

CENTENAIRE DE L'OBSERVATION DU COURANT CÔTIER EL NIÑO, CARRANZA, 1892: CONTRIBUTIONS DE KRUSENSTERN ET DE HUMBOLT A L'OBSERVATION DU PHENOMENE "ENSO"

Philippe HISARD

Centre Orstom, BP 5045, 34032 Montpellier, France

The centenary of the 1891 - El Niño report by Carranza (1892): First encounters of the "Enso Phenomenon" by Krusenstern and by Humboldt

Abstract.- One hundred years ago, the El Niño coastal current was observed together with torrential rains in 1891 by Carranza (1892) and christened by Carrillo (1893). Eguiguren (1894) yet vainly questioned an earlier suggestion of El Niño rains periodicity. To-day this phenomenon is still a matter of intensive study due to its active presence in climatic anomalies that sometimes affect the whole planet.

During the 6th International Geographical Congress held in London in 1895, Pezet (1896) gave the first talk devoted to El Niño through these three original papers that had been published in Spanish in the Geographical Society Bulletin of Lima. A confusion arose, and still recently existed, to identify Lartigue (1827) as the first person who observed El Niño as far back as 1822, on board the French frigate "La Clorinde". A new consideration of the original paper by Lartigue clearly shows that its observations were limited to a coastal area to the south of Lima; the countercurrent he observed was closely linked to with an actual Humboldt current and upwelling processes.

The anomalous conditions reported by Krusenstern during 1804 when he crossed the line around 146°W in the Central Pacific on board "Nadjeida" and the report by Humboldt of the "voyage extraordinaire" of a Manila galion to Lima (likely to have occurred during the 1791 year), along 6° to 10°S, south of the equator, facing the "courant de rotation", are the earliest evidences of first encounters with an "ENSO-Phenomenon".

Le centenaire de l'observation du courant côtier "El Niño" et des pluies exceptionnelles de 1891 dans le nord Pérou, est l'occasion de reconsidérer les premiers textes qui ont été consacrés à ce phénomène majeur des interactions océan-atmosphère; aujourd'hui, 100 ans après, il suscite toujours autant d'intérêt du fait de son étroite connexion avec des crises climatiques aux conséquences parfois dramatiques.

C'est en 1895 à Londres, au sixième congrès international de géographie, que Pezet fit la synthèse des trois articles de langue espagnole, ceux de Carranza (1892), de Carrillo (1893) et d'Eguiguren (1894), consacrés au courant côtier "El Niño" observé en 1891. L'examen critique de ces textes conduit à réfuter l'assertion selon laquelle Lartigue (1827) aurait dès 1822 observé le contre courant côtier "El Niño" "paraissant sortir du golfe de Guayaquil". Le contre-courant qu'il décrit au sud de 16°S est associé au courant de Humboldt, et est lié à la dynamique de l'upwelling côtier.

Les anomalies observées par Krusenstern en 1804 lorsqu'il traversa la zone équatoriale du Pacifique à bord de "la Nadjeida" vers 146°W, et la relation par Humboldt du voyage "extraordinaire", d'un galion de Manille, "contre le courant de rotation", au sud de l'équateur, qui eut lieu probablement en 1791, témoignent des effets d'un El Niño sur l'ensemble du bassin équatorial de l'océan Pacifique; elles sont les premières manifestations rapportées de conditions de type "ENSO" dans l'océan Pacifique.

1. Un contre-courant océanique entre Païta et Pacasmayo (Carranza, 1892)

De la mi-février jusqu'au mois d'avril 1891, pendant plus de 60 jours, des pluies abondantes s'abattirent sur la région côtière désertique du nord-Pérou; l'agglomération de Piura et le port de Païta (Fig. 1) furent à moitié ruinés par les inondations et les glissements de terrain; le pont sur le río Piura construit en 1870 et qui avait résisté jusque-là à quatre grandes crues, fut balayé par les eaux (Eguiguren, 1894). Dans le bulletin de la société de géographie de Lima, son président, le Dr. L. Carranza, (1892) indiqua que ces pluies catastrophiques étaient dues à la présence inhabituelle d'eaux côtières anormalement chaudes entre les ports de Païta et de Pacasmayo. Ces eaux de nature et de température très différentes de celles beaucoup plus froides du courant de Humboldt, responsables de l'aridité du littoral, avaient été entraînées par un contre-courant côtier paraissant provenir du golfe de Guayaquil; le climat de la région en avait été pour un temps fortement modifié. Carranza souligna tout l'intérêt qu'il y aurait à étudier les causes des variations de la circulation océanique côtière pour déterminer les lois auxquelles elles obéissaient si tant est que ces perturbations avaient un caractère périodique.

Aujourd'hui encore, 100 ans plus tard, