l'objet d'aucun commentaire particulier dans le chapitre 3, ni dans les deux chapitres qui précèdent qui traitent, l'un des observations du pendule (pp. 1-114), l'autre du magnétisme terrestre (pp. 115-234). La contradiction apparente entre l'année "1831", gravée sur la carte, et l'année de la publication de la troisième partie immédiatement attenante, 1829, suggère que les travaux de publication de Duperrey furent probablement perturbés par la Révolution de 1830 (comme le souligne Dunmore, 1965 et 1969). Duperrey dut sans doute se résigner à sauver ainsi une carte qu'il avait peut-être préparée pour une œuvre plus importante à paraître plus tard, mais il craignit peut-être qu'elle ne vît jamais le jour*.

* Le volume 1 qui concerne la relation du voyage et qui se trouve à la Bibliothèque du Service historique de la Marine, à Vincennes, avec l'ensemble de la publication, est relié hâtivement avec une couverture indiquant faussement "Botanique" par M. Dumont d'Urville (le second de Duperrey); le volume se termine (p. 202) au milieu d'un mot du milieu d'une phrase ("*tous les habitants* (de la Concepcion au Chili) *ont déclaré solennelle...*") (noté aussi par Dunmore). Un exemplaire isolé du volume 7 de la relation du voyage de la *Coquille*, celui contenant la carte de courants de Duperrey, peut être consulté également à l'Institut Océanographique de Paris.

La carte de Duperrey, reproduite partiellement dans la Fig. 3, a pour titre : "Carte du mouvement des eaux à la surface de la mer dans le Grand-Océan Austral" (appellation de l'océan Pacifique; le nom "Mar Pacifico" donné par Magellan, qui n'avait pas rencontré la moindre tempête lors de sa traversée de trois mois et vingt jours au cours de l'été austral 1519-1520, ne fut donc pas retenu tout de suite); cette carte couvre en latitude la zone 25°N-70°S et débord sur l'océan Atlantique le long des côtes du Brésil et de l'Argentine. Sur ce document, Duperrey a groupé les observations des courants de dérive recueillies lors des circumnavigations ayant précédé celle de la *Coquille*; il y a ajouté celles qui suivirent immédiatement de Hyacinthe de Bougainville (le fils du grand navigateur) et de Beechey, réalisées entre 1825 et 1828; la carte concerne donc les circumnavigations de Cook, 1773-1775 (le deuxième voyage seulement), de Lapérouse, 1786, de Marchand, 1791, de d'Entrecasteaux, 1792-1793, de Krusenstern, 1804, celles de H. de Bougainville 1825-1826 et de Beechey, 1825-1826 et 1827-1828 et, bien sûr, celles de l'*Uranie* et de la *Coquille* (les années indiquées sont celles où le navire se trouvait dans le Pacifique). Quelques grandes flèches soulignent les grands courants, mais le contre-courant équatorial n'est pas indiqué. D'après la carte de Duperrey, certains circumnavigateurs, et non des moindres, semblent en effet ne pas l'avoir observé; il s'agit de Lapérouse (avril 1786), Marchand (juillet 1791), ou encore, comme nous l'avons vu, Krusenstern (mai-juin 1804), tous les trois dans le Pacifique central, non loin justement de la route de l'*Uranie*; de ce fait, les observations de Freycinet, telles que représentées sur la carte de Duperrey, sont même un peu surprenantes tant la dérive subie est importante; elle contraste avec les autres navigations immédiatement adjacentes. Il faut aller plus loin à l'est pour trouver Beechey, vers 100°W, en mars 1828, et de nouvelles dérives vers l'est vers 10°N, ou bien, beaucoup plus à l'ouest, vers 170°E et à nouveau vers 130°E, où il s'agit là de Duperrey lui-même que les courants de dérive portaient vers l'est au nord de l'équateur. On a déjà vu une explication possible à l'absence d'observations de courants dirigés vers l'est de la part de Krusenstern en 1804 (forte nébulosité ayant pu gêner les observations ou absence réelle, saisonnière ou non, du contre-courant), mais qu'en est-il de Lapérouse et de Marchand ?

Les courants de dérive de Lapérouse sont connus grâce aux soins qu'eut ce dernier d'envoyer des copies de son journal de bord lors des différentes escales; la dernière relation du voyage, ou plutôt l'avant-dernière (car un courrier fut transmis ensuite depuis Botany Bay en Nouvelle-Hollande, actuelle Australie), fut portée, on le sait, par J.B. de Lesseps qui revint en France à travers la Sibérie, après l'escale au Khamchatka (il avait été choisi bien avant le départ de France pour sa connaissance du russe). D'après les valeurs des courants, telles que les a rassemblées, sous forme de tableau, un hydrographe français Lartigue que nous retrouverons plus loin (VIII.2), on constate, contrairement à ce que semble indiquer Duperrey sur sa carte, que Lapérouse a bien observé un courant dirigé vers l'est, d'abord sur l'équateur entre 1°S et 1°N (vers 120°W), puis de nouveau à 4° et 5°N, à cette même longitude, fin avril-début mai 1786. Cette contradiction nous a conduit à un retour à la publication originale de Milet-Mureau (1798) rééditée en fac-similé, en 1981, par l'éditeur J. de Bonnot (Paris). On lit (pp. 102 et 103 du "*Chapitre sixième*"), sous la plume même en quelque sorte de Lapérouse : "*M. Dagelet dans cette traversée comme dans toutes les autres [on est en avril 1786 et l'*Astrolabe* qui a quitté l'île de Pâques; se dirige vers les îles Sandwich, actuelle Hawaï] ne laissait jamais échapper l'occasion de faire des observations de distances [il s'agit de distances lunaires, c'est-à-dire de la distance apparente entre la Lune et le Soleil, ou des étoiles, pour déterminer la longitude à*

partir de la distance vraie, d'après la hauteur des astres et des "tables" de la Lune]; *leur accord avec les montres de M. Berthoud était si parfait que la différence n'a jamais été que de 10 à 15 minutes de degré; elles se servaient de preuve l'une à l'autre. M. de Langle avait des résultats aussi satisfaisants, et nous connaissions chaque jour la direction des courans par la différence de la longitude estimée à la longitude observée; ils nous portèrent à l'ouest jusqu'à 1° de latitude sud, avec une vitesse d'environ trois lieues en 24 heures* [une lieue marine française, ou anglaise, équivaut au vingtième d'un degré]; *ils reversèrent ensuite à l'est avec la même vitesse, jusque par les 7° nord* [non souligné dans le texte] *qu'ils reprirent leur cours à l'ouest; et à notre arrivée aux îles Sandwich, notre longitude différait à peu près de 5° de la longitude observée en sorte que si, comme les anciens navigateurs, nous n'avions jamais eu aucun moyen d'observations, nous aurions placé les îles Sandwich 5° plus à l'est. C'est sans doute de cette direction des courans peu observée autrefois que proviennent les erreurs des cartes espagnoles; car il est remarquable qu'on a trouvé, dans ces derniers temps, la plupart des îles découvertes par Quiros, Mendana et autres navigateurs de cette nation mais toujours trop rapprochées, sur leurs cartes, des côtes de l'Amérique...".* Lapérouse a donc bien observé les effets du contre-courant équatorial; il a même souligné l'influence que les courants équatoriaux avaient pu avoir en général sur le positionnement des différentes îles en l'absence de moyens précis de détermination de la longitude. Ce texte confirme bien les valeurs relevées par Lartigue; elles permettent de s'interroger sur l'origine exacte des données utilisées par Duperrey, ou sur l'interprétation qu'il en fit.

Le capitaine Etienne Marchand était, lui, un marin du commerce; il commandait le *Solide*, chargé par une maison de Marseille (les Baux) d'aller chercher des fourrures dans les régions arctiques du Pacifique. Son voyage couvre les années 1790-1791; il est connu principalement par la relation qu'en fit l'hydrographe français Fleurieu (1798-1808) à partir de différents documents. Fleurieu s'intéressa de très près au voyage de Marchand. Ce dernier avait atterri, en effet, sur l'archipel des Marquises en juin 1791. Marchand avait cru qu'il était le premier à découvrir les îles du groupe nord, non découvertes en tout cas par les Espagnols en 1495; il en releva la position et en prit possession au nom de la France, les baptisant "îles de la Révolution"*.

* Marchand appela ces îles : île Marchand (Ua Pou), île Baux (Nuku Hiva), Les Deux Frères (Motu Iti) et îles Masse et Chanal (Eiao et Hatutu). Mais le marin français avait, en fait, été précédé de peu de mois par l'Américain Ingraham sur le *Hope*; ce dernier donna à ces îles (globalement dénommées îles Washington) des noms de son pays, comme île Lincoln pour Ua Pou et île Franklin pour Motu Iti. Le capitaine anglais Hergest sur le *Daedalus*, parvint à son tour dans cet archipel en 1792, et donna de nouveaux noms aux îles; Motu Iti devint par exemple l'île Hergest et Ua Pou, l'île Trevenin. Mendana avait baptisé en 1495 les îles du groupe sud-est : La Dominique (Hiva-Oa), Santa Magdaléna (Fatu Hiva), Santa Christina (Tahuata), prénoms des marquises espagnoles, filles de Doña Isabel qui l'accompagnait, et une dernière, San Pedro (Motane), du nom de son bateau. Devant cette avalanche de noms que compliquaient des positionnements souvent imprécis, le navigateur russe, Krusenstern, recommanda, lors de son passage en 1804, de revenir aux noms d'origine locale; mais il en reproduisit bien évidemment les intonations gutturales, en caractères cyrilliques ! Ua Huka devint, un temps, Roua Houga, et Ua Pou, Roua Poua, selon la transcription phonique qu'en donna ensuite Dumont d'Urville. Fleurieu tenta de retracer la navigation de Marchand pour préciser la position des îles découvertes et démêler ce véritable puzzle. Pour la petite histoire, Krusenstern introduisit aux îles Marquises le premier couple de chèvres qui firent aussitôt l'objet d'un "tabou". Les chèvres se multiplièrent alors, comme les vaches sacrées des Indes, causant d'importants dégâts à la végétation et provoquant l'érosion du sol. Leur nombre actuel, toujours aussi élevé, ne diminue que par les chutes en mer depuis les falaises très escarpées qui entourent ces îles. Les requins en font leur profit, comme nous avons pu le constater lors de notre passage sur le navire océanographique *Coriolis* en 1964 : le ventre ouvert d'un requin-tigre, qui venait d'être pêché par les habitants de Nuku Hiva, et qui laissait échapper de petits requins bien vivants, contenait également une magnifique paire de cornes en cours de digestion sans doute prolongée !

Les courants de dérive du *Solide*, redéterminés par Fleurieu et publiés dans le *Journal de Marchand*, sont malheureusement sujets à caution, quelles que soient, par ailleurs, les grandes qualités de marin de Marchand, soulignées par Fleurieu, car il ne disposait que d'une "horloge de sable" pour estimer sa longitude; il précise d'ailleurs dans son journal : "*Je n'eus à regretter qu'un cronomètre ou gardetems que je ne pus pas me procurer m'y étant pris trop tard; mais j'espérai y suppléer par la méthode des distances lunaires pour déterminer les longitudes*" (in Carpine-Lancré, 1992). Fleurieu écrit (pp. 195-196), alors que le *Solide* précisément traverse la zone équatoriale (il coupa la Ligne vers $143^{\circ} 1/4$ le 27 juin 1791) : "*Depuis le 25 du mois de juin c'est à dire dans l'intervalle de 25 jours le mouvement des eaux avait porté le vaisseau hors de sa route apparente, de $1^{\circ}46$ mn ou cent un milles dans l'ouest et $1^{\circ}54$ mn ou $1/4$ de mille dans le nord et lui avait fait parcourir dans la direction du NW $3^{\circ}1/4$ N un chemin de 153 milles dont l'estime n'avait pu tenir compte. On a cependant lieu de croire que la totalité de l'erreur n'a pas pour cause unique l'action des courans, et qu'une partie doit en être attribuée à l'erreur de l'horloge de sable qu'on employoit pour mesurer la vitesse du sillage, et qui indiquait une durée trop courte de 2 ou 3 secondes sur 30, ou d'environ un douzième... Des observations de longitude, faites le 23, le 24 et le 26 juillet, indiquèrent que, dans les parages où le *Solide* avoit navigué dans les intervalles de ces époques, le mouvement des eaux vers l'ouest avoit été peu considérable. Mais leur tendance vers le Nord avoit été plus sensible; on eut une erreur en latitude de 21 minutes, du 23 au 24; et les autres jours, l'erreur varia de 5 à 10 minutes, par 24 h.*". Dans le journal de navigation de Prosper Chanal, second-capitaine à bord du *Solide*, reproduit par Fleurieu, on constate cependant qu'à partir du 3 juillet 1791, alors qu'il se trouvait vers 7° N, le *Solide* aurait subi une dérive vers l'est; elle le déporta de $144^{\circ} 38'$ W, le 3, à $143^{\circ} 41'$ W, le 7, à la latitude estimée de $11^{\circ} 36'$ N, soit environ 60 milles en quatre jours vers l'est; était-ce le contre-courant ? Il ne semble pas que Duperrey en ait, en tout cas, tenu compte.

Peut-être, tout compte fait, Duperrey aurait-il dû s'abstenir d'utiliser les données de Marchand comme le suggérera Findlay* et cela quelle que soit, par ailleurs, la considération qu'il devait au grand hydrographe Fleurieu**. *A contrario*, ne pas utiliser ces données aurait pu faire courir le risque de perdre des renseignements précieux car encore rares, d'autant que Marchand avait révélé, au dire de Fleurieu, un talent de navigateur exceptionnel (il avait fait le trajet de Marseille aux Marquises sans aucune escale, sans recalcr sa longitude et avait atterri,

* Findlay réfutera les données de courants de la navigation de Marchand pour ce qui est plus particulièrement du "tournant de Fleurieu", vortex anticyclonique de la circulation du Pacifique nord-est : "*A portion of this area has been noticed as a vortex by Fleurieu, from the voyage of Marchand in the Solide; but this voyage is not satisfactory for establishing currents*"; Berghaus et Kerhallet maintiendront, cependant, sur leurs cartes, ce vortex avec le nom de Fleurieu (cf. à ce sujet, Carpine-Lancré; on peut se demander si toutefois ce vortex, découlant d'une forte circulation dirigée vers le nord, à l'est des Hawaï, ne résultait pas directement des conditions "El Niño" particulières de l'année 1791 ?)

** Charles Pierre Claret, comte de Fleurieu (1738-1810), était originaire de Lyon; il consacra une partie de sa vie et de sa fortune au problème de la détermination en mer des longitudes (cf. Annexe 1). Directeur-Général des arsenaux en 1776, il dressa le plan des opérations navales pendant la guerre d'Indépendance des États-Unis et rédigea les instructions de Lapérouse pour son voyage de circumnavigation. Ministre de la Marine sous Louis XVI, mal secondé par l'Assemblée Constituante, il ne put réprimer l'insubordination des équipages. Gouverneur du Dauphin, il fut emprisonné sous la Terreur. Sa réputation d'homme de science et son habileté de diplomate le sauvèrent de la guillotine. Napoléon le nomma au Conseil des Anciens jusqu'au 18 fructidor. Fleurieu mourut à Paris, conseiller d'État, sénateur et gouverneur des Tuileries.

malgré cela, directement, sur Tahuata ou Santa Christina). Coïncidence, l'année 1791 fut une nouvelle fois marquée par un épisode "El Niño" qui semble, de plus, avoir été très intense; il est coté "5" ("very strong") in Quinn *et al.*; peut-être y a-t-il, de ce fait, dans les données de Marchand, d'autres observations dignes d'intérêt ? Ainsi Duperrey, pour établir sa carte de courants, disposait de résultats contradictoires, tout au moins dans le Pacifique central au nord de l'équateur; il lui était difficile d'ignorer les observations de Krusenstern, de Lapérouse et même de Marchand; dans ce contexte, les seules observations de Freycinet à bord de l'*Uranie* vers 150°W, et même celles que lui-même avait faites vers 170°E, furent jugées insuffisantes pour identifier un nouveau courant, surtout un "contre-courant" coulant vers l'est contre les alizés dominants. Berghaus (1837) aura plus de chance en disposant, en plus, des données du *Mentor* et du *Princess Louise*, dont Duperrey n'eut pas apparemment connaissance; elles permirent au géographe allemand de valider en quelque sorte les observations de Freycinet quelques degrés de longitude plus à l'est. Mais Berghaus n'osa pas, cependant, lui non plus, étendre plus à l'ouest ce "contre-courant" qui n'apparaissait pas dans les autres jeux de données (fondamentalement, bien sûr, les mêmes que ceux dont avait disposé Duperrey), d'où la curieuse représentation qu'il fit sur sa carte d'un contre-courant sans origine précise, ni terminaison (cf. Fig. 1).

IV. LES OBSERVATIONS DU NAVIGATEUR ANGLAIS BEECHEY (1831) À BORD DU *BLOSSOM* (1825-1828)

Le navigateur anglais Beechey, dont les observations sont rapportées par Duperrey, Puls, Khanaichenko et Kerhallet, accomplit à bord du *Blossom* deux voyages d'exploration dans le Pacifique entre 1825 et 1828. Son objectif principal était la recherche d'un passage par l'océan Arctique entre le Pacifique et l'Atlantique; il se portait également au secours de l'explorateur Franklin dont on était sans nouvelles. Beechey réalisa, pendant l'hiver boréal, un travail d'hydrographie extrêmement soigné dans l'archipel des Tuamotu (au cours duquel il recueillit un groupe de naufragés polynésiens; leur histoire confirme qu'il y eut bien en 1824, année des observations de Duperrey, une circulation vers l'est au sud de l'équateur; cf. Annexe 3)*.

La relation du deuxième voyage du *Blossom* fut publiée à Londres en 1831 : *Narrative of a Voyage to the Pacific and Behring's Strait performed on the Ship Blossom*. Dans les deux volumes de cet ouvrage, Beechey ne donne pas les éléments chiffrés de sa navigation car, dit-il, ce serait trop volumineux. Il consacre, en revanche, une page (p. 676, vol. 2) aux courants qu'il a observés; il donne l'intensité moyenne des courants équatoriaux, puis il écrit très simplement : "In both oceans it appears to be on the whole a north-easterly current between the trade-winds [non souligné dans l'original]; we found that in the Atlantic average 13 miles a day, and in the Pacific 23 miles a day". Beechey eut donc assez tôt clairement conscience de l'existence d'une circulation générale vers l'est, dans la zone de confluence entre les alizés des deux hémisphères; même s'il n'utilise pas le mot "contre-courant", cette citation est remarquable à la date de 1831; elle anticipe de peu celle de l'Allemand Meyen datée, elle, de 1835. La connaissance par Beechey de ces courants de direction est provenait sans doute également des observations rapportées par Cook. Toutefois, Beechey a réellement observé par lui-même le contre-courant équatorial; ainsi, Kerhallet note, dans son ouvrage de synthèse sur la navigation dans l'océan Pacifique : "*Beechey a trouvé entre l'équateur et le parallèle de 4°N, allant des îles de Taïti aux Sandwich, un courant portant au NNE avec une vitesse par jour de 18 milles en moyenne*"; c'était en mai 1826. D'après la carte de Duperrey, Beechey trouva aussi de l'est sur le méridien 100°W, entre 10°N et 15°N, en mars 1828 (courant sans doute clairement distinct du contre-courant équatorial normalement rapporté; Reverdin, com. pers.); en revanche, ni Kerhallet, ni même, et c'est plus surprenant, le géographe anglais Findlay, ne citent d'observations de courants dues à Cook, du moins pour les régions équatoriales (cf. VIII).

* Beechey relâcha également dans l'île Pitcairn; il consacre deux chapitres de son *Narrative* à sa rencontre avec la petite colonie des descendants des mutins du *Bounty*, et surtout au témoignage qu'il recueillit du dernier survivant européen, l'ex-charpentier de ce navire John Adams, devenu le patriarche-rédempteur de la petite communauté.

V. LES CONTRIBUTIONS DES AMÉRICAINS WILKES (1845) ET HUNTER (1846)

De 1838 à 1842, une importante campagne d'exploration ("US-Exploring Expedition) fut réalisée par les Américains, sous la direction de Charles Wilkes, responsable du "Département des instruments et des cartes" de la marine américaine. Cette expédition visita de nombreux pays; elle comporta jusqu'à six navires à la fois, parmi lesquels : le *Vincennes*, le *Peacock*, le *Porpoise*, le *Relief*, le *Sea Gull*, le *Flying Fish* et l'*Oregon*. La relation de ces campagnes en cinq volumes et un atlas, comportait de nombreuses descriptions géographiques; elle fut publiée à partir de 1845. Dans le volume 5, il y a une carte des courants de l'océan Pacifique, sur fond de couleur, qui indique également la température de surface de la mer et les zones de pêche potentielles pour les baleines (Fig. 4); elle s'intitule : "Map illustrative of the currents and the whaling grounds by the US Ex. Ex.". Sur cette carte, le contre-courant équatorial est clairement dessiné de la Nouvelle Guinée jusqu'au méridien 140°W; c'est, d'après nos recherches, une "première" à cette date précise de 1845. Dans le volume 5 (p. 454 et suivantes) du *Narrative*, le chapitre XII ("Currents and Whaling") est presque entièrement consacré, ce qui est nouveau aussi dans un tel *Narrative*, aux courants de l'océan. Wilkes y parle très clairement (p. 475) du contre-courant équatorial qu'il nomme précisément ainsi : "*On our route to the northward we crossed a stream setting to the westward, which extends as far west as the Kingsmill group [les îles Gilbert], between the latitude of 2°S and 3°N; after leaving which we encountered another, setting with equal velocity to the east between the latitudes of 4° and 9°N. This last tropical countercurrent [non souligné dans l'original] was traced by us between the same parallels nearly across the Pacific from longitude of 170°E to the longitude of 138°W. We had no opportunity of ascertaining ourselves whether it exists to the westward of the Mulgrave islands [au nord des îles Gilbert], but Horsburgh and several other authorities mention the prevalence of an easterly current as far to the west as the Sea of Celebes, and particularly in the latitude of 4°N*".

Le capitaine anglais James Horsburgh, cité par Wilkes, est l'auteur, très réputé, de l'*India Directory* (1825), présent sur la passerelle de tous les navigateurs qui se rendaient alors d'Europe dans l'océan Indien (cet ouvrage, d'un grand intérêt, fut traduit en français par Le Prédour en 1837-1839 sous le titre *Instructions Nautiques sur les Mers de l'Inde*). Nous n'avons pas trouvé dans ce texte, mais peut-être est-ce d'un autre qu'il s'agit, le passage auquel Wilkes fait référence; Horsburgh a certainement utilisé pour sa description, comme le fit Kerhallet, les *Mémoires Hydrographiques* de Krusenstern et le passage relatif aux courants dirigés vers l'est au nord de la Nouvelle-Guinée. Après les citations de l'Anglais Beechey (1831) et de l'Allemand Meyen (1835), la description de l'Américain Wilkes (1845) est l'une des plus significatives que nous ayons trouvée du contre-courant équatorial de l'océan Pacifique. C'est elle, précisément, qui incita Kerhallet (VI) à tracer le contre-courant équatorial d'un bout à l'autre du Pacifique quand il modifia la gravure de sa carte de 1852 pour l'édition de 1856.

Wilkes voulut cependant dépasser le cadre de ses seules observations et émettre une hypothèse, dont nous savons aujourd'hui qu'elle est fautive, sur l'origine du contre-courant équatorial; pour lui, ce contre-courant devait être la continuation d'un courant de l'océan Indien qui "*longe la côte ouest de la Nouvelle-Hollande [l'Australie]. Après qu'il a contourné la Nouvelle-Hollande il se dirige entre les Célèbes et la Nouvelle-Guinée pour pénétrer dans l'océan Pacifique par les détroits formés entre cette dernière île et celle de Mindanao*" (cité par

Kerhallet; il existe toutefois, effectivement, un courant dirigé vers l'est qui passe entre les Célèbes et Mindanao (Reverdin, com. pers.). Wilkes reconnut également l'importance des courants de direction est, au sud de l'équateur; il note (p. 472 et 474) que le courant portait vers l'est au sud des Samoa et de plus : *"a strong current also sets to the eastward, on the southern side of the Feejee group"* [non souligné dans l'original].

Un autre Américain, cité par Kerhallet pour ses remarques sur le contre-courant équatorial dans l'ouest du Pacifique, est le capitaine Hunter du *Marshall-Bennett*. Hunter publia des notes de navigation dans le *Nautical Magazine* de 1846. Au cours de l'année 1835, puis à nouveau en 1840, Hunter navigua au nord des îles Salomon et de la Nouvelle-Guinée; il remarqua qu'il existait des courants dirigés vers l'est, au nord du courant équatorial; ils permettaient, écrit-il, de *"s'avancer vers l'est dans l'océan Pacifique à une époque où, du fait de la mousson de NW non encore établie, on croyait cette navigation impossible"...* *"On peut gagner vers l'est, j'en suis convaincu, à toutes les époques de l'année en suivant la même route, c'est-à-dire en se maintenant au nord du courant équatorial du sud et à la limite des vents généraux [les alizés]. Le plus ordinairement, on trouvera sur cette limite des vents variables dépendant de l'ouest et souvent un courant favorable"*. Après cette citation, Kerhallet (1856) écrivit (VI) : *"Ces faits confirment pleinement l'opinion émise plus haut sur l'existence d'un contre-courant plus ou moins large et séparant le courant équatorial du nord du courant équatorial du sud. Le contre-courant équatorial* [non souligné dans l'original] *a été indiqué dans presque toute l'étendue en largeur de l'océan Pacifique par différents navigateurs"*.

VI. LES CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES SUR L'Océan Pacifique DE KERHALLET (1852a ET 1856)

Nous avons cité, plusieurs fois déjà, Kerhallet*, à qui l'on doit plusieurs éditions de documents d'aide à la navigation. La première édition des *Considérations générales sur l'Océan Pacifique* fut publiée en 1852. Sur la carte des courants qui porte gravée cette date (Fig. 5), Kerhallet a représenté le "contre-courant équatorial du Nord" à l'est de 150°W; il prend toute sa puissance à l'est de 130°W. Dans l'ouest, au sud des îles Marshall, les courants sont beaucoup plus fluctuants en direction et, plus à l'ouest, entre l'équateur et l'archipel des Carolines, Kerhallet indique qu'il existe d'avril à octobre un courant dirigé vers l'est, le "Courant des Moussons des Carolines". Pour la deuxième édition de 1856, Kerhallet disposa des observations supplémentaires du contre-courant obtenues par Lütke, Wendt et Hunter; dans cette nouvelle édition, la carte de courants (Fig. 6) continue à porter gravée la date de 1852, malgré les corrections qu'elle a subies; Kerhallet a supprimé la référence au "Courant des Moussons des Carolines"; il a fait ajouter l'inscription "contre-courant équatorial" juste à l'est des îles Gilbert et il a conservé dans le Pacifique oriental la mention "Contre-courant équatorial du Nord"; la représentation, de facture moderne, des courants par des lignes de flux, utilisée déjà par Kerhallet, révèle ici clairement la continuité du contre-courant équatorial; il semble "sortir" d'un détroit de l'archipel des Célèbes (acceptation peut-être de l'hypothèse émise par Wilkes). Un autre additif a été apporté par Kerhallet à sa carte originale de 1852; il a fait figurer en bleu pâle, comme Wilkes, les régions favorables à la pêche à la baleine; cette mise en couleur et la référence aux captures de baleine différencient immédiatement les deux cartes de Kerhallet malgré la date identique. Dans l'édition de 1856, Kerhallet consacre par ailleurs six pleines pages (pp. 71-76) au contre-courant équatorial; le mot même est indexé dans la liste des termes de référence utilisés. Kerhallet ne fait, toutefois, aucune mention des observations de courants dirigés vers l'est, au sud de l'équateur, qu'il ne pouvait pourtant pas ignorer, provenant de navigateurs aussi célèbres que Freycinet et DuPerrey.

La prudence de Kerhallet en la matière s'explique peut-être par l'obligation qu'il avait de produire un document d'aide à la navigation de grande fiabilité; sa lecture pouvait avoir des conséquences graves pour les marins. Cette réserve s'exprime encore dans le passage (p. 72) relatif à la non-permanence éventuelle certaines années du contre-courant équatorial; Kerhallet rapporte en effet, avec assez de détails, les observations du commandant Hanet-Cléry, réalisées en avril 1846, vers 150°W; elles prouvent assez clairement que, cette année-là tout au moins, en avril en tout cas, le contre-courant équatorial était absent entre 16°N et l'équateur; et Kerhallet écrit : "*Nous croyons cependant que ce courant ne se fait pas toujours sentir dans la zone que nous venons d'indiquer*". Peut-être soupçonnait-il quelques variations saisonnières ou bien pensait-il

* Kerhallet est parfois cité sous le nom de Philippe (de Kerhallet), à la lettre P par conséquent (ainsi par Carpine-Lancré, com. pers.). Il semble bien que tel était son vrai nom à l'origine : Charles-Marie Philippe de Kerhallet, mais qu'il avait adopté progressivement celui que nous utilisons (et qu'utilise aussi le répertoire de la Bibliothèque Nationale), signant les notes de bas de page, dans ses dernières publications, d'un "De K". Kerhallet était né à Rennes le 17 septembre 1809; il mourut à Paris, relativement jeune, à 53 ans, le 16 février 1863, d'une "courte et douloureuse maladie" (cf. notice nécrologique in : *Revue Maritime et Coloniale* de janvier-avril 1863). Kerhallet avait longuement travaillé le long des côtes d'Afrique; il joua un rôle important dans l'occupation du comptoir de Grand Bassam en Côte d'Ivoire, en 1844. On le retrouve, en 1848, aux côtés de Vincendon-Dumoulin, au Dépôt des cartes et plans de la Marine.

aussi à l'absence d'observations de ce contre-courant par Lapérouse, Marchand et Krusenstern, qu'il connaissait, ne serait-ce que d'après la carte de Duperrey qu'il mentionne comme un ouvrage important dans son introduction. Il existe effectivement d'assez fortes variations saisonnières du contre-courant équatorial; l'étude de la trajectoire des bouées-dérivantes sur les dix dernières années indique qu'en avril (cas des observations de Hanet-Cléry) le contre-courant peut devenir réellement très faible, voire absent, sans qu'il s'agisse nécessairement d'une anomalie interannuelle de type "El Niño" ou autre (Reverdin, com. pers.).

VII. LA CONTRIBUTION DU GÉOGRAPHE ANGLAIS FINDLAY (1853)

C'est entre les dates de publication des deux volumes de Kerhallet consacrés à l'océan Pacifique, 1852 et 1856, que se situe l'année souvent rapportée par de nombreux auteurs (dont Khanaichenko), comme celle de l'identification définitive du contre-courant équatorial. C'est en effet le 14 avril 1853 que le géographe anglais Findlay donna une conférence, devant la Société Royale de Géographie, sur les preuves qui s'étaient accumulées de l'existence des contre-courants équatoriaux; son titre : *Oceanic currents and their connection with the proposed Central-America canal*. Ce travail de Findlay, qui est la première synthèse sur le système des courants et contre-courants équatoriaux, fut, comme le souligne clairement cet intitulé, motivé par une question d'ordre éminemment pratique : quels étaient les risques encourus si l'on perçait l'isthme de Panama par un canal, projet dont Humboldt était l'ardent partisan ? Les océans étaient-ils au même niveau de chaque côté de l'isthme ? Certes le nivellement topographique n'avait pas indiqué de différence sensible entre les deux océans, mais pouvait-on courir le risque d'un éventuel raz de marée ?

Pour Findlay, l'existence d'un contre-courant équatorial dans l'océan Pacifique ne faisait aucun doute; il en parle clairement dans sa communication; il proposa même de lui donner le nom principal de "Equatorial current" et de rétrograder en quelque sorte les courants équatoriaux en les nommant "Tropical streams"; cette curieuse idée ne fut heureusement pas retenue; elle souligne cependant que Findlay, au moins, s'était définitivement affranchi de la croyance en un flux général de base principal vers l'ouest, le "courant équatorial", qu'il fallait respecter comme un dogme ! Findlay décrit ainsi le contre-courant (p. 233) : "*this current is an EASTERLY [en capitales dans le texte] stream, setting with a considerable velocity between the parallels of 4° or 5° to 10°N lat. In one portion of its course only has it found its way into charts, and this from the observations of the Prussian ships, Mentor and Princess Louise, published by Berghaus*". Findlay cite ensuite les diverses observations dues à Krusenstern, Duperrey, Lutke, Wilkes et Beechey; curieusement, il passa Freycinet sous silence, alors que la route de l'*Uranie*, avec les courants observés, était clairement indiquée sur la carte de Berghaus; il ne parla pas plus de la carte de Duperrey, ni de celles de Wilkes et de Kerhallet. Findlay présenta en revanche sa propre carte de la circulation océanique et, non sans une certaine emphase, déclara (il s'agissait d'une conférence) que c'était la première fois que ce contre-courant était ainsi présenté sur une carte ("*... placed for the first time on the chart before you*") (cf. Fig. 10), ce qui était loin d'être exact.

Les cartes de Findlay et de Kerhallet, publiées presque simultanément, peu de temps après celle de Wilkes, mettent un terme à l'histoire de la mise en évidence du contre-courant équatorial dans l'océan Pacifique; le contre-courant était enfin porté sur les cartes dans son intégralité d'ouest en est, près de vingt ans après les premiers essais cartographiques de Duperrey (1831) et la représentation partielle de Berghaus (1837); à ce dernier revient le mérite d'avoir écrit le premier : "Gegenströmung" sur une carte. Pour en arriver à cette ultime étape des années 1850, il avait fallu compiler toutes les données des circumnavigations de la première moitié du XIX^e siècle, russes, françaises, anglaises, prussiennes ou américaines. Si Freycinet, commandant l'*Uranie*, peut être crédité des premières mesures fiables de ce courant, de l'avis de Puls, c'est le naturaliste allemand Meyen du *Princess Louise* qui en donna la première description, y ajoutant une interrogation sur son origine dynamique face au seul moteur alors connu des courants équatoriaux, les alizés. On ne peut oublier, cependant, la remarque de l'Anglais Beechey sur le "north-easterly current" de la zone océanique entre les alizés de l'océan

Pacifique et Atlantique, dont il parle en 1831 comme d'une chose relativement bien connue des marins; on ne peut oublier non plus William Dampier qui, maniant la plume aussi bien que l'épée, décrivait dès la fin du XVII^e siècle les courants de la "zone torride" *"portant tantôt d'un côté tantôt d'un autre"*. Curieusement, si le contre-courant équatorial de l'océan Pacifique était enfin reconnu, les choses allaient être plus délicates pour le contre-courant de l'océan Atlantique, pourtant sillonné par les navires de façon plus intense et depuis plus longtemps que l'océan Pacifique.

VIII. MISE EN ÉVIDENCE DU CONTRE-COURANT ÉQUATORIAL DANS L'Océan ATLANTIQUE

Khanaichenko écrit : *"On ne sait pas quand fut découvert, ni par qui, le contre-courant équatorial dans l'Atlantique. Il apparaît sur la carte de Berghaus publiée en 1837"* (Fig. 7). Les circumnavigations considérées jusqu'ici avaient cependant nécessairement traversé l'Atlantique équatorial pour atteindre le "Grand-Océan"; les navires avaient forcément subi les importantes dérives vers l'est que l'on rencontrait dans la traversée de la "zone torride" Atlantique, surtout dans l'est du bassin où cette zone était la plus large. Cook en fit l'un des premiers l'expérience en août 1776, lorsqu'il contrôla sa longitude par les indications de sa toute nouvelle montre marine. Ce fut l'un des premiers à faire une telle expérience; voici ce qu'il en dit exactement (*in* Cook, cf. Beaglehole, 1955/1974, vol. 3, p. 21) : *"we have reason to conclude that she [la montre] had gone well all the way from England and that the longitude given by it may be nearer the truth than any other. If this is admitted it will in a great measure enable me to find the direction and strength of the Currents we met with on this passage, for by comparing the latitude and longitude by dead reckoning with those by observation and the Watch, we shall have very accurately from time to time the errors of the Ships reckoning, be the cause what it will; but as all imaginable care was taken in heaving and keeping the log and every necessary allowance made for lee way, heave of the Sea & ca, I cannot attribute those errors that did happen to anything else but currents. But more particularly when the error was constantly the same way for several days successively; if on the contrary we find the ship ahead of the reckoning on one day and a stern of it on another we have reason to believe that such errors are owing to accidental causes and not to currents. This seems to have been the case between England and Teneriffe..."*; puis un peu plus loin, Cook précise *"At this station [il se trouve maintenant au sud de 12°N] the Currents took a Contrary direction and set to ESE [non souligné dans le texte] at the rate of 12 or 14 miles a day or 24 hours,* till we arrived into the latitude of 5°N and longitude of 20°W which was the farthest we were to the East after leaving the Cape Verde islands..."*.

Lapérouse dérivait également pendant 4 jours, de 73 milles vers l'est, alors qu'il était vers 3°N et 16°W, le 23 septembre 1785 (d'après les données rassemblées par Lartigue. Krusenstern écrivait qu'il fallait prendre en considération ces courants de direction est si l'on voulait traverser l'Atlantique équatorial (II). Freycinet dérivait avec l'*Uranie*, en octobre-novembre 1817, de 7 à 17 milles par jour, vers l'E-NE, entre 6°36'N et 5°09'N vers 25°W (vol. 12, *Hydrographie*, p. 13). Duperrey, avec la *Coquille*, dérivait, en septembre 1822, de 53 milles vers l'est en 24 heures par 6° 58'N et 22° 53'W. Mais, comme nous l'avons noté en introduction, tous ces courants de direction est furent considérés soit comme une conséquence directe du courant de Guinée, soit comme des "anomalies", des "tournants d'eau" ou des "retours de courant" à la limite du "courant équinoxial". Nul besoin de créer dans l'Atlantique ce nouveau concept un peu dérangeant sur le plan dynamique, un "contre-courant" permanent, opposé au vent et au "courant de rotation". La mise en évidence du contre-courant équatorial dans l'océan Pacifique dut servir de révélateur; elle permit finalement une meilleure compréhension de la circulation océanique dans le bassin équatorial Atlantique. Cette circulation était peut-être plus difficile à interpréter, du fait du resserrement du bassin équatorial entre deux masses continentales, imposant à la circulation océanique de fortes variations saisonnières en

* L'éditeur a noté, en bas de page: *"The Counter-Equatorial and Guinea Currents together make up a continuous easterly flow except from February to April"*.

latitude et en intensité.

C'est l'étude de la route à suivre pour couper au mieux, symboliquement, la "Ligne", en évitant les pertes de temps dans les "calmes équatoriaux", qui amena les hydrographes à se rendre compte de l'importance des courants de dérive vers l'est et, progressivement, de la réalité d'un contre-courant équatorial dans l'océan Atlantique. On savait, depuis le XVII^e siècle au moins (carte des alizés de Halley, 1688), que dans la "zone torride" un navire à voile pouvait demeurer "encalminé" pendant plusieurs jours, voire une ou deux semaines; on savait que cette zone, si redoutée, était beaucoup plus large dans l'est Atlantique, vers les côtes d'Afrique, que dans l'ouest. Il ne fallait cependant pas chercher à couper la Ligne trop à l'ouest car on risquait de rencontrer, avant même d'avoir franchi l'équateur, des alizés de sud-est bien établis et un fort courant vers le N-NW; ils pouvaient, en conjuguant leurs effets, interdire le passage dans l'hémisphère austral, en interdisant de doubler le cap San Roque. Ce problème peut paraître aujourd'hui lointain, mais, au XIX^e siècle, les services hydrographiques accordaient naturellement la plus grande importance à cette question sur laquelle les avis divergeaient parfois.

Sur la base d'observations réalisées vers 1735, d'Après de Mannevillette, capitaine de vaisseau au service de la Compagnie des Indes, recommandait aux navires, dans "Le Neptune Oriental", de ne pas dépasser, dans l'ouest, les méridiens 25° ou 26°W pour être sûr de doubler le cap San Roque (*in* Kerhallet). Soucieux de donner une base rigoureuse à ces recommandations, les hydrographes anglais avaient entrepris très tôt le dépouillement systématique des journaux de bord (en anglais, les "logs") afin de préciser les limites moyennes mensuelles des alizés en latitude; Horsburgh (1825) sélectionna pour cela dans l'*India Directory* 238 navires ayant coupé l'équateur dans l'Atlantique, entre 20° et 30° de longitude ouest, de 1791 à 1807. Le travail de Horsburgh fut précédé en France par l'œuvre, ambitieuse pour l'époque, de l'hydrographe Romme*, qui dressa, dès 1806, un *Tableau des vents, des marées et des courants qui ont été observés sur toutes les mers du globe...* Il était peu probable, dans ces conditions, que le contre-courant équatorial de l'Atlantique échappât à l'observation des hydrographes. L'un des premiers à identifier clairement des courants de direction est, dans la zone équatoriale Atlantique centrale, et à rapporter ces faits dans un document dûment publié, fut le baron Roussin; il publia ses observations en 1821.

VIII.1. Le *Mémoire sur la navigation aux côtes du Brésil* de Roussin (1821)

De 1816 à 1820, le ministère de la Marine et des Colonies chargea le baron Roussin** d'une mission d'hydrographie sur les côtes d'Afrique de l'ouest et celles du Brésil. Le

* Charles Romme (1745-1805), né à Riom, mort à Rochefort, était professeur de navigation à l'École de la Marine de cette ville portuaire; il fut nommé membre de l'Institut dès sa fondation.

** Le baron Albin Reine Roussin (1781-1854), né à Dijon, mort à Paris, entra très jeune dans la Marine; il participa à l'expédition d'Irlande sous Hoche; il devint lieutenant de vaisseau en 1807 et fut fait prisonnier par les Anglais en 1808. De retour en France, il fut promu capitaine de frégate en 1810, puis capitaine de vaisseau en 1814. De 1816 à 1820, il s'occupa de l'exploration hydrographique des côtes d'Afrique et du Brésil. Roussin fut nommé commandant de l'escadre des Antilles en 1821, puis contre-amiral en 1822. Nommé pair de France en 1832, il partit la même année comme ambassadeur à Constantinople (1832-1834). Amiral en 1840, il devint ministre de la Marine sous Thiers (1840) et sous Guizot (1843).

Mémoire sur la navigation aux côtes du Brésil fut publié dès 1821; une deuxième édition parut en 1822 sous le nom de *Routier du Brésil* dans les *Annales Maritimes et Coloniales*, qui devint en 1845 *Le Pilote du Brésil*. Lors de la traversée de la zone équatoriale atlantique, en avril 1819, à bord de *la Bayadère*, le baron Roussin avait été surpris par l'importance de la dérive vers l'est; dès 4°N, son navire rencontra en effet un courant donnant une dérive de 11 milles par jour, dans le sud-est, puis *la Bayadère* fut prise dans "une zone de calmes ou de folles brises" et, pendant 21 jours, elle dériva vers l'est sur 5° de longitude, entre 26° et 20°W, à une vitesse moyenne de "0,75 de mille par heure". Roussin après avoir rapporté l'observation de ce "courant à l'est qui règne très souvent sous l'équateur entre le 3° de latitude sud et le 3° de latitude nord" écrivit : "Ceci est en contradiction formelle avec l'opinion établie jusqu'ici qu'on ne trouve de courants à l'est, dans l'océan Atlantique, sous la zone torride, qu'au fond du golfe de Guinée et tout au plus à vingt lieues de terre, d'après la "Théorie des vents" de M. La Coudraye". [La lieue marine française valait le vingtième de degré compté sur un grand arc de cercle terrestre, soit 3 milles nautiques ou 5,5 km; la lieue terrestre valait, elle, le 25^e du degré soit 4,545 km]. C'était là l'affirmation nettement exprimée par un hydrographe que quelque chose n'était pas parfait, loin de là, dans la connaissance que l'on avait alors des courants équatoriaux atlantiques. Malgré ce courant de direction est, Roussin estimait qu'il fallait passer à l'est des îles du Cap Vert si l'on voulait couper l'équateur entre 16° et 24°W, "que l'on aille dans l'Inde ou au Brésil" (Roussin, pour illustrer son propos, rappelle dans le *Pilote du Brésil* la découverte fortuite du continent sud-américain, le 24 avril 1500; le navigateur portugais Pedro Alvarez Cabral, qui se rendait aux Indes, voulut s'éloigner vers l'ouest, précisément pour éviter de rester encalminé dans l'est; il atterrit ainsi sur une nouvelle terre vers 10°S : Vera Cruz, le futur Brésil ! Comprenant l'importance de sa découverte, il dépêcha un vaisseau de sa flotte pour en rapporter la nouvelle au Portugal, et reprit sa route vers l'est, cinglant vers la "Mer des Indes").

VIII.2 Les observations de Lartigue (1827) à bord de la *Clorinde*

L'hydrographe et officier de marine français Joseph Lartigue* publia en 1827 un mémoire traitant de la route à suivre pour se rendre en "Guiane"; cette note fut diffusée en 1828 par les *Annales Maritimes et Coloniales*. Lartigue eut l'intuition qu'il existait un contre-courant équatorial à travers, non seulement l'ensemble du bassin Atlantique, mais également dans le Pacifique. Il en parle très clairement dans ce mémoire, au titre peut-être trop régional; il essaya de le montrer en publiant les tableaux des courants de dérive observés lors des grandes circumnavigations par différents navigateurs, dont Lapérouse (1786) et d'Entrecasteaux (1793) dans leur traversée de la zone équatoriale des deux océans. Lartigue écrit (p. 21) : "*Les courants du grand espace de mer où se trouvent les vents variables sont occasionnés par les remous d'autres courants rapides, produits par les vents qui soufflent en dehors de leurs limites. Aussi trouve-t-on, dans toute son étendue, des tournans d'eau, des contre-courants et des lits de marée, surtout en approchant les côtes de la Guiane, où les courants portant à l'Ouest sont très rapides. Il paraît néanmoins qu'au milieu des vents variables, il s'établit un contre-courant presque constant, portant à l'E; tous les bâtimens qui ont traversé le parage de ces vents, ont*

* Lartigue (1791-1875) est né à Vic-en-Bigorre; l'Encyclopédie Larousse dit seulement de lui qu'il a laissé de nombreux ouvrages estimés, dont un *Exposé du système des vents*, cf. *in fine* de VIII.2.

éprouvé les effets de ce contre-courant, [non souligné dans l'original] qui devient plus fort à mesure qu'on approche des côtes d'Afrique, où il paraît se faire sentir constamment". Ce texte, publié en 1827, est le plus ancien et de loin le plus clair que nous ayons trouvé qui parle d'une manière aussi nette d'un contre-courant équatorial dans l'océan Atlantique. Lartigue cite les dérives subies par son propre navire, la *Clorinde*, en septembre 1821 et en octobre 1823, alors qu'il se rendait, puis revenait, d'une mission d'hydrographie aux côtes du Pérou (où il travailla "de conserve" avec Duperrey et la *Coquille*); elles indiquent un courant portant vers l'est alors que le navire se trouvait au centre du bassin équatorial atlantique (entre 10° et 2°N et entre 22° et 12°W et entre 3°-10°N vers 29°W). Lartigue dressa, à la fin de son mémoire, une carte des courants de dérive dans l'Atlantique équatorial occidental; il nota : "La carte et les extraits des journaux de plusieurs bâtiments, qui accompagnent cette instruction, feront voir que, dans toutes les saisons, on trouve des courants portant à l'E dans une grande portion de la bande des vents variables". Cette carte dépliant, d'un format malheureusement peu pratique pour nous, de 98 sur 28 cm, est reproduite à la fin du volume des *Annales Maritimes et Coloniales* de 1828, sous le titre : "Carte des côtes de la Guiane et des côtes septentrionales du Brésil"; elle s'étend entre 12°N et 12,5°S de latitude et jusqu'à 25°W vers l'est. Les routes des navires, au nombre de sept (dont la *Physicienne* de Freycinet et la *Thétys* de Hyacinthe de Bougainville), y sont tracées avec les courants de dérive quotidiens déduits de la comparaison entre l'estime et le point observé; telle qu'elle est, elle représente certainement l'un des tout premiers essais du genre; elle est antérieure de quelques années à la carte de Duperrey (1831).

Lorsque le mémoire de Lartigue fut publié en 1828, l'éditeur non identifié des *Annales Maritimes et Coloniales* eut conscience de son importance; il écrivit en préface un texte extrêmement net, qui aurait dû retenir l'attention des hydrographes et inciter à la lecture de la note de Lartigue tous ceux que ces questions pouvaient intéresser : "Depuis qu'on a perfectionné les instruments et les méthodes, mais sur-tout depuis quelques années qu'on fait grand usage des montres marines, on a observé des courants d'occident en orient dans une grande étendue des mers de la zone torride; mais l'opinion que les courants d'orient en occident sont constans dans toute cette zone a tellement pris faveur que les navigateurs qui ont écrit le plus récemment sur ce sujet ne regardent les courants en sens inverse que comme accidentels. Il paraît cependant qu'ils sont à-peu-près constans dans une partie de la zone torride, et qu'ils y acquièrent même une grande vitesse" [non souligné dans le texte original]. Lartigue* publia par

* L'"Exposé du système des vents" de Lartigue précède les écrits sur le même sujet de l'hydrographe américain Matthew Fontaine Maury (1855) dans *The Physical Geography of the Sea*; l'étude de Lartigue fut présentée à la séance de l'Académie des sciences du 29 juin 1840. L'hydrographe Bourgeois, qui réfuta la théorie des vents de Maury dans un article publié en 1863 (article dans lequel il soulignait les divagations pseudo-scientifiques de Maury qui citait la Bible et prenait en compte le souffle divin pour rendre compte de la circulation des vents à grande échelle), fit l'éloge du travail de pionnier de Lartigue en la matière; il écrit dans la conclusion de son article: "M. le capitaine de vaisseau Lartigue a su longtemps avant M. Maury, et sans le secours d'observations aussi nombreuses, établir plusieurs faits importants et fondamentaux concernant la circulation atmosphérique, dont la réalité se trouve aujourd'hui démontrée par les travaux de M. Maury lui-même". On doit, à Maury d'avoir suscité l'organisation de la première réunion maritime internationale, en août 1853, à Bruxelles (la même année où eut lieu la conférence de Findlay sur le contre-courant), au cours de laquelle fut systématisée la collecte des informations météorologiques et nautiques. Dans le problème de la recherche de la meilleure route à suivre pour couper la Ligne dans l'océan Atlantique, on doit à Maury d'avoir "ouvert" une nouvelle route, "États-Unis-Rio de Janeiro", passant très à l'ouest dans le bassin équatorial, au ras du cap San Roque; curieusement, cependant, l'étude détaillée des dérives de navires qu'il dut effectuer pour cela ne lui apporta pas la révélation du contre-courant équatorial (Reverdin, com. pers.).

la suite un article intitulé "Exposé du système des vents" qui fut repris par les *Annales Maritimes et Coloniales* (1841, pp. 179-279); on y trouve le passage suivant (pp. 234-235) où l'auteur confirme très clairement son sentiment quant à l'existence d'un contre-courant équatorial : "*Dans un ouvrage publié en 1827, ayant pour titre Instructions sur les côtes de la Guiane française, nous avons dit que là où soufflaient les vents alizés, soit du N, soit du S, les courants portaient à l'ouest; mais qu'il paraissait s'établir, au milieu des vents variables de la zone torride, un contre-courant presque constant, portant à l'est. On peut se convaincre de l'exactitude de ce que nous avons annoncé à ce sujet en consultant les relations de tous les voyages publiées et même les tables de loch de tous les bâtiments qui ont navigué dans les mers où règnent les vents variables de la zone torride*" [non souligné dans l'original]. Ces textes qui généralisent l'existence d'un contre-courant équatorial "*dans une grande étendue des mers de la zone torride*" (1828), ou "*au milieu des vents variables de la zone torride*" (1841), précèdent nettement la communication du géographe anglais Findlay devant la Société de Géographie à Londres, en 1853 (VIII.5). Le nom de Lartigue est honoré par Berghaus qui l'a inscrit sur sa carte à côté des noms prestigieux de Humboldt, Rennell, Horsburgh, Romme. Malheureusement (VIII.4), l'hydrographe Kerhallet ne tint compte ni des remarques pertinentes de Roussin, ni de celles de Lartigue, dans ses *Considérations générales de l'Océan Atlantique* parues en 1852; au lieu de cela, il reprit en partie à son compte le tracé erroné des courants de l'hydrographe anglais Rennell (1832) (cf. VIII.3) dont le géographe allemand Berghaus (1837), puis l'Anglais Jonhston (1843), s'inspirèrent largement, ce qui assura à la carte de Rennell et à ce tracé une importante diffusion; sans doute était-il difficile de ne pas tenir compte de cet avis, quasi officiel, de l'Amirauté britannique ? Peut-être une rivalité de corps, ou de carrière, opposa-t-elle Kerhallet à ses deux collègues ? Il y a là, une énigme.

VIII.3 *An investigation of the Currents of the Atlantic Ocean* de Rennell (1832)

La carte de courants de Rennell (1832) (Fig. 8) a été critiquée sévèrement par Findlay et plus récemment par Deacon; dans son livre, d'une rare érudition, Deacon écrit à propos du très réputé hydrographe anglais Rennell : "*His intuition failed him entirely in the eastern Atlantic ocean*" se référant au large "North African and Guinea Current". De fait, Rennell traça un vaste et unique courant depuis le large du Portugal jusqu'au fond du golfe de Guinée; ce courant était bordé vers le large sur la carte par un trait continu; cette façon ancienne de cartographier les courants en les délimitant en pleine mer par un trait, méthode reprise et popularisée par Berghaus, tendait à les assimiler à des fleuves isolés en pleine mer, ce qui surprend un peu aujourd'hui. Grâce à ce trait limitant le courant vers le large, on peut voir cependant que Rennell laissait au courant de Guinée, *stricto sensu*, une possibilité d'alimentation depuis l'Atlantique central; le trait est en effet interrompu vers 5°N. Berghaus (1837) reprit à son tour ce tracé d'un très grand courant côtier africain sous le nom de "Nordafrikanische und Guinea strg". Dans le tableau des vitesses moyennes des courants qui figure sur sa carte, ce courant a effectivement une valeur unique de vitesse moyenne, ce qui montre bien qu'il avait été conçu comme une seule entité.

Rennell commit une autre erreur; il traça dans l'Atlantique équatorial central, un "NW Equatorial Stream" s'élançant depuis le courant équatorial sud et coupant obliquement en deux le bassin équatorial. La carte de Rennell est certes erronée, mais dans le texte qui l'accompagne, "*An investigation of the currents of the Atlantic ocean*" (non lu personnellement), on trouve des

remarques analogues à celles de Roussin sur l'importance des renverses de courant que l'on pouvait observer dans la zone équatoriale atlantique et qu'une seule carte ne pouvait pas rendre : *"Anomalies also take place in the great Equatorial current, and in that of the SE trades. The former has been known, at one time, to run to the eastward, or directly opposite to its general and, as it is commonly understood, perpetual course, and at about the same rate "* (in Matthaus, 1969). Rennell cite quelques exemples d'anomalies observées, parfois sur une grande échelle, entre 2°N et 7°S, et même une fois entre 5°N et 12°S, et cela tant en février qu'en juillet et août; il rapporte également l'expérience de Sir James Yeo qui, en 1816, traversa l'Atlantique, et n'observa aucun courant entre l'équateur et 1°30'S, de 2°W à 17°W de longitude. Berghaus (1837) reprit les remarques de Rennell dans sa *Géographie* : *"In der grossen Aequatorialströmung kommen nicht selten Anomalien vor, dergestalt, dass der Strom statt westlich, gerade entgegengesetzt nach Osten fliesst ..."* (in Matthaus)*. La carte et le texte de Rennell furent publiés après sa mort, sur l'insistance de sa fille, Lady Rodd. L'hydrographe anglais n'avait manifestement pas pu aller jusqu'au bout de son travail; on constate, en effet, que dans l'ouest de l'Atlantique équatorial un large espace est laissé en blanc alors que cette région était traversée fréquemment par les navires et que les données ne devaient pas manquer; Rennell dut certainement réaliser qu'il n'était pas possible de tracer une carte unique de courants moyens à une échelle de temps annuelle pour l'océan Atlantique; il n'est pas sûr qu'il aurait donné son aval à la publication de cette carte inachevée.

VIII.4. Les *Considérations générales sur l'océan Atlantique* de Kerhallet (1852b)

Lorsque l'hydrographe français Kerhallet rédigea les *Considérations générales sur l'océan Atlantique*, il connaissait les observations de Roussin ou de Lartigue; il était même, par ailleurs, au fait de l'existence d'un contre-courant équatorial dans l'océan Pacifique; il l'avait lui-même, représenté, au moins partiellement, sur la carte de 1852. Malgré cela, il se limite pour l'Atlantique, à un paragraphe intitulé : "Perturbations observées dans le courant équatorial"; il écrit (p. 105) : *"Cependant, divers navigateurs [dont il ne donne pas le nom, mais nous les précisons] déclarent avoir rencontré dans cette même zone, et cela pendant plusieurs jours, des courants vers l'E., entre autres les commandants de la Bayadère [le baron Roussin], de la Zélée et de la Clorinde [Lartigue], qui ont traversé des courants à l'E., avec des vitesses variables entre 3/10 de mille et 1 mille à l'heure"*. Kerhallet ajoute : *"Ces cas, nous le pensons, peuvent être regardés comme des exceptions, et les courants indiqués comme des remous ou des contre-courants aux limites du courant général"*; cette dernière citation est extrêmement significative du refus de reconnaître un véritable *"contre-courant équatorial"* ayant une existence dynamique propre dans l'océan Atlantique. Sur la carte qui accompagne le texte (Fig. 9), Kerhallet reprit le tracé erroné des courants proposé par Rennell; il isola cependant le "Courant de Guinée" du "Courant Polaire Nord de l'Afrique" (l'actuel courant des Canaries *pro parte*). Kerhallet prit en compte en revanche le contre-courant de l'ouest Atlantique qu'il porta à l'ouest du méridien 40°W, non loin des côtes nord de l'Amérique du Sud; là, l'observation de forts

* "... dans le grand courant équatorial, il n'est pas rare qu'apparaissent des anomalies telles que le courant au lieu de couler vers l'ouest coule exactement à l'opposé vers l'est"

courants dirigés vers l'est dut lui paraître incontestable. Kerhallet écrit à ce propos (pp. 105 et 106) : "*Cependant quelques auteurs [il s'agit en fait, manifestement, de Lartigue qu'il ne nomme pas] indiquent l'existence d'un courant dirigé de l'O. à l'E., entre le parallèle de 8° et celui de 10° de latitude N. Commençant à se faire sentir sur le méridien de 55° de longitude O., il s'étendrait jusque sur le méridien de 28° de longitude ouest. Sur le premier méridien, sa direction principale serait du N. au N.N.E. et, à mesure qu'il s'avancerait vers l'E., sa largeur deviendrait de plus en plus grande; sa vitesse augmenterait jusque dans les environs du méridien 40° de longitude O. et sa direction se rapprocherait de l'E. Au-delà du méridien de 40°, sa vitesse décroîtrait avec l'élargissement de son lit, et elle deviendrait presque nulle sur le méridien de 28° de longitude Ouest. Nous signalons ce courant aux recherches des navigateurs*".

Ce courant de direction est, qui décrit ainsi une boucle anticyclonique entre la côte, vers 55°W et le méridien de 40°W, est connu aujourd'hui comme le contre-courant équatorial spécifique de l'ouest atlantique; il naît de la "*rétroflexion du courant côtier nord du Brésil*", vers 5°N, et fusionne en été avec le contre-courant central atlantique. Schumacher (1953) a commémoré le centenaire de la représentation du contre-courant occidental par Kerhallet in "*Die westatlantische Äquatoriale Gegenströmung seit hundert Jahren bekannt*". Il convient de noter que Kerhallet s'abstint, à ce propos, de prononcer le mot "contre-courant"; le tracé qu'il donna de ce courant sur sa carte suggérait qu'il le considérait certainement beaucoup plus comme la continuation du courant côtier refluant vers l'est et comme un courant de reflux (Schumacher). Lartigue, dont Kerhallet ne pouvait ignorer les travaux, avait fait une allusion très claire dans son mémoire au fait que la poussée des alizés de nord-est vers la côte de Guyane accumulait des eaux, qui ensuite devaient refluer vers l'est quand la pression du vent devenait moins forte*. En conservant malheureusement le "*NW Equatorial Stream*", Kerhallet isola dans l'ouest ce contre-courant spécifique de l'ouest atlantique. Celui-ci figure également sur la carte de Wilkes (1845), antérieure à celle de Kerhallet; Wilkes écrit à propos de ce courant (p. 466, vol. 5) : "*no current of the velocity here mentioned has ever been experienced to the eastward. To what is this sudden increase and rapid flow to be imputed? or to what cause it can be imputed but to a submarine stream, flowing directly on the shoal coast of Brazil, and rising the level of the ocean on those banks which it endeavours constantly to restore by flowing off rapidly in the opposite direction?*".

VIII.5. La contribution de Findlay (1853)

Findlay, nous l'avons vu, est cité par de nombreux auteurs (Puls, Knauss, Khanaichenko), pour sa contribution importante à la mise en évidence du contre-courant équatorial de l'océan Pacifique, mais également de l'océan Atlantique. Deacon précise que

* Le rôle moteur joué par l'accumulation des eaux vers l'ouest pour la circulation océanique avait été suggéré, on le sait, pour expliquer le Gulf Stream (cf. de Brahm en 1765; Franklin en 1786); cette hypothèse fut rejetée en 1836 par Arago qui souligna que la différence de niveau de 20 cm environ, qui avait été estimée à travers le détroit de Floride, lui paraissait trop faible pour cela; il fallait, disait-il, rechercher le moteur des courants marins dans la différence de densité entre les eaux équatoriales et polaires comme on le faisait pour expliquer les alizés par les différences de densité de l'air. Stommel (1965) montra que cette différence de niveau dans le détroit de Floride, quelque petite qu'elle puisse paraître, était bien suffisante pour donner naissance au Gulf Stream).

c'est, grâce à lui, que la carte de Rennell (cf. Fig. 8 et VIII.3) put être enfin rectifiée en ce qui concerne le courant de Guinée. Les travaux de Findlay relatifs au contre-courant équatorial de l'océan Pacifique ont été présentés au chapitre VII. Nous avons vu dans quelles circonstances Findlay prononça le 14 avril 1853, devant la Société de Géographie à Londres, une conférence sur les courants équatoriaux; c'est dans celle-ci que Findlay identifia clairement aussi le courant de Guinée comme un élément de la circulation équatoriale de l'Atlantique, analogue au contre-courant de l'océan Pacifique. Findlay, après avoir rendu hommage au major Rennell pour son travail remarquable d'hydrographe concernant le courant côtier des Aiguilles, au large de l'Afrique du Sud, exécuté en 1798 (une véritable œuvre de pionnier en océanographie), ajouta que celui-ci avait conçu par erreur, le long des côtes d'Afrique de l'Ouest, un immense courant côtier dirigé vers le sud, nommé globalement le "North African and Guinea Current"; il se prolongeait, sans solution de continuité, jusque dans l'intérieur du golfe de Guinée, atteignant l'île Fernando Po. Findlay écrit : *"The origin and continuance of the Guinea Current are anomalous..."*. Plus loin, il précise : le "North African Current" doit s'incurver, comme les alizés de nord-est qui soufflent le long des côtes de Mauritanie-Sénégal, vers le large à la hauteur du Cap Roxo; il note à ce propos : *"we are informed by the Baron Roussin (cf. VIII.1) that the usual currents are completely changed on passing Cape Roxo"*; Findlay écrit encore : *"this Guinea Current"* est l'analogue atlantique du contre-courant équatorial de l'océan Pacifique : *"a corresponding current in the Pacific, which has an important bearing on the projected Central American Canal"..."The Guinea Current is a portion of the Equatorial Stream itself here reflected, and coming from the westward, between latitudes 5° and 10°N, from about the meridian of 28° or 30°W. It is in fact a WARM current, the North African Current being comparatively COLD"* [souligné en capitales par Findlay lui-même].

Findlay proposa également une explication dynamique pour le contre-courant équatorial : *"This equatorial tendency of the drift (westward) is the source of this current which using the head of water previously formed as a fulcrum [un point d'appui] is compelled to revert its direction when not affected by the winds, that is, in the belt of equatorial calms. This is also the true origin of the Guinea Current in the Atlantic"*. Findlay écrivit aussi : *"Later investigations seem to point to the fact that it is a flowing back heaped up to the westward by the prevailing winds"* (cité par Pillsbury, 1890, in Montgomery & Palmén, 1940). La participation de Findlay à la reconnaissance du courant de Guinée comme une entité de la circulation équatoriale est importante, mais son texte est plus clair que la carte de courants qui l'accompagne (Fig. 10); en effet, il y porte encore, comme Rennell, un seul et même nom "African or Guinea Current" pour le courant côtier qui descend depuis le large du Portugal et qui pénètre ensuite dans le golfe de Guinée. Il a pourtant critiqué ce tracé dans son texte; des lignes de flux, entre 5° et 10°N, venant de l'Atlantique central, alimentent cependant directement ce courant au moment où il pénètre dans le golfe de Guinée. Le mot même de contre-courant équatorial n'est pas indiqué*. Enfin, Findlay conserve, comme le faisait Rennell, un "NW Equatorial stream" trop massif qui occupe toute la moitié ouest de l'Atlantique équatorial.

* Longtemps encore après sa reconnaissance définitive, le contre-courant équatorial de l'océan Atlantique sera toujours appelé le "courant de Guinée" sur les cartes.

VIII.6. Les observations de Lefèvre (1857) à bord de l'*Eurydice*

En introduction à une note hydrographique sur les courants de l'Atlantique central équatorial, toujours dans le but de rechercher la meilleure route à suivre pour couper l'équateur, sans perte de temps excessive dans les "calmes équatoriaux" de la "zone torride", Lefèvre rappela tout d'abord sa propre expérience, en avril 1853, à bord de l'*Eurydice*, quand il traversa la zone équatoriale de l'Atlantique; la route qui avait été tracée pour la corvette, selon les instructions officielles, pour pouvoir couper la Ligne vers 24°W, fut telle que le navire *"éprouva de grandes contrariétés dans la zone des vents variables et fut retardée, non seulement par un vent contraire du S. et par des calmes, mais encore par des courants qui la portèrent au N.E. pendant plusieurs jours consécutifs. La persistance et la force de ce courant furent telles qu'on dut rechercher s'il était accidentel ou si déjà d'autres navigateurs en avaient ressenti l'influence. Tous les documents qu'on put réunir à bord de l'Eurydice affirmèrent l'existence de ce courant et, chose remarquable, bien que plusieurs marins en aient parlé, tous l'ont considéré comme exceptionnel et comme non persistant"* (non souligné dans l'original).

La carte que publia Lefèvre à la fin de sa note (Fig. 11) est limitée en latitude à l'équateur et 10°N; elle couvre en longitude la zone centrale de l'océan Atlantique seulement, entre 16° et 26°W. Lefèvre a groupé les courants de dérive observés par quatorze navires ayant coupé l'équateur entre mars 1819 (la *Bayadère* du baron Roussin) et avril 1853 (l'*Eurydice*) dans l'Atlantique central. Lefèvre écrit : *"En jetant les yeux sur la carte, on aperçoit aussitôt un courant de retour vers l'Est* [non souligné par l'auteur]. *Ce remous sort du grand courant équatorial dirigé vers l'O. et remonte au N.E. pour aller mêler ses eaux aux courants S.E. de la côte d'Afrique"..."Les bâtiments dont la carte contient les routes ont passé dans différents mois de l'année et ont tous rencontré le même courant vers l'Est dans un espace de mer fort limité"*. Lefèvre fit preuve d'une certaine prudence en limitant le cadre géographique de sa carte à la partie centrale du bassin atlantique et en ne prononçant pas le mot "contre-courant"; dans son texte, il cita le mémoire de Lartigue (c'est ainsi d'ailleurs que nous en avons eu connaissance et que nous avons pu le retrouver grâce à l'EPSHOM) et laissa entendre clairement que le courant de flux est qu'il décrivait était certainement l'extension des courants de direction est dont parlait cet hydrographe; plus à l'est, la prolongation dans le courant de Guinée était, disait-il, plus que probable.

La dernière phrase de Lefèvre reproduite ci-dessus, et le choix qu'il fit des quatorze navires, sept ayant traversé l'Atlantique équatorial en hiver-printemps, sept en été-automne, suggère à l'évidence qu'il eut l'intuition qu'il fallait tenir compte de variations saisonnières possibles des courants. A partir de 1857, les cartes de courants des différents services hydrographiques deviendront des cartes de situations saisonnières, puis mensuelles; elles révéleront la complexité de la circulation de surface de l'Atlantique équatorial où, une grande partie de l'année (en hiver, de l'hémisphère nord principalement), la dérive des eaux de surface vers l'ouest, due aux alizés de sud-est, masque la réalité d'un contre-courant; celui-ci, affaibli, existe cependant encore en subsurface à la latitude de 5°N environ. Les cartes semestrielles du Service hydrographique français, dressées par Simart (1889) par carré de 2 degrés, sont, si l'on en croit l'hydrographe allemand Schumacher (1944), les premières à avoir clairement représenté la dualité saisonnière des situations de la circulation océanique de surface dans l'Atlantique équatorial (Fig. 12).

IX. DISCUSSION ET CONCLUSION

Le rôle joué par les grandes circumnavigations de la fin du XVIII^e siècle et du début du XIX^e siècle dans l'identification de la circulation océanique équatoriale a été fondamental dès que l'on put déterminer les courants de dérive est-ouest par des observations fiables de longitude; ceci fut acquis grâce à l'usage qui se répandit alors assez rapidement des "montres marines" (cf. Annexe 1). La connaissance des courants équatoriaux en bénéficia largement et, plus particulièrement, celle du contre-courant équatorial, relativement étroit en latitude. Le contre-courant était cependant situé dans une région généralement de forte nébulosité (le "pot au noir") pouvant gêner l'observation astronomique. Un élément important pour le travail des hydrographes et géographes fut la divulgation, relativement rapide pour l'époque, de la relation des circumnavigations; ceci permit la compilation des courants de dérive dès 1817 (Romme), 1827 (Lartigue), 1831 (Duperrey), 1832 (Rennell), ainsi que la rédaction d'ouvrages d'aide à la navigation de plus en plus précis dans leur description. Dans la relation de son voyage terminée en 1769, publiée dès 1771 et traduite immédiatement en plusieurs langues, Bougainville pouvait ainsi, dans son introduction, faire état déjà des découvertes du premier voyage de Cook à peine achevé à bord de l'*Endeavour* (1768-1771). La relation du voyage de Beechey sur le *Blossom*, voyage qui se termina en 1828, était déjà publiée en 1831. Même rapidité côté russe, où les imprimeurs de Saint-Pétersbourg éditaient directement en français certains ouvrages de Krusenstern. La relation du voyage de la *Nadjejda* fut ainsi publiée dès 1821 et le *Recueil de mémoires pour servir d'analyse et d'explication à la carte de l'océan Pacifique* en 1824; grâce à quoi, Duperrey bénéficia des connaissances hydrographiques acquises par les navigateurs russes. Le voyage de Lütke sur le *Séniavin* (1826-1829), publié en 1833, fut traduit en français par J. Boyé dès 1836 : *Expérience sur le pendule fixe faite pendant le voyage autour du monde du Séniavin de 1826 à 1829*. La divulgation rapide des informations maritimes et scientifiques était assurée en France par les *Annales Maritimes et Coloniales* qui parurent de 1814 à 1848. Ainsi, le rapport scientifique du voyage de l'*Uranie*, lu devant l'Académie Royale des Sciences le 23 avril 1821, figure déjà dans le volume de cette revue de la même année, 1821 (pp. 441-473).

Le rôle joué par les Académies des Sciences fut très important, non seulement pour la préparation des voyages et les recommandations sur les travaux scientifiques très nombreux à entreprendre, mais aussi pour la protection des marins; elles recherchaient notamment pour eux des sauf-conduits les protégeant en cas de conflits entre grandes puissances, conflits pouvant survenir pendant leurs longues absences; cette première moitié du XIX^e siècle en fut fertile. On connaît les ordres que Louis XVI avait donnés à ses marins de laisser libre passage aux navires de Cook, dont on attendait (ce sera en vain) le retour, et alors qu'un conflit venait d'éclater avec l'Angleterre. En revanche, oublions le nom du gouverneur de l'île de France* (actuelle île

* Les Français avaient cependant une dette envers les marins anglais, car ceux-ci avaient, devant Port Jackson, en Australie, sauvé les navires de Nicolas Baudin de l'échouage, en remplaçant à la manœuvre les marins français trop affaiblis (in Dunmore). Cette solidarité entre gens de mer ne put rien contre la méfiance française envers les Anglais; l'île de France jouait à cette époque un rôle stratégique dans l'océan Indien, dont l'importance avait été volontairement exagérée, laissant croire que cette île était devenue un véritable "Gibraltar de l'océan Indien". Ce bluff aurait été immédiatement percé à jour par Flinders qu'il fallait donc retenir prisonnier (Verstraete, com. pers.). Dans l'introduction à la relation du voyage de Kotzebue sur le *Rurik*, Krusenstern critiqua vivement les Français pour cette attitude. Le cas de Flinders avait eu cependant un précédent; Rossel, compagnon de d'Entrecasteaux, avait été lui aussi victime d'un sort malheureux; il fut pris par les Anglais, sur un navire hollandais, avec en sa possession les cartes dressées par Beautemps-Beaupré. Celles-ci furent certainement copiées et communiquées précisément à Flinders. Rossel resta en prison jusqu'à la paix d'Amiens en 1802 (in Jones & Jones, 1992).

Maurice) qui maintint plusieurs années en prison l'explorateur anglais Matthews Flinders démuné de sauf-conduit pour le navire sur lequel il rentrait, après avoir dû abandonner l'*Investigator* pour un nouveau navire, le *Cumberland*.

Les hydrographes eurent donc rapidement des données de plus en plus nombreuses pour rédiger les documents d'aide à la navigation; certains, comme Romme (1817), conçurent très tôt, et bien avant l'hydrographe américain Maury que l'on cite beaucoup plus souvent, des tableaux de données concernant "les vents, les marées et les courans qui ont été observés sur toutes les mers du globe...". Le tableau des limites mensuelles moyennes en latitude des alizés des deux hémisphères fut établi, pour l'océan Atlantique, par Horsburgh (1825), à partir de données recueillies de 1791 à 1807. L'important, pour les services hydrographiques, était de donner aux navigateurs les renseignements les plus complets pour leur sécurité et rendre leur traversée plus rapide. Kerhallet cite précisément en exemple aux marins français le capitaine anglais James Horsburgh qui accomplissait en quatre-vingt-dix jours seulement, au lieu de cent à cent dix, la traversée Europe-Le Cap, grâce à sa parfaite connaissance des vents et des courants.

Kerhallet ne voulut pas, ou ne sut pas, reconnaître l'existence d'un contre-courant équatorial dans l'Atlantique central, malgré la note hydrographique de Lartigue reproduite dans les *Annales Maritimes et Coloniales* de 1828 et l'avertissement de l'éditeur; il était peut-être difficile pour Kerhallet, comme nous l'avons dit, de réfuter la représentation des courants du major James Rennell; cet hydrographe anglais jouissait d'une très grande réputation, non seulement comme hydrographe, mais aussi comme géographe (Rennell avait publié le journal de l'explorateur anglais Mungo Park au Sénégal et au Niger et, pour préciser les positions géographiques indiquées, avait redéterminé la carte d'Afrique de la déclinaison magnétique pour 1793). Les observations de Lefèvre, comme le souligne Deacon, furent déterminantes pour rectifier la carte de Rennell; Findlay, par ailleurs, avait clairement montré, en 1853, que le courant de Guinée était un courant chaud et qu'il ne pouvait pas être confondu avec une extension éventuelle du "courant polaire de l'Afrique du Nord", courant froid; d'ailleurs, l'hydrographe français Roussin n'avait-il pas montré, insistait Findlay, que les courants côtiers divergeaient de part et d'autre du Cap Roxo ? Le courant polaire (actuel courant des Canaries) suivait le cours des alizés de nord-est, et s'éloignait ainsi vers le large.

Le rôle indirect que joua en océanographie le projet de percement de l'isthme de Panama par un canal transparaît clairement dans le titre de l'article de Findlay; il ne s'agissait plus pour les "savants", ou les hydrographes, d'un simple travail de description un peu abstrait, mais d'une réflexion sur les niveaux respectifs des océans face au projet de réalisation de ce canal, projet ambitieux autorisé par la "Révolution industrielle" du XIX^e siècle; l'accumulation des eaux dans l'ouest des bassins océaniques, due à la poussée des alizés, ne risquait-elle pas de provoquer une catastrophe, un gigantesque raz de marée, si on perçait l'isthme de Panama ? Dès le début du XVI^e siècle, Pierre Martyr d'Anghiera avait fait l'hypothèse qu'un canal naturel devait relier les deux océans à la hauteur des régions équatoriales, toujours pour assurer cette continuité que l'on croyait nécessaire du mouvement des eaux vers l'ouest; mais, les navigateurs espagnols n'ayant pas rencontré de canal, ni observé d'accumulations d'eau sur le bord ouest de l'Atlantique, Martyr d'Anghiera estima que toute cette eau devait donner lieu à une vaste circulation côtière vers le nord. Stommel (1965), à qui l'on doit ces éléments d'information, estime pertinemment qu'il y avait là en germe, chez Martyr d'Anghiera,

l'intuition du Gulf Stream. Findlay suggéra que les contre-courants équatoriaux jouaient un rôle compensateur important pour le niveau de la mer des deux côtés de l'isthme.

La mise en évidence du contre-courant équatorial fut définitivement acquise vers le milieu du XIX^e siècle. Aujourd'hui encore, paraissent régulièrement des articles concernant le contre-courant équatorial que l'altimétrie, par exemple, a fait redécouvrir. Du chronomètre sur un navire, hier, à l'altimètre embarqué sur un satellite, aujourd'hui, en passant par les "écho-sondeurs inversés", posés en 1982-1984 par grands fonds, du programme FOCAL/SEQUAL dans l'océan Atlantique, ou encore le lancé de bouées-dérivantes repérées par balise Argos, l'étude du contre-courant équatorial a toujours été un peu privilégiée par les océanographes cherchant à préciser les lois dynamiques de son origine motrice. Longtemps on a cru, et cette idée est encore ancrée dans le subconscient de nombreuses personnes, que l'origine dynamique du contre-courant équatorial était la pente de la surface de la mer descendante d'ouest en est, pente créée par la poussée constante des eaux effectuée par les alizés vers l'ouest; il en résulte, à titre de compensation, un gradient zonal de pression dirigé vers l'est que l'on met justement en cause dans l'explication théorique d'un autre courant remarquable, le sous-courant équatorial. En fait, dans le cas du contre-courant équatorial, le véritable moteur est plus subtil; c'est le gradient méridien du rotationnel de la tension zonale du vent qui, en chaque point, varie avec le temps du fait de la migration saisonnière nord-sud des alizés; celle-ci est illustrée par les déplacements annuels de la zone intertropicale de convergence des vents (ZITC). Un contre-courant peut donc se développer, en fait, dans une région océanique soumise à un seul champ de vent et non pas, *stricto sensu*, dans la zone de confluence des deux alizés; ceci explique le développement possible d'un contre-courant équatorial *sud* au sud de l'équateur. Pour cette raison, le contre-courant équatorial observé au nord de l'équateur fut rebaptisé, comme l'avait d'ailleurs justement nommé Berghaus, "contre-courant équatorial *nord*". Ces observations de terrains et ces études théoriques furent l'œuvre de nombreux océanographes dès le début de ce siècle. Le contre-courant équatorial resta pendant très longtemps le sujet favori de nombreux océanographes physiciens; son étude fertilisa réellement le développement de l'océanographie physique dynamique; il fut seulement supplanté en intérêt, vers 1960, par la redécouverte du sous-courant équatorial (dont les effets avaient pourtant été observés très tôt par Buchanan dans l'océan Atlantique en 1876).

Qui doit-on finalement créditer de la découverte du contre-courant ? Si on se limite au véritable contre-courant équatorial dirigé contre les vents dominants, éliminant ainsi le courant de Guinée et son observation par les pilotes portugais au XV^e siècle; si on élimine les observations ponctuelles d'un Cook ou d'un Freycinet, qu'ils ne purent pas interpréter, et celles effectuées sur les navires prussiens, très limitées dans l'espace elles aussi, mais qui permirent cependant à Meyen (1835) d'écrire le mot "Gegenströmung", inscrit ensuite par Berghaus (1837) sur une carte, nous serions tentés de retenir surtout le nom de Beechey (1831) qui écrivait : "*in both oceans there appears to be on the whole a north-easterly current between the trade winds*". On ne peut oublier, cependant, la remarque antérieure, très clairement exprimée, de Lartigue (1827) "*...il paraît s'établir, au milieu des vents variables de la zone torride, un contre-courant presque constant portant à l'Est*", remarque qui fut soulignée, avec également beaucoup de clarté, en 1828, par l'éditeur des *Annales Maritimes et Coloniales*. Il faut mentionner enfin la relation de Wilkes (1845) : "*...we encountered another setting with equal velocity to the east between the latitudes of 4° and 9°N. This last tropical countercurrent was traced by us between the same parallels nearly across the Pacific from the longitude of*

170°E to the longitude of 138°W". En fait, le mérite de l'identification du contre-courant équatorial fut un mérite essentiellement collectif; il revient à la communauté des navigateurs de cette époque, lancés à la découverte du "Grand-Océan" ou de la "Mer du Sud"; les hydrographes et les géographes, par la compilation des courants de dérive, firent le reste. Les mérites de l'hydrographe français Kerhallet, ainsi que ceux de Lartigue, paraissent cependant anormalement sous-estimés en France; ils sont le plus souvent passés sous silence dans l'enseignement de l'océanographie, au bénéfice d'un Findlay ou d'un Berghaus.

Remerciements

Les recherches bibliographiques nécessaires à cette étude ont bénéficié du précieux concours de Mme J. Carpine-Lancre, conservateur de la bibliothèque du Musée océanographique de Monaco, de Mme N. Momzikoff, bibliothécaire de l'Institut océanographique de Paris, ainsi que de celui de Mme Droff et de M. Aimé de l'EPSHOM à Brest. Certains documents m'ont été communiqués par des collègues que je tiens à remercier : R. Peterson et L. Stramma m'ont procuré la copie des cartes de Berghaus, disponibles aussi au "Département des Cartes et Plans" de la Bibliothèque Nationale; D. Anderson, en Angleterre, a recherché pour moi l'article de Findlay; Y. Gouriou, depuis Woods Hole, m'a envoyé la copie de la relation de l'*US Ex Ex* de Wilkes; J. Maley m'a obtenu le livre de Humboldt où se trouve le "voyage extraordinaire" du galion de Manille; F. Cabannes, depuis l'IFREMER-Brest, m'a procuré une copie de la carte de Rennell, extraite de Deacon; Ch. Hénin, depuis Nouméa, m'a transmis une copie du *Morskoï Atlas* concernant le trajet des circumnavigations russes. Je remercie plus particulièrement S. Wacongne pour ses recherches à l'université de Kiel sur Meyen et les navires prussiens (elle a bénéficié de la précieuse assistance du professeur G. Kortum et de Mme Rogge que je tiens à remercier) et pour la lecture critique qu'elle a bien voulu faire d'un premier manuscrit; j'ai bénéficié de l'aide, sans compter, de J. Pagès pour la traduction des textes allemands; R. Desrosières, ancien rédacteur de la revue de l'ORSTOM, *Océanographie Tropicale*, a effectué une lecture critique extrêmement précise de mon texte, ce dont je le remercie tout particulièrement; enfin G. Reverdin m'a suggéré quelques commentaires tout à fait pertinents sur la circulation équatoriale

Références bibliographiques

Les cotes indiquées sont celles de la bibliothèque du Service Historique de la Marine, à Vincennes, sauf pour celles précédées de "BN" qui sont celles de la Bibliothèque Nationale.

- Anonyme, 1953.**- Morskoï atlas (Atlas maritime).- Moscou : Edit. Ministère des Forces Armées de la Marine, Tome 2, 76 cartes.
- Arx W. S. v., 1962.**- An Introduction to Physical Oceanography.- London : Addison-Wesley Publ. Comp., Inc., 422 pp.
- Beaglehole J. C., 1955-1974.**- The journals of Captain James Cook. *In* : *The Resolution Journal of J. R. Forster, 1772-1775*. Vol. 3 : 170-171.- London : The Hackluyt Soc., 4 vol. + 1 coffret.
- Beechey F. S., 1831.**- Narrative of a voyage to the Pacific and Behring's Strait to cooperate with the Polar expedition, performed in the ship *Blossom*, 1825-1828.- London, 2 vol. (JC 189).
- Berghaus H., 1837.**- Allgemeine Länder- und Völkerkunde.- Stuttgart : Erster Band, 5 vol., 1 atlas. (BN G 19513-19519). (non vu).
- Berghaus H., 1845.**- Physikalischer Atlas. Erster Band.- Gotha : Verlag von Justus Perthes, 234 pp. (BN, ge DD 5400 bis, fasc. 1).
- Bourgeois S., 1863.**- Réfutation du système des vents de M. Maury.- *Revue Maritime et Coloniale*, mai-août : 182-202, 321-363, 547-580 et septembre-décembre : 120-151.
- Bourgoin J., 1987.**- L'hydrographie française au XVIIIème siècle. *In* : Actes du colloque *La mer au siècle des Encyclopédies*, Brest, 1984.- Paris-Genève : Ed. Champion-Slatkine, 495 pp.
- Brooks C. E. P. & Braby H. W., 1921.**- The clash of the trades in the Pacific.- *Quart. J. Roy. Met. Soc.*, XLVII, 197 : 1-13.
- Brosses Ch. de, 1756.**- Histoire des navigations aux Terres Australes.- Paris, 2 vol. (non vu).
- Brosses J., 1983.**- Les tours du monde des explorateurs; les grands voyages maritimes, 1764-1843.- Paris : Bordas, 230 pp.
- Carpine-Lancré J., 1992.**- Fleurieu et le voyage autour du monde d'Etienne Marchand. *In* : *Fleurieu et la Marine de son temps* : 91-120, colloque tenu à Paris, juin 1989.- Economica.
- Dampier W., 1697.**- Suite du voyage autour du monde avec un traité des vents qui règnent dans toute la zone torride.- 2 vol. (édité en 1717 pour la traduction en français; JC 21).
- Deacon M., 1971.**- Scientists and the Sea, 1650-1900 : A Study of Marine Science.- London : Academic Press, 445 pp.
- Dillon P., 1829.**- Narrative and successful result of a voyage in the South Seas in the years 1827 and 1828 to ascertain the actual fate of La Pérouse expedition.- London, 2 vol. (édité en 1830 pour la traduction en français; octavo 2206.)
- Donguy J.-R., Oudot C. & Rougerie F., 1970.**- Circulation superficielle et subsuperficielle en mer du Corail et à 170°E.- *Cah. Orstom, série Océanogr.*, VIII, 1 : 3-20.
- Dunmore J., 1965 et 1969.**- French Explorers in the Pacific.- Oxford : Oxford Univ. Press, 2 vol. (traduit en français par G. Pisier, 1978 et 1983 : Les Explorateurs français dans le Pacifique, 2 vol., 379 et 389 pp.- Papeete : Les Éditions du Pacifique.)
- Duperrey L. I., 1827-1829.**- Voyage autour du monde, exécuté par ordre du Roi, sur la corvette de S. M la *Coquille* pendant les années 1822, 1823, 1824 et 1825.- 7 vol. + 2 atlas. (25 H 6; le volume 7, *Hydrographie et Physique*, a été publié en 1829 et 1830; l'atlas des cartes et plans porte la cote n° 173 et a été édité en 1827.)
- Findlay A. G., 1853.**- Oceanic currents, and their connection with the proposed Central-America canal.- *J. Roy. Geogr. Soc.*, London : 217-240.

- Fleurieu Ch.-P. Claret de, 1774.-** Voyage fait par ordre du Roi en 1768 et 1769, à différentes parties du monde, pour éprouver en mer les horloges marines inventées par M. Ferdinand Berthoud (non vu).
- Fleurieu Ch.-P. Claret de, 1798-1808.-** Le Journal d'Etienne Marchand en 1790, 1791 et 1792 à bord du navire le *Solide*.- Paris, 6 vol. (32 E 47.)
- Freycinet L. C. Saulces de, 1824-1844.-** Voyage autour du monde entrepris par ordre du Roy, exécuté sur les corvettes de S. M. l'*Uranie* et la *Physicienne* pendant les années 1817, 1818, 1819 et 1820. (4 M 16; le volume "Hydrographie" est le vol. 12, publié en 1827.)
- Halley E., 1688.-** An historical account of the trade winds and monsoons, observable in the seas between and near the Tropics, with an attempt to assign the Physical cause of the said winds.- *Phil. Trans. Roy. Soc.*, 16 : 153-168 (non vu).
- Hisard Ph., 1976.-** Le système des contre-courants équatoriaux dans l'océan, par Khanaichenko. Note de lecture.- *Deep-Sea Res.*, 23 : 191.
- Horsburgh J., 1825.-** India Directory (traduit en 1837-1839 par Le Prédour en 5 vol. : Instructions nautiques sur les Mers de l'Inde; BN V 41758-41762.)
- Humboldt A. de, 1817.-** Voyage de MM. Alexandre de Humboldt et Aimé Bonpland dans les régions équinoxiales du Nouveau Monde. Relation historique contenant les observations sur les courants de l'océan Atlantique.- *Ann. Mar. Col.*, 2 : 765-787.
- Humboldt A. de, 1805-1832.-** Voyage dans l'Amérique équinoxiale. Tome 2 : Tableaux de la nature et des hommes. Paris : Ed. Maspero, 255 pp., nouvelle édition 1980.
- Jarrige F., 1968.-** On the eastward flow of water in the western Pacific south of the equator.- *J. Mar. Res.*, 26 : 3, 286-289.
- Johnston A. K., 1843.-** The national atlas.... accompanied by maps and illustrations of the physical geography of the globe by Dr Heinrich Berghaus.- Edinburgh, 10 pp, 46 cartes (non vu).
- Jones I. & Jones J., 1992.-** Oceanography in the days of sail. Sidney : Hale & Iremonger, 288 pp.
- Kerhallet Ch.-Ph. de, 1851.-** Considérations générales sur l'océan Atlantique et Instructions particulières pour la navigation sur la côte occidentale d'Afrique.- Paris : P. Dupont, 68 pp. (pré-publié in : *Annales Hydrographiques* de 1850, 1^e partie.)
- Kerhallet Ch.-Ph. de, 1852a.-** Considérations générales sur l'océan Pacifique.- *Ann. Hydro.*, 1^e partie, tome VI; 2^e édition, 1856, 216 pp.
- Kerhallet Ch.-Ph. de, 1852b.-** Considérations Générales sur l'Océan Atlantique.- *Ann. Hydro.*, 1852, 1^e partie, tome VII, 107 pp.
- Khanaichenko N. K., 1974.-** Le système des contre-courants équatoriaux dans l'océan.- Léninegrad : Guidrometeoizdat, 158 pp. (en russe; traduit par Ph. Hisard.)
- Knauss J. A., 1963.-** Equatorial current system. In : *The Sea*, vol. 2 : 235-252.- New-York, Wiley-Intersciences.
- Kotzebue O. von, 1821.-** A voyage of discovery into the South Sea and Beering's straits for the purpose of exploring... - London. (39 P 64).
- Krusenstern A.I. v., 1821.-** Voyage autour du monde fait pendant les années 1803, 1804, 1805 et 1806, par les ordres de sa Majesté Impériale Alexandre 1^{er}, Empereur de Russie, sur les vaisseaux la *Nadjejda* et la *Néva*, commandés par M. de Krusenstern, capitaine de vaisseau de la Marine Impériale; traduit de l'aveu et avec des additions de l'auteur.- Paris, 2 vol. (traduction revue par M. Eyriès, 37 E 326; original en 3 vol., 1810-1812, Saint-Pétersbourg.)
- Krusenstern A. I., von, 1824.-** Recueil de mémoires hydrographiques pour servir d'analyse et d'explication à l'atlas de l'océan Pacifique.- Saint-Pétersbourg, 2 vol. + 1 atlas. (BN : Ge FF 8831 et Ge CC 1120 pour l'atlas.)
- Lartigue J., 1827.-** Instruction Nautique sur les côtes de la Guiane française, rédigée d'après les ordres du Ministre de la Marine et des Colonies.- Paris : Imprimerie royale, 10 pp + 1 carte h. t. (EPSHOM, n° 746). Cf. aussi *Ann. Mar. Col.*, 1828 : 233-330.

- Lartigue J., 1841.- Exposition sur le système des vents. *Ann. Mar. Col.*, vol. 1 : 179-279.
- Lefèbvre J. A., 1857.- Notes sur les courants de l'océan Atlantique entre l'équateur et le 10° degré de latitude N.- Paris : P. Dupont, 8 pp + 1 carte (extrait de *Ann. Hydr.*, XIII, 195-200 + 1 pl.)
- Matthaus W., 1969.- Zur Entdeckungsgeschichte des Äquatorialen Unterstroms im Atlantischen Ozean.- *Beitr. Meeresk.*, 23 : 37-70.
- Maury M. F., 1855.- The Physical Geography of the Sea.- New-York : Ed. Harper.
- Merle J., Rotschi H. & Voiturbiez B., 1969.- Zonal circulation in the tropical south western Pacific.- *Bull. Jap. Soc. Fish.*, special issue (Prof. Uda's comm. papers) : 91-98.
- Meyen F. J., 1835.- Reise um die Erde, ausgeführt auf dem Kgl. Preussischen Seehandlungsschiff *Princess Louise* in den Jahren 1830-1832.- Berlin, 2 vol. BN : G 6390-6391 (non vu).
- Milet-Mureau L. A., 1797-1798.- Lapérouse, voyage autour du monde.- Paris : J. de Bonnot, édition en fac-similé, 4 vol., 11 atlas, 1981.
- Montgomery R. & Palmén L. A., 1940.- Contribution to the question of the equatorial countercurrent.- *J. Mar. Res.*, 3 (2) : 112-133.
- Paffen K. & Kortum G., 1984.- Die Geographie des Meeres.- *Kieler Geogr. Schriften*, 60 : 281 pp.
- Peterson R., Stramma L. & Kortum G., 1993.- Early Concepts and Charts of Ocean Circulation. (Subm. to *Progr. in Oceanogr.*).
- Puls C., 1895.- Oberflächentemperaturen und Strömungsverhältnisse des Äquatorialgürtels des Stillen Ozeans.- *Arch. Deutschen Seewarte*, Hamburg, XVIII, 1 : 38 pp.
- Quinn W. H., Neal V. T., Mayolo S.E.A., 1987.- El Niño occurrences over the past four and an half centuries.- *J. Geophys. Res.*, 92, C 13 : 14449-14461.
- Rennell J., 1832.- An investigation of the currents of the Atlantic ocean and of those that prevail between the Indian ocean and the Atlantic.- London : 359 pp. (non vu).
- Revault d'Allonnes M., 1987.- Regards actuels sur la physique marine de l'Encyclopédie. In : Actes du colloque *La mer au siècle des Encyclopédies*, Brest, 1984. Paris-Genève : Champion-Slatkine, 495 pp.
- Richardson P. L. & Mc Kee T. K., 1984.- Average seasonal variation of the Atlantic equatorial currents from historical ship drifts.- *J. Phys. Oceanogr.* : 1226-1238.
- Romme Ch., 1806.- Tableaux des vents, des marées et des courants qui ont été observés sur toutes les mers du globe, avec des réflexions sur ces phénomènes.- Paris : Duprat-Duverger, 2 vol., 422 pp. et 488 pp. (BN V 23305-23306).
- Roussin A. R., 1821.- Mémoire sur la navigation aux côtes du Brésil.- Paris : Imprimerie Royale, 67 pp. (cf. aussi in : *Ann. Mar. Col.*, 1822, "Le Routier du Brésil", p. 502; réédité en 1845 sous le titre de : "Le Pilote du Brésil" [JC 163]).
- Schumacher A., 1944.- Zur Geschichte unserer Kenntnis des Äquatorialen Gegenstromes.- *Ann. Hydr. Marit. Meteor.*, mars : 92-94.
- Schumacher A., 1953.- Die westatlantische Äquatoriale Gegenströmung seit hundert Jahren bekannt.- *Deutsche Hydrogr. Zeitschrift*, 6 (4-5-6) : 224-226.
- Simart G., 1889.- Atlantique nord. Carte de la direction et de l'intensité probables des courants.- Service Hydrographique de la Marine.
- Stommel H., 1965.- The Gulf-Stream, a physical and dynamical description.- Berkeley : Univ. Calif. Press, 248 pp.
- Teixera da Mota A., 1971/72.- Atlantic winds and ocean currents in Portuguese nautical documents of the Sixteen Century.- *Proc. 2nd Intl. Congr. Hist. Oceanogr.*, *Proc. Roy. Soc. Edinburgh*, (B), 73 (7) : 59-67.
- Wilkes Ch., 1845.- Narrative of the "United States Exploring Expedition", 1838-1842. 5 vol., 1 atlas (JC 232).

Annexe I : "montres marines" et détermination des longitudes

L'identification du contre-courant équatorial et des dérives essentiellement zonales qu'il provoque ne fut possible que lorsque les marins purent estimer correctement la longitude; c'est-à-dire lorsqu'on réalisa des "montres marines", "horloges marines", "garde-temps" ou "chronomètres", qui remplacèrent les "horloges à sable" et autres "sabliers". La longitude est en effet une mesure de temps, exprimée en angle (360° correspondant à 24 heures); c'est l'écart angulaire sur la sphère terrestre, entre le méridien d'un lieu et un autre méridien, arbitrairement choisi comme méridien origine; il suffit d'avoir deux montres, dont l'une "garde le temps" du lieu de départ, pour connaître, par comparaison des deux montres, la longitude du lieu; par définition, il est midi local lorsque le soleil passe au méridien d'un lieu; la hauteur du soleil est alors maximale. Tout dépend donc de la précision du fonctionnement des montres.

Le méridien origine était souvent celui du port de départ, quitté depuis de longues semaines, voire même des mois. Les marins avaient tendance parfois à changer leur port de référence en cours de route et à indiquer leur longitude par rapport à la dernière escale si la position en était connue avec une meilleure précision (c'est ce que faisait Dampier, par exemple). Le port d'origine, qui servait de référence, variait bien évidemment avec la nationalité des navires. Il résultait de tout cela de nombreuses sources d'erreurs pour les cartographes. Ces derniers conservèrent longtemps comme référence le méridien de Punta della Orchilla sur l'île Hierro (l'île de Fer) aux Canaries, pointe ouest extrême du monde antique connu, que Ptolémée avait choisi comme premier méridien (Gioda, com. pers.). Louis XIII avait ordonné, en 1634, que les géographes de France y conformeront leurs calculs. L'Italien Riccioli avait transporté le premier méridien à Las Palmas dans la supposition, erronée, que cette position était plus occidentale que Hierro. Les Hollandais le faisaient passer par le pic de Ténériffe. Les marins anglais comptaient leur longitude depuis le méridien de Greenwich; les Français choisirent le méridien de l'Observatoire de Paris, $2^\circ 20'$ plus à l'est, utilisé dès 1680 pour la carte de France de La Hire. Dumont d'Urville, à qui nous empruntons ces précisions dans son *Voyage pittoresque autour du Monde*, édité en 1834, concluait : *"Confusion funeste qui ne sert qu'à embrouiller la technologie maritime déjà si compliquée et si diverse"*. Krusenstern, qui exprimait le même avis, utilisa en conséquence, bien que russe, le méridien de Greenwich. Ce méridien devint rapidement le méridien origine le plus utilisé. Noter que le géographe allemand Berghaus se sert sur ses cartes du méridien de Paris (cf. Fig. 1 et 7).

Les navigateurs, quand ils le pouvaient, emportaient avec eux plusieurs montres dont ils comparaient soigneusement la "marche" (avance ou retard journalier); Duperrey en avait quatre à bord de la *Coquille* (les n° 118 et 160 de L. Berthoud, n°26 de Motel et n° 3072 de Bréguet), et savait que son compagnon Lesage en avait une à titre personnel (la n° 3377 de Bréguet). Humboldt (1817) possédait lui aussi une montre Berthoud; il l'utilisa dès sa traversée de l'Atlantique, en juin-juillet 1799, à bord de la frégate *Pizarro*, entre la Corogne et Cumana : *"grâce à quoi j'étais en état de découvrir les plus petits changements dans la direction et la vitesse du courant"*. Il s'aperçut ainsi que : *"sur le méridien de 20 ou 23 degrés, depuis les 8 ou 9 jusqu'aux 2 ou 3 degrés de latitude boréale, où les vents alizés sont souvent interrompus par des vents qui soufflent du sud ou du sud-sud ouest, le courant équinoxial est moins constant dans sa direction. Vers les côtes d'Afrique, les vaisseaux se trouvent entraînés au sud-est"* (in : *Annales Maritimes et Coloniales*, 1817; p. 769). Humboldt avait donc perçu très tôt les effets du courant de Guinée, au large, et fut donc bien proche d'identifier le contre-courant; toutefois,

pour aller à Cumana, au Venezuela, depuis la Corogne, on effleure seulement le contre-courant équatorial qu'autrement Humboldt aurait découvert, tant étaient grandes son excitation et celle du naturaliste français Aimé Bonpland qui l'accompagnait à observer leur environnement.

Pendant tout le XVIII^e siècle, une grande rivalité opposa les horlogers français (Le Roy, Berthoud) entre eux, et d'autre part avec leurs collègues anglais, dans la réalisation d'une "montre marine" suffisamment précise. Elle devait être capable de supporter les mouvements du navire, les changements importants de température et d'humidité et les variations de la pesanteur avec la latitude. Beaucoup de marins se dirigeaient vers l'Arctique, à la recherche du passage par le nord-ouest entre les deux océans, ou vers un continent austral un peu mythique; tout cela, après être passés dans les zones équatoriales les plus chaudes et les plus humides. De l'avis de Newton "*such a watch hath not yet to be made*" (cité par von Arx, 1962).

Le nom des Berthoud reste attaché en France à la réalisation des montres marines. Ferdinand Berthoud, horloger suisse de Neuchâtel, s'était installé en France; il réalisa la première montre satisfaisante après avoir inventé, en 1753, le pendule bimétallique qui permettait de compenser les dilatations thermiques. Son neveu, Louis, inventa le "châssis de compensation" et gagna, en 1796, le prix offert par l'Institut national des sciences et des arts (cf. colloque "La mer au siècle des Encyclopédies", Brest, 17-20.9.1984). Fleurieu, hydrographe renommé (cf. III.3), protégea F. Berthoud, dont il essaya les montres marines en mer (*Voyage fait par ordre du Roi en 1768 et 1769, à différentes parties du monde, à bord de l'Isis, pour éprouver en mer les horloges marines inventées par M. Ferdinand Berthoud*; 1774). Pierre Le Roy avait découvert, en 1766, l'isochronisme du ressort spiral et, après des essais en mer en 1767 à bord de l'*Aurore*, gagna en 1769, puis à nouveau en 1773, le prix offert par l'Académie des Sciences pour "la meilleure manière de mesurer le temps en mer" (cf. A. Gougenheim, 1967 : "Les montres marines", in : publication de l'Académie des Sciences à l'occasion de son troisième centenaire, 1666-1966, série D, *Géographie et Navigation* : 351-355).

Les Anglais n'étaient pas en reste dans la réalisation d'un chronomètre. La reine Anne avait promis, en 1714, une récompense importante à qui trouverait le moyen pratique de déterminer la longitude d'un navire en pleine mer. Le premier chronomètre fut réalisé par John Harrison, en 1759, mais le scepticisme était tel qu'on ne lui accorda que la moitié de la récompense ! La montre marine n°4 de Harrison fut essayée en mer; elle n'accusait qu'un retard de 5 secondes, soit 1' 15" de longitude, après un voyage de deux mois jusqu'à la Jamaïque. Le chronomètre à échappement fut inventé en 1783 par Thomas Earnshaw; le capitaine Bligh du *Bounty* en fit l'essai en 1788 (in von Arx, 1962); c'est précisément parce que l'île Pitcairn avait été mal placée sur les cartes par Carteret en 1767 que les mutinés purent y demeurer aussi longtemps avant d'être retrouvés.

Annexe 2 : Quelques mots sur les circumnavigations

Quelques dates repères sont à préciser pour mieux situer dans l'Histoire les grandes circumnavigations évoquées dans ce texte. En ce qui concerne les campagnes françaises, le livre de Dunmore, *French Explorers in the Pacific*, donne une vue d'ensemble remarquable. Ses sources bibliographiques nombreuses ont facilité notre recherche (cf. également l'ouvrage de de Brosse).

La période des explorations scientifiques commença réellement après le voyage de Bougainville (*l'Etoile* et la *Boudeuse*) en 1766-1769 (relation publiée en 1771) et les trois voyages de Cook de 1768 à 1780 (relation publiée à Londres en 1784). La motivation de ces grands voyages était multiple, mais l'étude de la "Figure de la Terre" était une constante. Cette étude avait commencé avec la mesure d'un degré d'arc de méridien au Pérou, par La Condamine et Bouguer en 1735-1740, et, en Laponie, par Maupertuis en 1736-1737. Les occasions d'observer le passage de certaines planètes devant le disque solaire, pour mesurer la distance Terre-Soleil, furent ensuite saisies; ce fut le motif du voyage de Pingré dans l'océan Indien à l'île Rodriguez, puis, en 1769, le passage prévu de Vénus devant le soleil, le 3 juin, motiva celui de James Cook à Tahiti, comme il avait motivé antérieurement celui de Guillaume Le Gentil de la Galaisière dans la mer des Indes, pour un premier passage prévu le 6 juin 1761 (*in* Dunmore).

La recherche d'un continent austral préoccupait beaucoup les "savants". Maupertuis s'en fit l'avocat, en 1752, dans sa "Lettre sur le Progrès des Sciences" adressée au roi de Prusse, Frédéric le Grand. Ce dernier l'avait nommé directeur de l'Académie Royale en 1746, sur la recommandation de Voltaire. La lettre de Maupertuis fut lue en France à une séance de la Société savante de Dijon; cette lecture motiva la décision de Ch. de Brosse de travailler à la publication d'une "Histoire de la Navigation aux Terres Australes" qui parut en 1756; elle fut traduite très rapidement en allemand, puis en anglais. En Grande-Bretagne, où cet ouvrage avait été très remarqué, une œuvre analogue fut entreprise par A. Dalrymple; il publia en 1767 *An Account of the Discoveries Made in the South Pacific Previous to 1764*. Le voyage de Surville sur le *Saint Jean-Baptiste* en 1769-1770 (publié après son naufrage sur les côtes du Chili par Rochon en 1783) fut très remarqué, car Surville avait navigué le premier, d'un seul bord, entre la Nouvelle-Hollande (l'Australie) et le Chili, dans les grands vents d'ouest des "quarantièmes", sans rencontrer de continent (*in* Dunmore).

Le voyage de Lapérouse fait la liaison entre l'Ancien Régime, puisqu'il fut ordonné par Louis XVI, et la Révolution Française, puisque la recherche de Lapérouse, après sa disparition en 1788, fut ordonnée par l'Assemblée Constituante (Louis XVI, montant à l'échafaud, s'inquiétera une dernière fois : "*A-t-on enfin des nouvelles de Monsieur de Lapérouse ?*"); elle motiva la campagne de circumnavigation de d'Entrecasteaux (1791-1794) avec la *Recherche* et l'*Espérance*. La relation de cette recherche fut publiée, en 1808, par Rossel; celle du voyage de Lapérouse fut publiée par Milet-Mureau, en 1798, sous le Directoire. Napoléon s'intéressa peu à l'exploration du monde, si ce n'est en autorisant l'hydrographie des côtes de la Nouvelle-Hollande (actuelle Australie) par Nicolas Baudin avec le *Géographe* et le *Naturaliste* (1800-1804), campagne au cours de laquelle Louis de Freycinet (avec son frère) fit ses débuts d'observateur scientifique. Baudin étant mort pendant le voyage de retour, la relation du voyage fut le fait de Freycinet et de Péron, puis de Freycinet seul après la mort de Péron; elle fut

publiée de 1807 à 1816.

Le voyage de Krusenstern sur la *Nadjejda* et la *Néva* fut ordonné par le Tsar Alexandre I^{er}; il se déroula de 1803 à 1806; la relation en fut publiée en russe de 1810 à 1812, en anglais en 1813 et en français en 1821. Krusenstern est très souvent cité dans les *Considérations générales sur l'océan Pacifique* de Kerhallet, ainsi que par Duperrey qui en parle avec éloges dans la relation du voyage de *La Coquille*. La campagne du *Nadjejda* (en français : l'*Espérance*, nom d'un des bateaux de d'Entrecasteaux; le tsar Alexandre I^{er} voulut sans doute indiquer qu'il se souciait également du sort du grand marin français dont on était toujours sans nouvelles) et du *Néva* avait un double but politique, mission de représentation au Japon, et commercial (la *Néva* appartenait à la compagnie russo-américaine qui, depuis Saint-Pétersbourg, gérait les comptoirs russes de l'Alaska; la *Néva* allait les ravitailler et en rapporter les fourrures qui étaient alors l'objet d'un commerce extrêmement fructueux; les fourrures de l'Arctique avaient été d'ailleurs un des objectifs du voyage de Lapérouse et surtout de celui de Marchand). La campagne de Krusenstern avait cependant un but réel de découvertes scientifiques et de relevés hydrographiques, en particulier dans l'archipel des Marquises encore mal connu et dont les îles, aux noms multiples et d'origine variée, selon leurs découvreurs, étaient mal positionnées. Krusenstern effectua de nombreuses mesures de température de la mer, non seulement en surface, mais également en subsurface; il utilisa, l'un des premiers, un thermomètre à extremum construit par l'Anglais Six en 1782; il l'avait acheté à Londres en même temps que le navire lui-même. Il y avait à bord du *Nadjejda*, comme cadets de marine, les deux fils de l'illustre écrivain allemand Kotzebue, âgés seulement de 14 et 15 ans. L'un d'eux, le jeune Otto von Kotzebue accomplit deux autres circumnavigations en se voyant confier la responsabilité du *Rurik* en 1816 (le poète franco-allemand Chamisso, ami de Chateaubriand, qui accompagna Kotzebue, a laissé une célèbre relation de ce voyage), puis du *Predpriatie*, voyage auquel le physicien Lenz prit part en 1823 (Kotzebue fit donc trois fois le tour du monde et mourut cependant à terre, chez lui à Revel, en 1846). Grâce à Lenz, des flacons d'eau de mer furent prélevés pour analyse de la salinité; les valeurs obtenues en 1823-1826 étaient encore utilisées par Schott dans sa *Geographie der Stillen Ozean* (Reverdin, com. pers.). Krusenstern était membre correspondant de notre Académie Royale des Sciences; à ce titre, il appuya le projet de Dumont d'Urville d'exploration de l'Antarctique.

Les recommandations de l'Académie des Sciences étaient souvent très denses; elles concernaient tous les domaines. En ce qui concerne la géophysique, on accordait une importance prioritaire à l'étude du magnétisme terrestre et du champ de la pesanteur; le suivi de l'aiguille de la "boussole d'inclinaison" permettait de déterminer la position de l'équateur magnétique, et les oscillations du pendule (à terre, bien évidemment) étaient suivies avec attention. Les études proprement océaniques étaient beaucoup plus rares; elles consistaient en général à suivre l'évolution de la température de la surface de la mer et de celle de l'air, parfois toutes les heures; on prélevait quelquefois des échantillons d'eau pour en déterminer ultérieurement la salinité, comme le fit Freycinet, soucieux de savoir, à la demande d'Arago, si la mer était plus salée au sud qu'au nord de l'équateur. Les observations de subsurface étaient alors plus rares. Rapidement, les navigateurs rivalisèrent d'ingéniosité pour protéger les thermomètres contre les effets de la pression (le premier thermomètre à renversement sera réalisé par le Français Georges Aimé en 1842, pour ses travaux de recherche en Méditerranée). Les questions que l'on se posait peuvent paraître curieuses aujourd'hui; elles concernaient, par exemple, les variations de la température à l'approche d'un haut-fonds; on faisait grand cas

alors d'une possible navigation dite "thermométrique" pour prévenir les naufrages. Quand on put mesurer la température en profondeur, on rejeta rapidement la notion fausse d'une température limite de 4,4 °C, née d'observations dans les lacs alpins. Enfin, une certaine forme d'océanographie appliquée à la pêche vit le jour avec la protection des intérêts baleiniers; le tracé des zones propices à cette pêche fut rajouté sur les cartes de courants par Kerhallet et par Wilkes, soulignant ainsi l'existence de zones d'enrichissement sur un fond de cartes de courants et de température (Dupetit-Thouars fera en 1843 un rapport circonstancié sur les conditions de la pêche à la baleine dans le Pacifique). Les premiers scientifiques qui embarquèrent sur des navires engagés dans les grandes circumnavigations, pour étudier plus spécialement l'océan du point de vue physique, furent, on l'a dit, le physicien Lenz avec Kotzebue sur le *Predpriatie* (1823-1826), puis l'ingénieur hydrographe Dortet de Tessan, en 1836, avec Dupetit-Thouars, à bord de la *Vénus*; ils furent réellement les premiers océanographes de terrain (Tessan est cité dans le cours d'océanographie physique du professeur Lacombe et également par O'Brien, en 1978, dans le numéro spécial de la revue *Oceanus*, consacré aux relations océan-climat, pour ses travaux et ses réflexions pertinentes sur le courant du Pérou et les remontées d'eaux froides côtières). Dans les *Annales Maritimes et Coloniales* de 1835 (vol. 2, p. 957), on trouve les instructions de Freycinet et d'Arago pour le voyage de Vaillant à bord de la *Bonite* en 1836; le texte d'Arago (p. 986) consacré aux mesures dans l'océan est un bilan intéressant des connaissances océanographiques de cette époque.

Annexe 3 : Existence d'une circulation vers l'est, au sud de l'équateur, d'après Humboldt (1817), Dillon (1830) et Beechey (1831).

L'observation de courants dirigés vers l'est, au nord comme au sud de l'équateur, aurait dû susciter plus de curiosité de la part de Freycinet ou de Duperrey. Il était, en effet, alors largement admis, nous l'avons dit, que les courants de la zone équatoriale (les "courants généraux" ou encore le "courant équinoxial") devaient se diriger vers l'ouest comme le "courant de rotation" général. L'identification d'un contre-courant équatorial au nord de l'équateur fut acquise, on l'a vu, vers le milieu du XIX^e siècle. Plus difficile encore était d'accepter l'idée d'un courant océanique dirigé vers l'est, au sud de l'équateur, domaine incontesté des alizés de sud-est, réputés pour leur constance. L'existence d'une branche sud, dont on trouve des traces dans les observations de Freycinet et de Duperrey, fut donc repoussée par Meyen qui trouvait cette conception "incorrecte" (voir I.3); et pourtant...

L'existence possible, certaines années, d'une mousson d'ouest bien établie au sud de l'équateur, en lieu et place des alizés, pourtant réputés stables, fut d'abord attestée indirectement par la relation que fit Humboldt (1805-1832) du voyage, qu'il jugea lui-même "*extraordinaire*", d'un galion de Manille (in : *Tableaux de la Nature et des Hommes*, vol. 2 de la *Relation du voyage dans l'Amérique équinoxiale*). Le galion *El Filippino*, commandé par Don José Arosbide, avait, vers la fin du XVIII^e siècle, réussi à joindre directement Manille à Callao, en ayant pris une route au sud de l'équateur, vers 5-10°S, pour échapper aux corsaires anglais; route estimée impossible, précisait Humboldt, car effectuée contre "le courant de rotation". Il fallut seulement quatre-vingt-dix jours au galion pour accomplir ce trajet. Don José, fier de son exploit, voulut, hélas pour lui, recommencer la même route l'année suivante; il rencontra alors, ce qui était normal, les alizés de l'hémisphère Sud qui s'opposèrent à son passage et dut finalement faire demi-tour. Revenu dans l'hémisphère Nord, tous ses vivres épuisés et l'équipage à bout de force, Don José mourut de honte et de chagrin lors de l'escale imprévue qu'il dut faire à San Blas, dans le golfe de Panama. Ce voyage *extraordinaire* eut sans doute lieu grâce aux modifications de la circulation de surface liées à l'El Niño de 1791. En effet, Humboldt situe l'odyssée de l'*El Filippino*, "*peu de temps avant mon arrivée à Lima*", soit en 1802, et par conséquent trois années seulement après l'occurrence de l'El Niño de 1791, réputé avoir été de "très forte" intensité (Quinn *et al.*). L'anecdote fut jugée digne d'être rapportée par le grand géographe, non sans une certaine préscience quant aux anomalies à grande échelle susceptibles d'être rencontrées dans l'océan Pacifique. Don José Arosbide est donc la première victime connu d'un El Niño.

Le capitaine anglais Peter Dillon, lui, croyait fermement et avec raison qu'il existait une mousson dirigée vers l'est, au sud de l'équateur, dans le Pacifique (voire l'existence de la SPCZ dans le Pacifique occidental); il en donne deux exemples dans la relation qu'il fit de son *Voyage aux îles de la Mer du Sud en 1827 et 1828 et relation de la découverte du sort de Lapérouse*. Dillon se trouvait à Rotuma quand on lui raconta ce qui suit : "*Un piroguier avait voulu aller, comme il en avait l'habitude chaque année, dans une île située dans le NE (île de Wythubou) pour en rapporter des plumes d'un oiseau très recherché; il rencontra des vents contraires qui l'empêchèrent d'atteindre cette île et sa pirogue dériva pendant trois mois, au bout desquels il s'échoua sur l'archipel des Navigateurs* [Rotuma se trouve à 12°30'S et 177°E et l'archipel des Navigateurs à 13°27'S et 171°57'W]. Dillon poursuit : "*Je trouvais dans ce récit une preuve très convaincante de la justesse de mon opinion, que la mousson de NW se fait*

sentir par ces latitudes à certaines époques de l'année, car autrement comment aurait-il pu se faire qu'une barque aussi frêle qu'une pirogue fit la traversée de Rotuma jusqu'aux îles des Navigateurs à plus de 600 milles dans l'Est" (in Dillon, 1830, vol. 1, p. 287).

Dillon, plus loin (in vol. 2, pp. 16-17), insiste à nouveau sur l'existence de vents d'ouest dans le Pacifique entre la latitude de 12°S et l'équateur; il raconte cet autre incident : "*Pendant que j'étais à Valparaiso, en juin 1824, le baleinier américain Le Globe de Nantucket entra dans ce port en faisant des signaux de détresse; il y avait seulement à bord trois personnes jeunes dont un certain Smith; celui-ci déclara qu'après avoir été faits prisonniers par l'équipage qui s'était mutiné au mois de janvier précédent et avait tué le capitaine et trois officiers, ils avaient réussi à quitter les îles Mulgrave, situées entre 5°N et 10°N et 170°-175°E, pendant que les mutins s'enivraient à terre; Smith et ses jeunes compagnons avaient fait voile d'abord vers l'ouest, puis vers le sud pour couper l'équateur; là, ils avaient trouvé des vents d'W et de NW qui les avaient menés du même bord jusqu'ici*". Le témoignage de Dillon sur les conditions de la circulation équatoriale au sud de l'équateur, par mousson d'ouest, corrobore parfaitement les observations de Duperrey faites précisément la même année.

Par coïncidence, l'année 1824 revient une fois de plus sur le devant de la scène dans la relation suivante. Le navigateur anglais Beechey (1831) rapporte dans le "Narrative" du *Blossom*, la preuve que, certaines années, les alizés de sud-est pouvaient être remplacés par une mousson d'ouest, au sud de l'équateur, dans l'océan Pacifique. Alors que Beechey se trouvait en 1826 dans l'archipel des Tuamotu, il aborda dans un atoll inconnu, qu'il baptisa Byam Martin, l'actuel Ahunui. Là, il trouva un groupe de Polynésiens qui, depuis treize mois, essayaient de revenir vers leur île d'origine Anaa. Ils en étaient partis avec trois grandes pirogues doubles pour se rendre à Tahiti, 300 milles à l'ouest d'Anaa, afin d'assister aux fêtes du couronnement du roi Pomaré; "... *malheureusement l'alizé qui devait les porter leur fit défaut et se transforma prématurément en mousson d'ouest qui les poussa dans la direction inverse*". Ils échouèrent sur un premier atoll (Barrow Island) d'où ils entreprirent, quelque temps après, un difficile voyage de retour, pendant lequel ils subirent par deux fois les effets d'un cyclone tropical. Ils demandèrent à Beechey de les ramener à Anaa. Celui-ci ne put prendre à son bord qu'une seule famille qu'il ramena à Tahiti. Cette odyssée polynésienne de treize mois eut lieu environ trois ans avant l'arrivée de Beechey. Il est facile de vérifier que c'est en 1824 que fut couronné à Tahiti le nouveau roi Pomaré III (de son vrai nom Tériitaria); il régna de 1821 à 1827); le couronnement de 1824 fut d'ailleurs très remarqué, car c'était le premier couronnement à l'europpéenne d'un roi tahitien. Cette odyssée polynésienne est donc la troisième preuve qu'en 1824 il y eut réellement des conditions de circulations particulières au sud de l'équateur, à savoir une circulation générale vers l'est, et, sans doute, apparition en surface du contre-courant équatorial *sud*. Ceci corroborerait donc les observations de courants de Duperrey faites la même année. On sait qu'en 1824 dominèrent des conditions "El Niño" d'intensité 3, qui donnèrent, entre autres anomalies, de fortes pluies inhabituelles sur la région nord-Pérou de Piura (Quinn *et al.*, 1987).

On constate finalement que les grandes circumnavigations qui nous intéressent ont souvent cotoyé, sans, bien sûr, que les navigateurs en prennent conscience, le phénomène de l'El Niño dans son développement océanique (ENSO). On peut récapituler, grâce aux travaux de Quinn *et al.*, les années qui ont été à cette époque concernées par un El Niño, en rappelant le nom des navigateurs qui se trouvaient alors dans l'océan Pacifique. Pour les événements de très

forte à forte intensité : 1785-1786 (Lapérouse); 1791 (Marchand); 1803-1804 (Krusenstern); 1814 et 1828 (H. de Bougainville, Lütke); 1844-1845. Pour les El Niño d'intensité modérée : 1806-1807, 1812, 1817, 1819 (Freycinet); 1821, 1824 (Duperrey); 1832, 1837 et 1850. Peut-être y-aurait-il de ce fait, dans la relation de ces voyages, des indications précieuses sur la façon dont l'océan Pacifique réagissait alors à ce phénomène ? Plus près de nous, les lecteurs que ce problème intéresse pourront relire la relation du voyage d'Alain Gerbault dans le Pacifique, à bord du *Firecrest* (*A la poursuite du soleil*), pendant les années 1925-1926, années qui furent caractérisées par un très fort El Niño, l'un des premiers dûment étudié par les scientifiques. On trouve au fil des pages quelques explosions de mauvaise humeur devant les conditions qui refusaient de coïncider avec celles indiquées par les hydrographes, injustement voués alors aux gémonies !

LEGENDES DES FIGURES

Fig. 1 - Représentation partielle du contre-courant équatorial ("N. Äquatoriale Gegenström") sur la carte de l'océan Pacifique de Berghaus (1837), rééditée dans le *Physikalischer Atlas* du même auteur (1845). Les routes des navires, vers 5-10°N et 130°W, sont celles des bâtiments prussiens *Mentor* et *Princess Louise*. Ainsi dessiné, le contre-courant intéresse les dérives vers l'est observées par Freycinet, que l'on peut discerner (mal) à l'"entrée" ouest du contre-courant; il est interrompu du fait de leur absence sur la route de Krusenstern, plus à l'ouest que celle de Freycinet (document communiqué par Peterson et Stramma; également disponible à la Bibliothèque Nationale).

- *Charting of a portion of the equatorial countercurrent ("N. Äquatoriale Gegenström") on Berghaus's map of the Pacific Ocean (1837), reproduced in his Physikalischer Atlas (1845). The sea routes around 5°-10°N and 130°W are those of the Prussian vessels Mentor and Princess Louise. The countercurrent, as it appears here, includes on the left the eastward drifts observed by Freycinet; it is interrupted because these drifts were not encountered on the route taken by Krusenstern, which was farther west than that of Freycinet (document provided by Peterson and Stramma; it can also be consulted at the Bibliothèque Nationale.)*

Fig. 2 - Route suivie par la *Coquille* de Duperrey dans l'océan Pacifique, à l'ouest des îles Gilbert (170°E), en mai 1824 (extrait de la carte n° 33 de l'atlas de Duperrey); le contre-courant est clairement identifié au nord de 2°N (ainsi peut-être que vers 3°N, sur la route de Quiros en 1606 ?). La vitesse des courants est donnée en milles par 24 h. L'île Hall, du nom du navigateur Basil Hall, est l'actuel atoll Tarawa, où eut lieu le dramatique débarquement américain pendant la guerre du Pacifique en novembre 1943 (atelier de reproduction photographique de la bibliothèque du Service historique de la Marine à Vincennes).

- *Route followed by Duperrey in May 1824, aboard the Coquille, in the Pacific Ocean, west of the Gilbert Islands (170°E), taken from map n° 33 in Duperrey's atlas. The countercurrent is clearly identified north of 2°N (maybe the same as the one reported around 3°N on the route followed by Quiros in 1606 ?); the velocity of the currents is indicated in miles per day. Hall Island, named after Captain Basil Hall, is the present Tarawa atoll which was the scene of a very dramatic episode during the Pacific War (from the photographic department of the library at the Service historique de la Marine, Vincennes).*

Fig. 3 - Le contre-courant équatorial de l'océan Pacifique, tel qu'il est représenté dans la partie centrale du bassin sur la carte de Duperrey (1831) d'après la dérive observée par l'*Uranie* de Freycinet en septembre 1819. On ne voit pas de courants dirigés vers l'est sur la route suivie par Marchand (juillet 1791), ni par Krusenstern (mai 1804) entre les îles Marquises (îles de Mendana) et les îles Hawaii (îles Sandwich). L'île de Noël est la Christmas Island, découverte par Cook en décembre 1777 (atelier de reproduction photographique de la bibliothèque du Service historique de la Marine à Vincennes).

- *The equatorial countercurrent in the central Pacific Ocean, as shown on Duperrey's map (1831), based on the drift observed by Freycinet aboard the Uranie in September 1819. This eastward drift is not indicated on the routes followed by Marchand (July 1791) and Krusenstern (May 1804) between the Marquesas Islands (îles de Mendana) and Hawaii (Sandwich Islands). The so-called "île de Noël" is Christmas Island, discovered by Cook in December 1777 (from the photographic department of the library at the Service historique de la Marine, Vincennes).*

Fig. 4 - Carte des courants océaniques et des zones de pêche à la baleine de l'*US Ex Ex* (Wilkes, 1845). Le contre-courant équatorial est quasi continu sur l'ensemble du bassin de l'océan Pacifique; son flux est souligné à deux reprises d'une flèche (redessinées et entourées d'un cercle pour plus de clarté), vers 7°N-170°W et vers 3°N-145°E. Il se termine à l'est vers 125°W.

- *Map illustrating the currents and also the whaling grounds exploited by the US Ex Ex (Wilkes, 1845). The equatorial countercurrent in the Pacific Ocean appears almost continuous right across the whole equatorial basin; its eastward flow is underlined by an arrow around 7°N-170°W and 3°N-145°E. It seems to end at the east near 125°W.*

Fig. 5 - Carte de Kerhallet (1852) pour la circulation de surface de l'océan Pacifique; le contre-courant équatorial n'est représenté sous le nom "Contre-courant Équatorial du Nord" qu'à l'est des îles Gilbert. On note plus à l'ouest un courant alternatif saisonnier, le "Courant des Moussons des Carolines"; comparer avec la figure 6 (*Annales hydrographiques*, 1852; origine du document : EPSHOM-Brest).

- *Kerhallet's map (1852) of the oceanic circulation in the Pacific Ocean. It is only east of the Gilbert Islands that the equatorial countercurrent is called the "Contre-courant Équatorial du Nord". Farther west, a seasonal "Courant des Moussons des Carolines" is mapped - see Fig. 6. (*Annales hydrographiques*, 1852; document from EPSHOM, Brest).*

Fig. 6 - Carte de Kerhallet (1856) pour la circulation de surface de l'océan Pacifique; elle porte toujours gravée la date de 1852 (voir Fig. 5) malgré les corrections qu'elle a subies (voir texte); le contre-courant équatorial est dessiné comme un flux continu depuis le nord de la Nouvelle-Guinée jusqu'au golfe de Panama. Les zones entourées de pointillés (teintées en bleu sur l'original) indiquent les zones potentielles de pêche à la baleine. (*Annales hydrographiques*, 1856).

- *Kerhallet's map (1856) of the surface circulation in the Pacific Ocean. It is still dated 1852 (see Fig. 5 for comparison). The equatorial countercurrent is traced as a continuous flow from north of New Guinea to the Gulf of Panama. Areas surrounded by a dotted line (blue on the original map) are potential whaling grounds (*Annales hydrographiques*, 1856).*

Fig. 7 - Carte de la circulation de surface de l'océan Atlantique de Berghaus (1837) éditée en couleur dans le *Physikalischer Atlas* (1845). On ne voit pas de contre-courant équatorial clairement identifié; le courant de Guinée est représenté comme partie intégrante, sans solution de continuité, d'un vaste "Nordafrikanische und Guinea Strg", inspiré du courant analogue de Rennell (1832) (cf. Fig. 8). Remarquer le "NW Ausfluss des Aequatorial Stroms" qui sépare l'Atlantique équatorial en deux; il est aussi inspiré de la carte de Rennell.

- *Atlantic Ocean circulation from Berghaus's Atlas (1837), mapped in colour in the Physikalischer Atlas (1845). There is no clearly identified tracing of the equatorial countercurrent. The Guinea Current is shown as an integral part of a vast "Nordafrikanische und Guinea Strg", inspired by a similar current noted in 1832 by Rennell (see Fig. 8). Note the "NW Ausfluss des Aequatorial Stroms", which divides the eastern from the western equatorial Atlantic.*

Fig. 8 - Copie de la carte de circulation de l'océan Atlantique de Rennell (1832) d'après Deacon (1971). Noter le vaste "North African and Guinea Current" critiqué par Findlay, et, cependant, la possibilité pour le courant de Guinée d'être alimenté, depuis l'ouest, vers 5°N. Remarquer le large "NW Equatorial Stream" qui coupe en deux l'Atlantique équatorial. On voit, le long des côtes ouest de France, un courant circulaire portant au nord à l'entrée de la Manche, baptisé le courant de Rennell"; son existence fut rejetée.

- Copy of Rennell's map (1832) from Deacon (1971). Note the wide "North Africa and Guinea Current". It is possible that the Guinea Current is fed from the west by eastward drifts at 5°N. The "NW Equatorial Stream" prevents this current from extending farther westwards.

Fig. 9 - Carte de la circulation de surface de l'océan Atlantique par Kerhallet (1852). Le nom "Courant de Guinée" est ici clairement détaché de celui du "Courant Polaire N. de l'Afrique", l'actuel courant des Canaries *pro parte*; cependant, la représentation de ces deux courants s'inspire toujours de la carte de Rennell (1832) (cf. Fig. 8). Kerhallet conserve également la "Branche du courant Équatorial" qui isole à l'ouest le contre-courant spécifique de l'Atlantique ouest, branche retournée du "courant de la Guyane" (*Annales hydrographiques*, 1852).

- Kerhallet's map (1852) of the Atlantic Ocean circulation. The "Guinea Current" is now clearly separate from the "Courant Polaire N. de l'Afrique", part of which is now called the Canaries Current. However this map still remains similar to that of Rennell (1832) (see Fig. 8). On Kerhallet's map, there is also still a "Branche du courant Equatorial" which isolates the western countercurrent of the Atlantic Ocean (*Annales hydrographiques*, 1852).

Fig. 10 - Carte des courants de surface des océans Pacifique et Atlantique par Findlay (1853). Le contre-courant équatorial est clairement dessiné, en entier, dans l'océan Pacifique. Dans l'Atlantique, en revanche, le dessin du "North African and Guinea Current" rappelle toujours le tracé de Rennell (1832) (cf. Fig. 8), bien que Findlay l'ait critiqué sur ce point dans son texte; il a de même conservé un trop large "NW Equatorial Stream" à travers l'Atlantique équatorial; on ne voit pas de contre-courant dans l'ouest Atlantique (d'après le *J. Royal Geographical Society*, 1853).

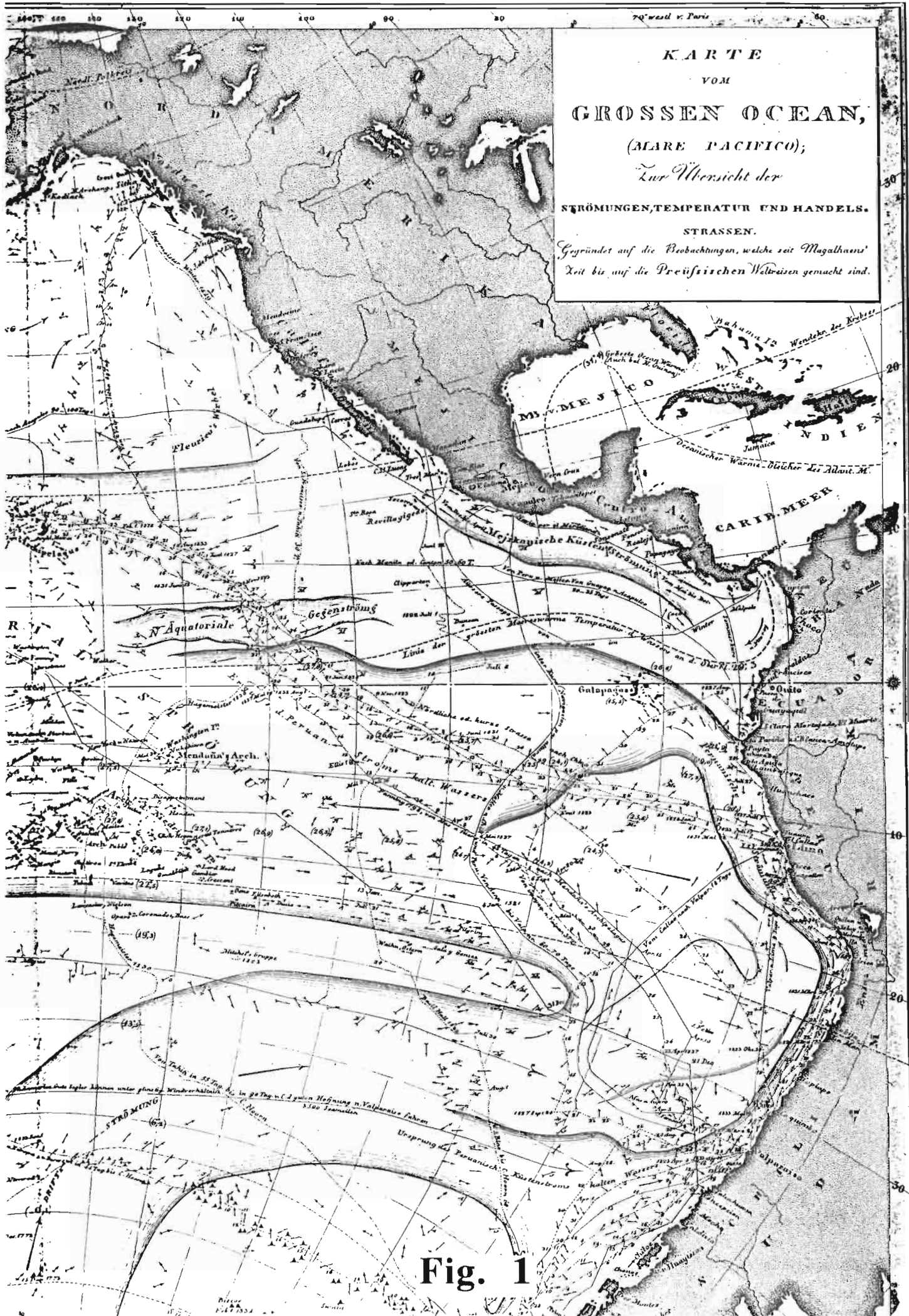
- Map of the surface currents of the Pacific and Atlantic Oceans (Findlay, 1853). The equatorial countercurrent is now clearly traced right across the whole equatorial basin. In the Atlantic Ocean however, the "North African and Guinea Current" still resembles that of Rennell's map (1832), despite the criticisms made by Findlay in his text concerning this point. Findlay's "NW Equatorial Stream" across the equatorial Atlantic is also too wide and he does not mention a western countercurrent (from the *J. Royal Geographical Society*, 1853).

Fig. 11 - Carte des courants de dérive au nord de l'équateur dans l'océan Atlantique, dressée par Lefèbvre (1857), d'après les observations de 14 navires, entre 16° et 23°W (voir texte) (*Annales hydrographiques*, 1857).

- Map of the drift currents, north of the equator, in the central Atlantic Ocean, traced by Lefèbvre (1857), as observed from ships between 16° and 23°W (see text) (*Annales hydrographiques*, 1857).

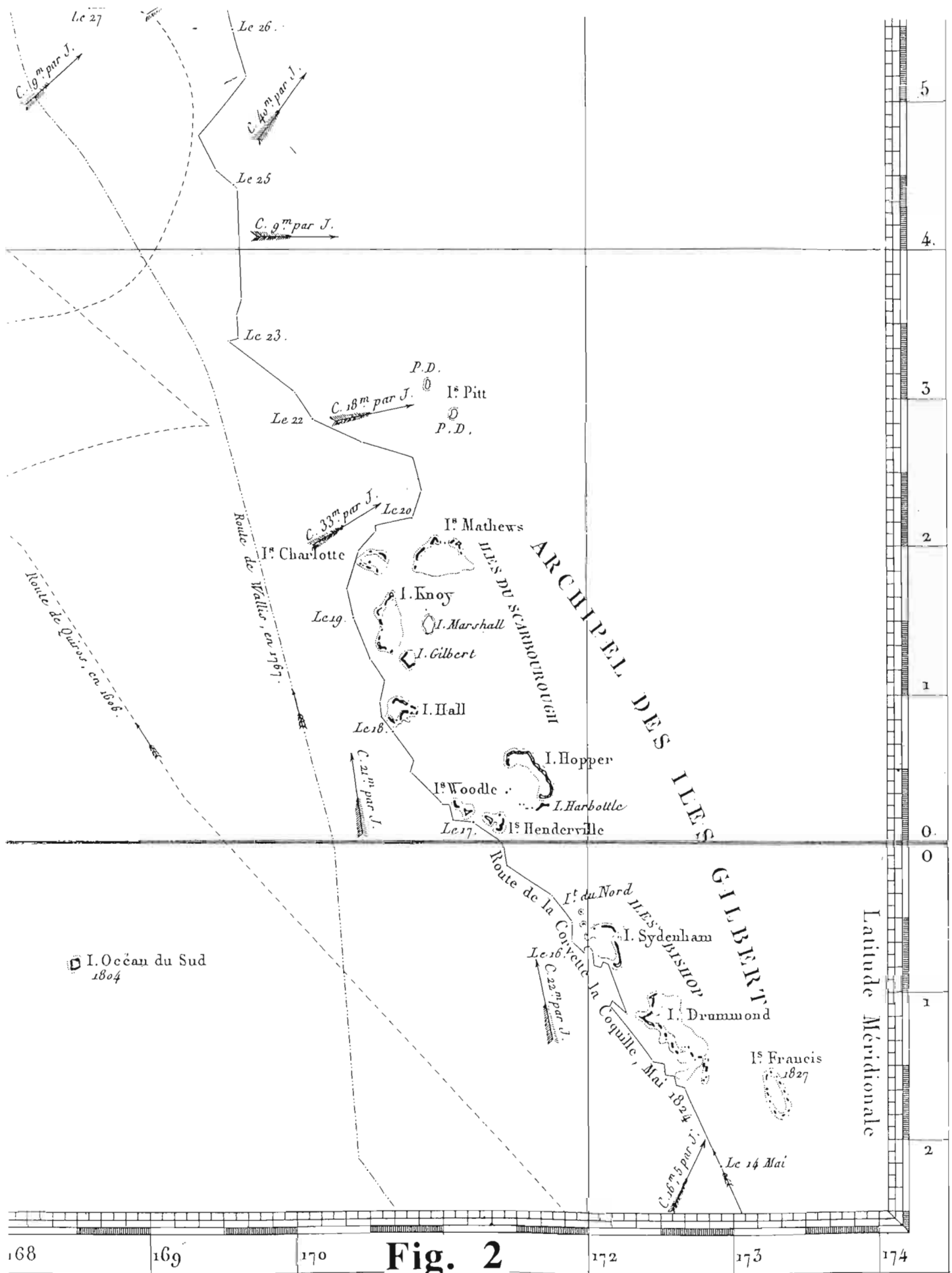
Fig. 12 - Reproduction des cartes semestrielles de Simart (1889) extraites de Schumacher (1944); ces cartes représentent les courants de l'océan Atlantique au voisinage du contre-courant équatorial pour les deux périodes avril-septembre (en haut) et octobre-mars (en bas).

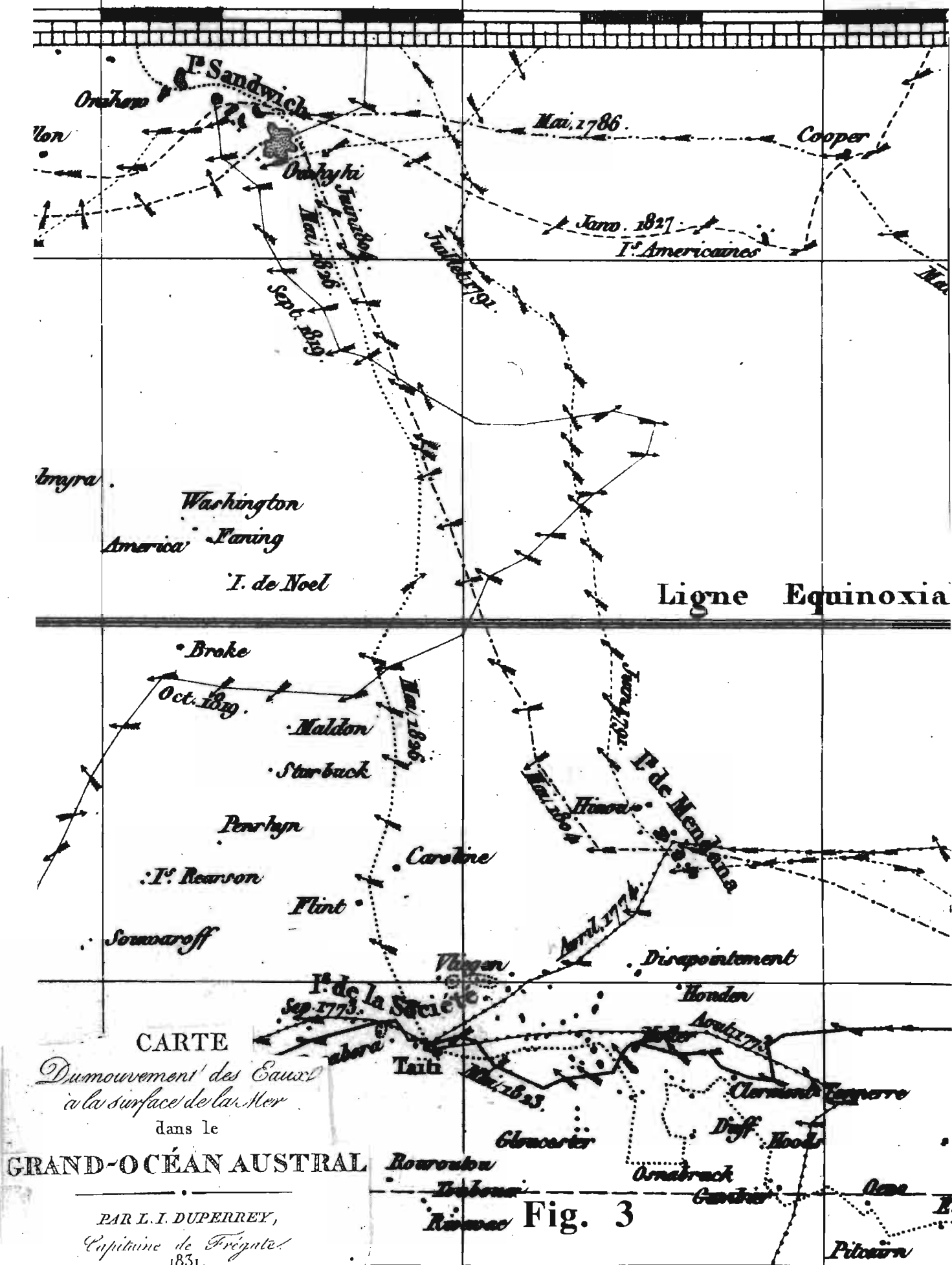
- Copy of Simart's maps (1889), reproduced by Schumacher (1944), showing the Atlantic Ocean currents in the vicinity of the equatorial countercurrent, for the period April-September (upper panel) and October-March (lower panel).

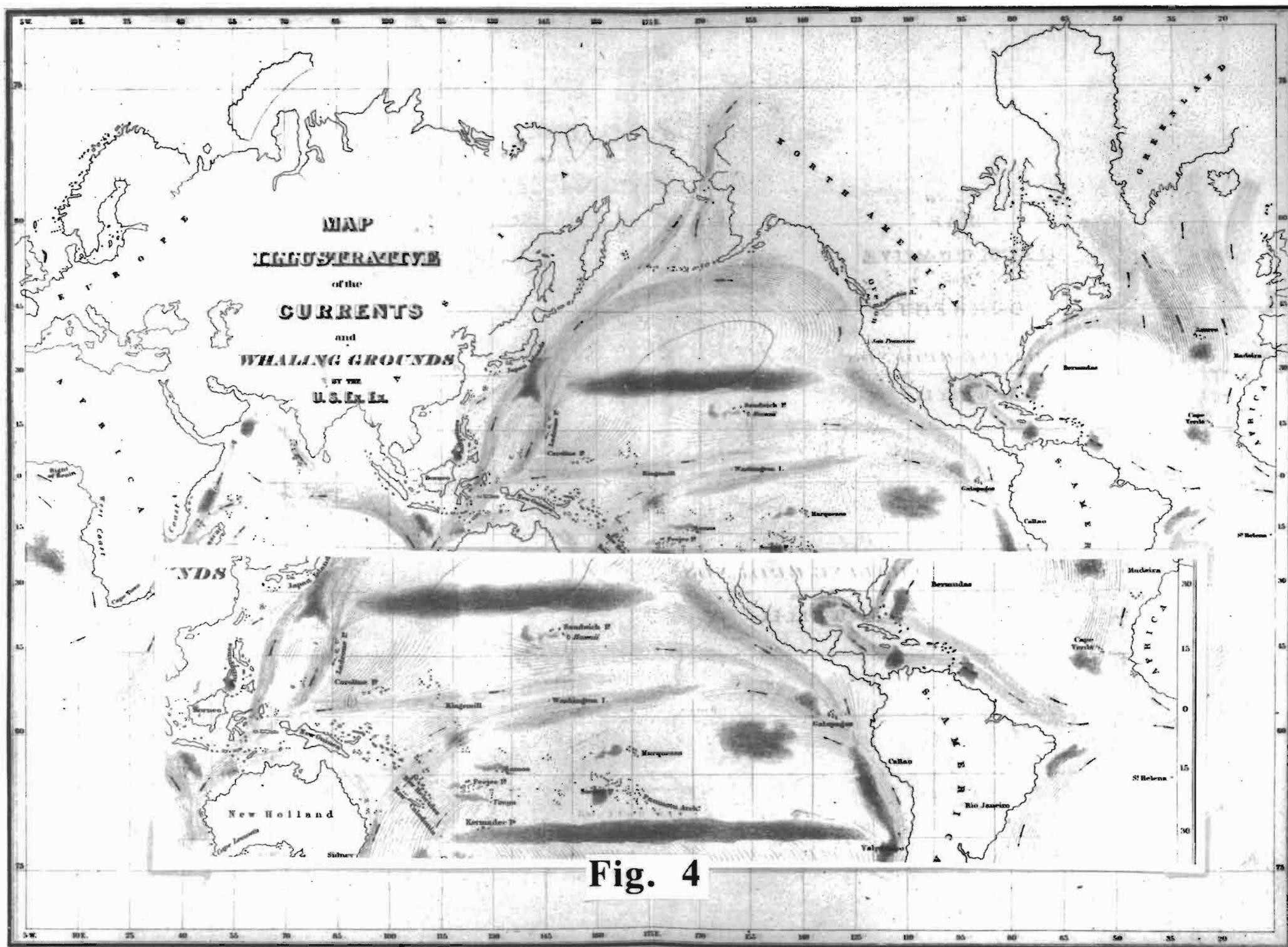


KARTE
VOM
GROSSEN OCEAN,
(MARE PACIFICUM);
Zur Übersicht der
STRÖMUNGEN, TEMPERATUR UND HANDELS-
STRASSEN.
Ge gründet auf die Beobachtungen, welche seit Magalhães'
Zeit bis auf die Preussischen Weltreisen gemacht sind.

Fig. 1







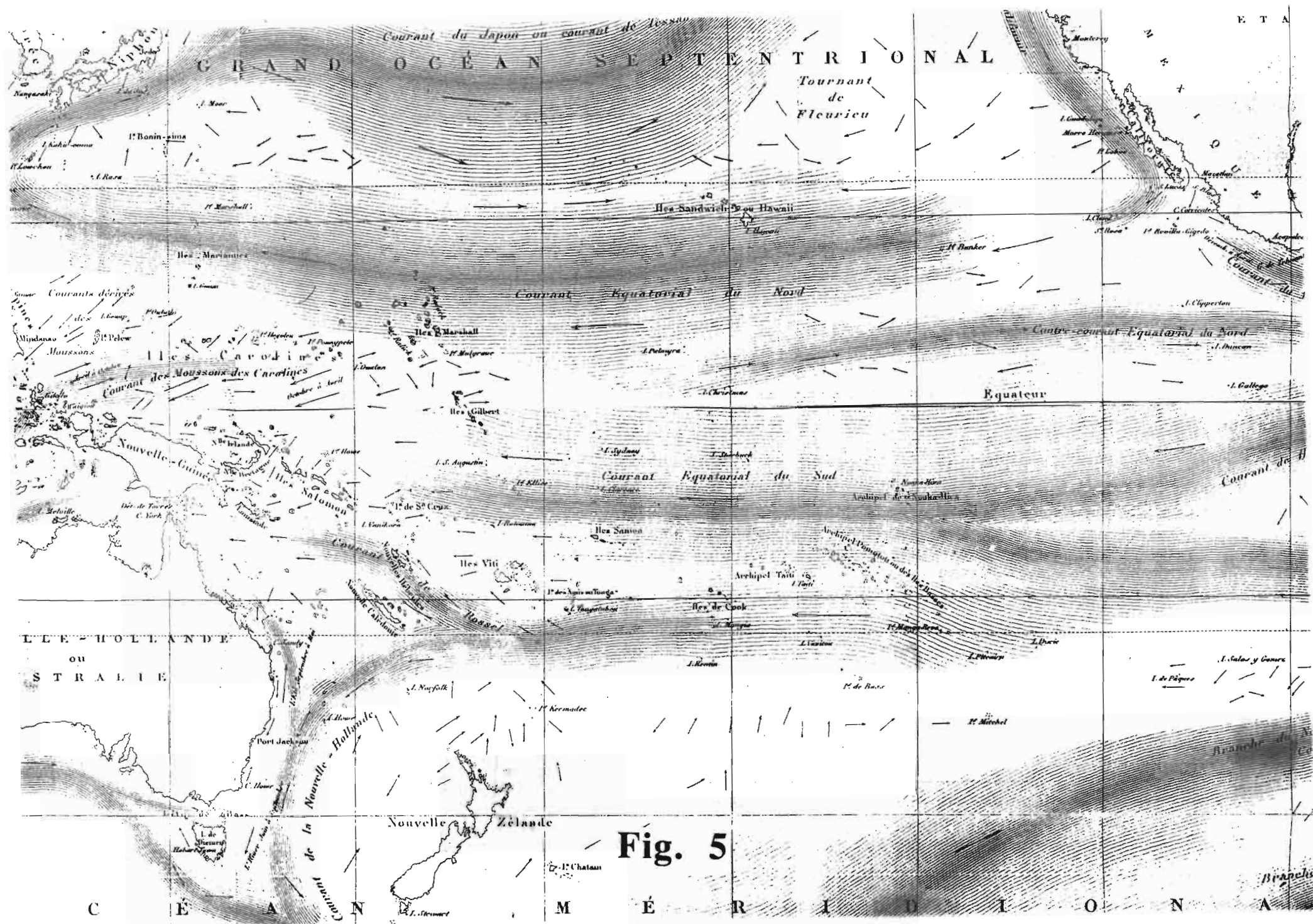
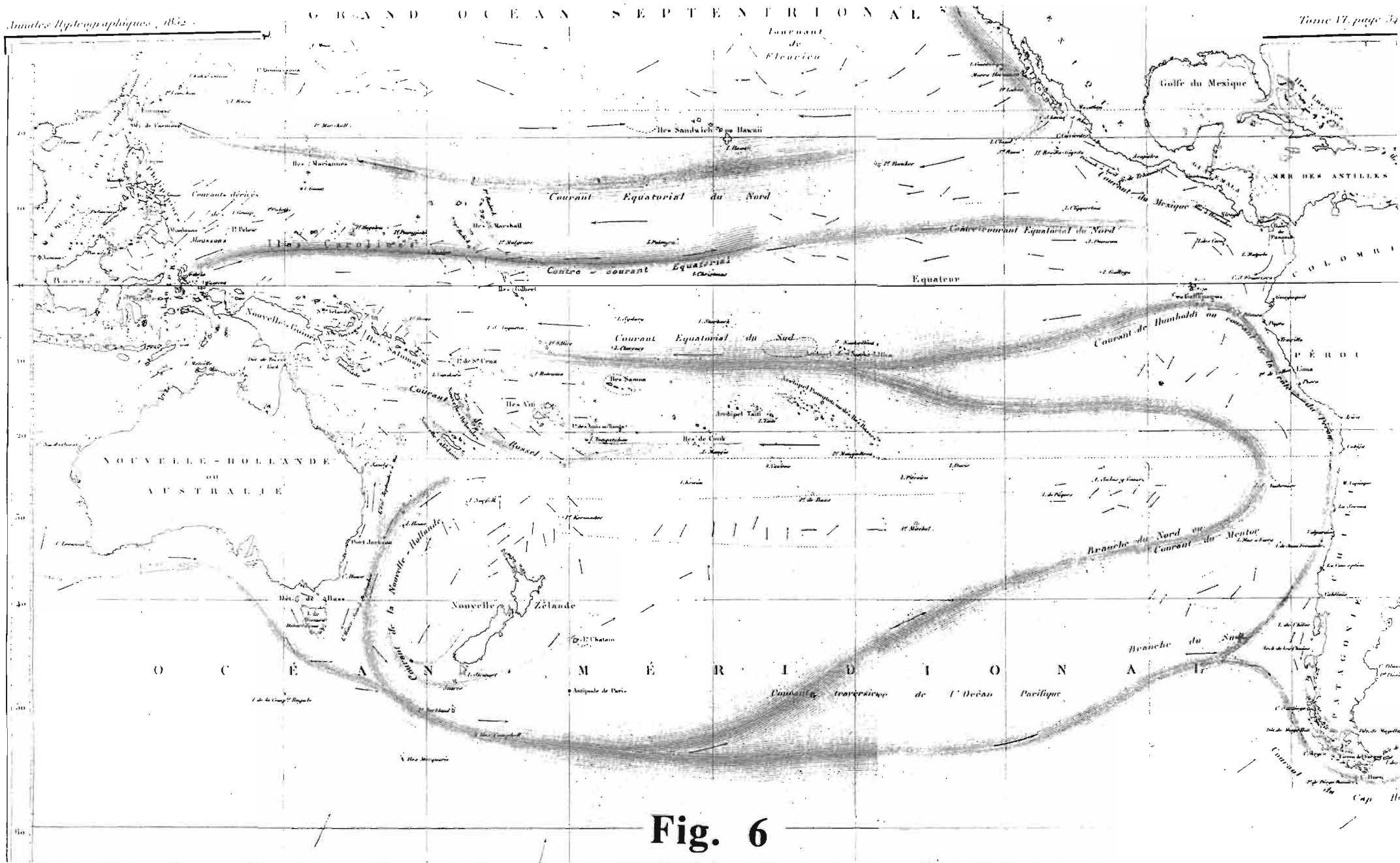


Fig. 5





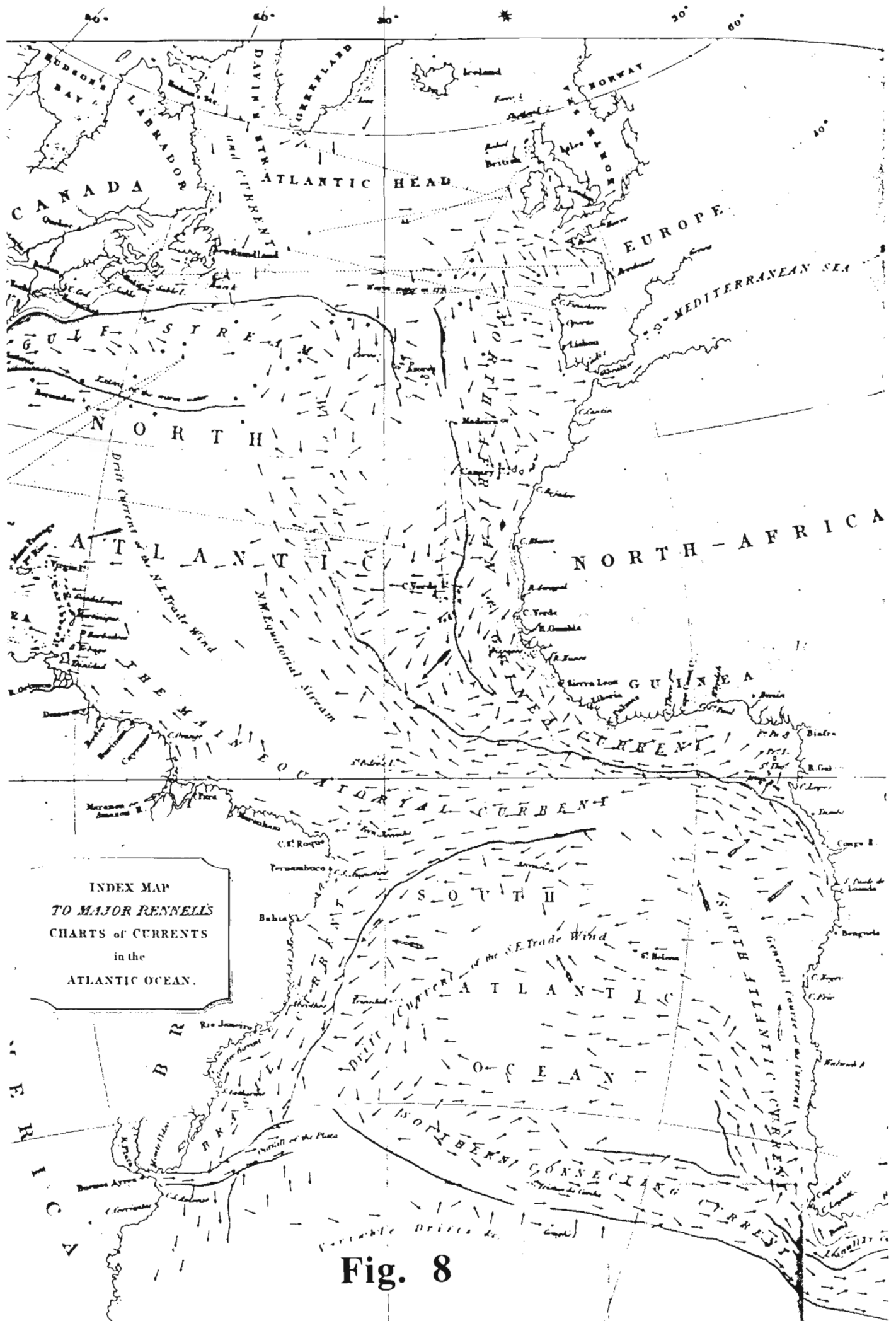


Fig. 8

Tomé VII, page 103

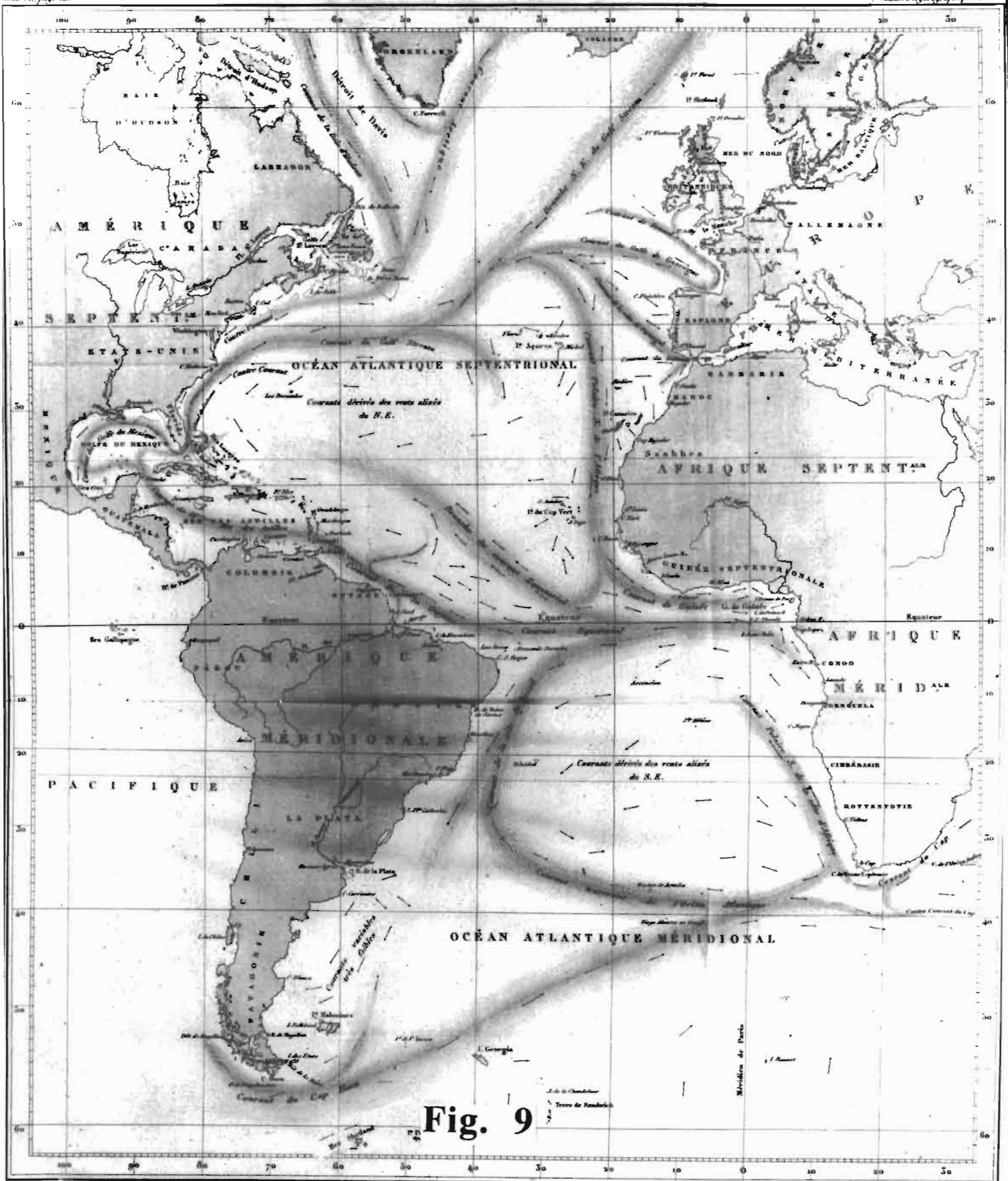
Annales Hydrographiques - 1852

Fig. 9

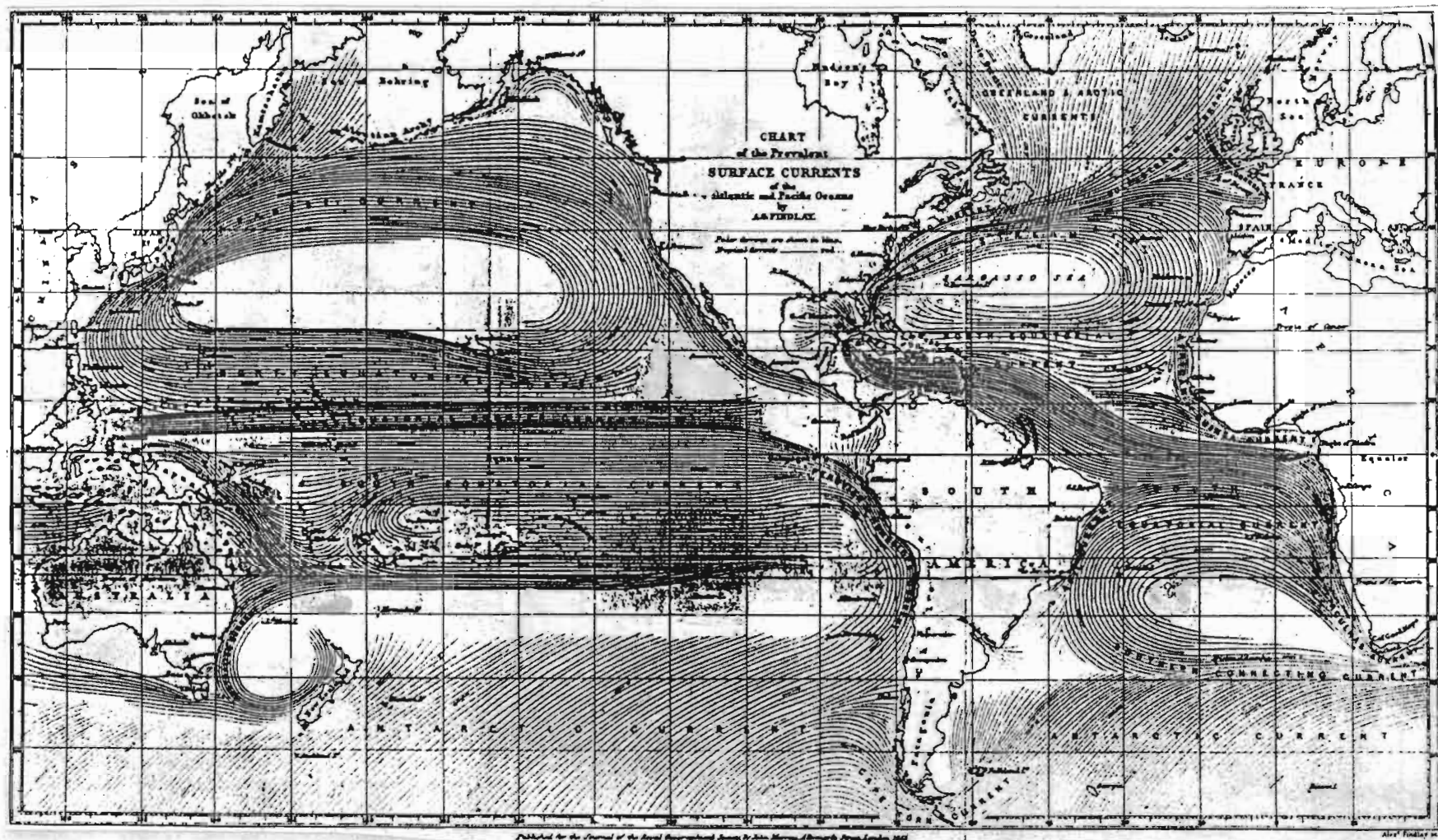
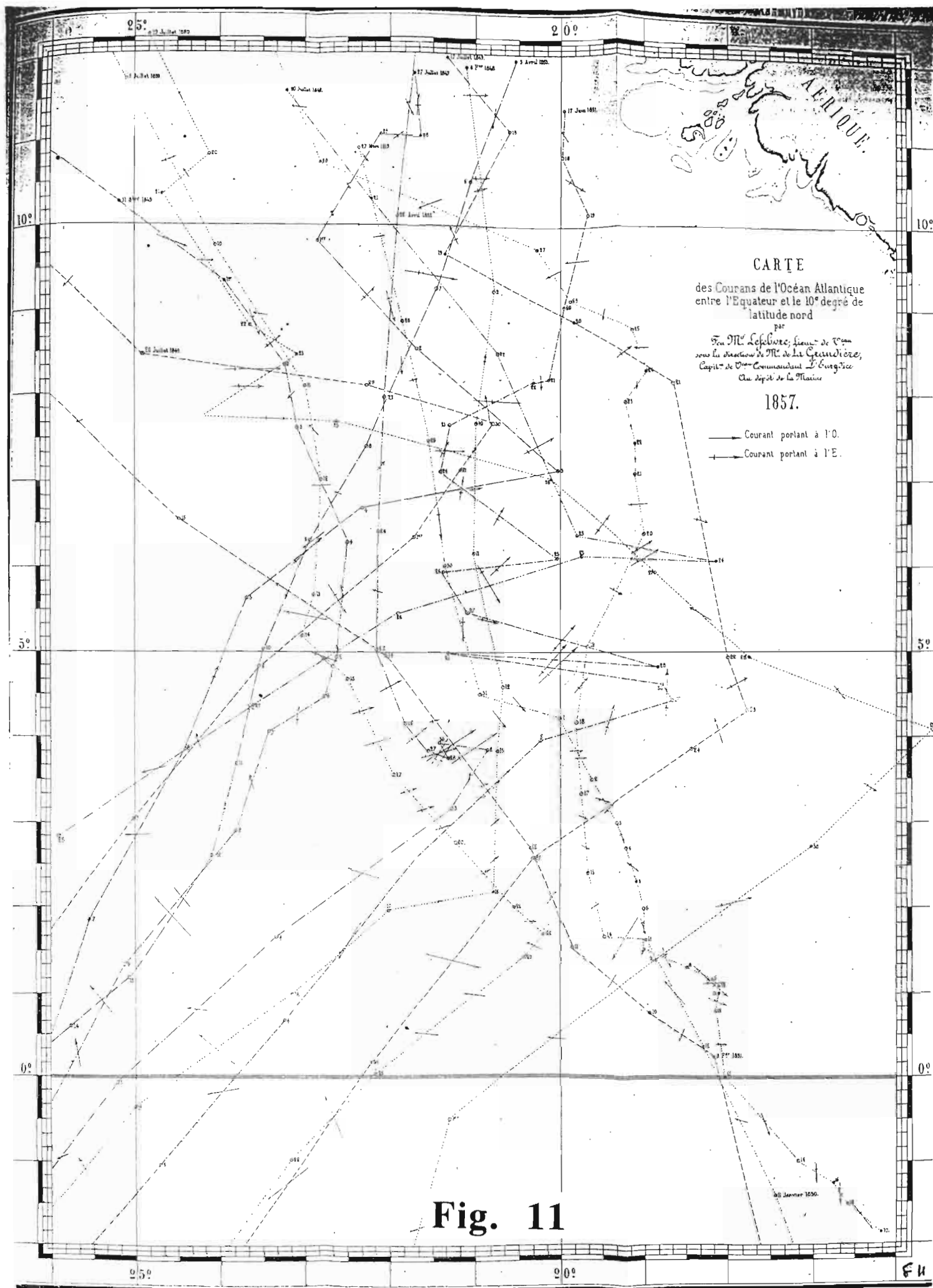
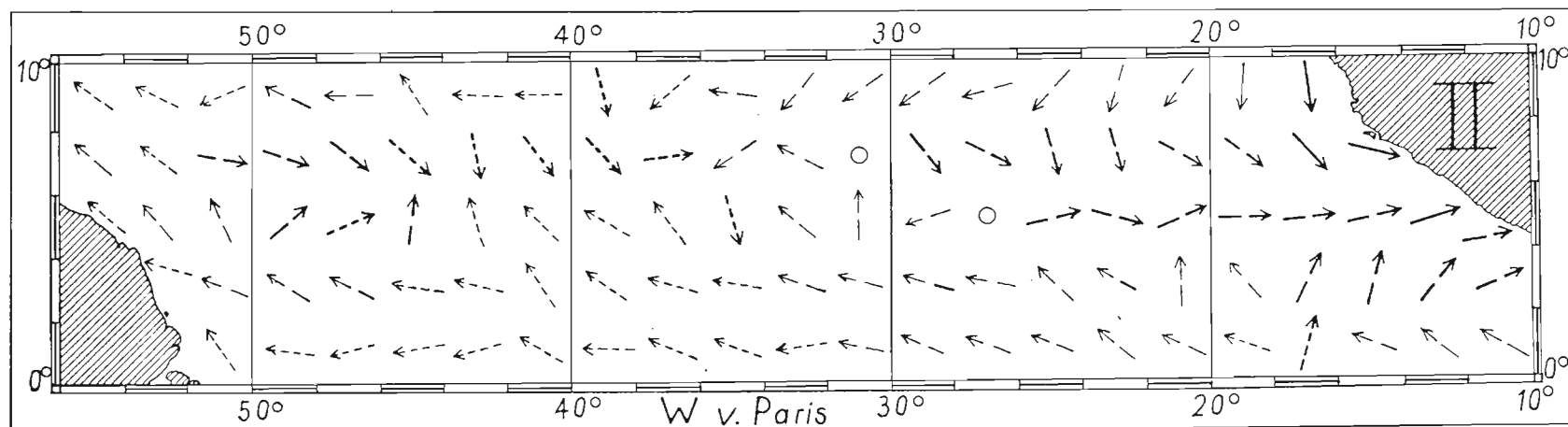
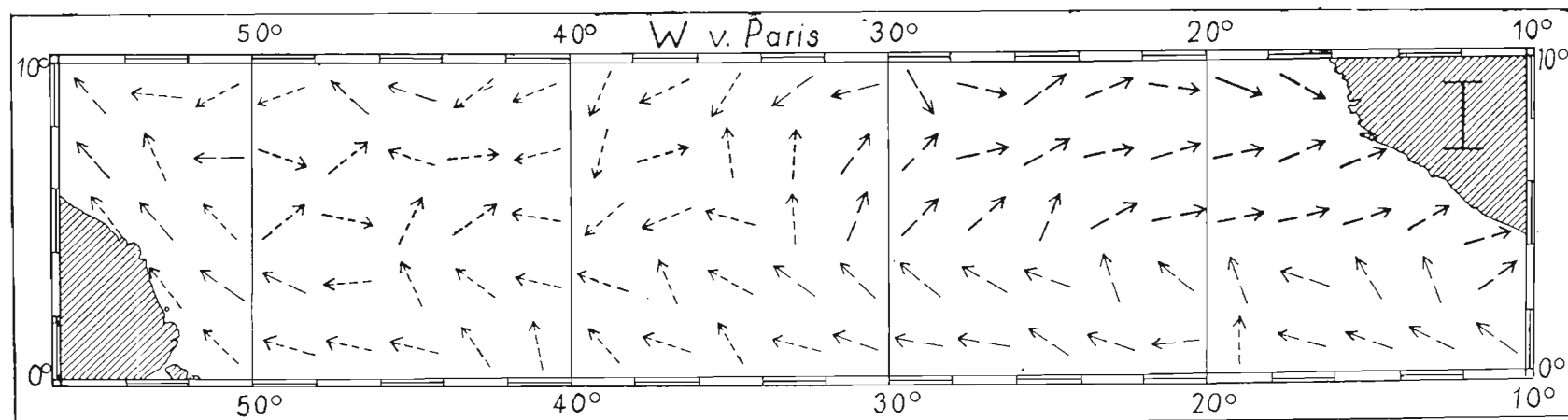


Fig. 10





I April bis September

II Oktober bis März

Pfeile mit östl. Komponente sind verstärkt

	---	—	→
Je 2° Feld u. Halbjahr	< 12	13-108	109-228
Je 1° Feld u. Monat	< 1	1-4	5-9

Kleinere Mitteilungen.

93

Fig. 12

L'INSTITUT OCÉANOGRAPHIQUE DE PARIS (Fondation Albert I^{er}, Prince de Monaco)

Le but fixé par les statuts de l'Institut océanographique est "l'étude et l'enseignement de la science océanographique", qu'il a pour mission de dispenser à son plus haut niveau, mais aussi de vulgariser : cours, séminaires, conférences, expositions, publications, documentation.

La recherche s'y effectue au sein de trois laboratoires (océanographie biologique, océanographie physique, physiologie des êtres marins), qui, en plus des thèmes qui leur sont propres, apportent une contribution à certains programmes nationaux et internationaux.

L'enseignement supérieur de l'océanographie est organisé sous forme de séminaires publics.

Depuis plus de 10 ans, le Centre de la Mer et des Eaux, installé dans les locaux de l'Institut océanographique, présente en permanence des expositions et des films sur les aspects les plus variés et les plus récents de l'océanographie.

L'Institut océanographique publie régulièrement les *Annales de l'Institut océanographique* et son supplément *Marine Microbial Food Webs* ainsi qu'*Océanis* (série de documents océanographiques).

La bibliothèque, ouverte au public, réunit plus de 5000 ouvrages spécialisés dans les sciences de la mer et quelque 1000 titres de revues, dont 450 sont reçues régulièrement. On y trouve également une importante collection de Rapports d'expédition, de cartes, d'atlas, de dictionnaires spécialisés.

Chaque année, des cours d'initiation à la recherche bibliographique sont dispensés aux étudiants en océanographie de l'Université Paris-VI.

Une grande place est accordée à la coopération inter-bibliothèques : participation au Catalogue collectif national des publications en série (CCN) et Catalogue collectif des ouvrages étrangers reçus en France (CCOE); de plus, des liens étroits sont maintenus avec les bibliothèques du Musée océanographique de Monaco, de l'IFREMER de Brest, et des principales stations marines françaises.

The aims of the Institut océanographique, clearly stated in the bylaws, are "the study and teaching of the science of oceanography". Its mission is not only to dispense this education at university level but also to cater for the general public, by organising seminars and courses or popular science lectures and exhibitions, and by publishing reviews and providing a documentation service.

Research is carried out in the three laboratories (specialising respectively in marine biology, physical oceanography and the physiology of marine organisms), which also participate in certain national and international scientific programmes.

Twelve years ago, the Centre de la Mer et des Eaux was inaugurated on the premises of the Institut océanographique, since when it has been giving regular exhibitions, permanent and temporary, and showing films on a large variety of the most recent aspects of oceanography.

The Institut océanographique publishes the *Annales de l'Institut océanographique* with its supplement entitled *Marine Microbial Food Webs*, as well as *Océanis* (série de documents océanographiques).

The library, open to the public, contains over 5000 monographs on marine sciences and some 1000 different periodicals, 450 of which are currently appearing. There are also large collections of expedition reports, maps, atlases and specialised dictionaries.

Each year, students in oceanography from the University of Paris-VI are given introductory lectures on the use of libraries, computerised data research and information retrieval.

Much importance is attached to interlibrary cooperation. The library participates in the National Union Serials Catalogue (Catalogue collectif national des publications en série - CCN) and the Union catalogue of books received from abroad in France (Catalogue collectif des ouvrages étrangers reçus en France - CCOE). Close links are maintained with the libraries at the Musée océanographique in Monaco, IFREMER in Brest and the principal marine laboratories throughout France.

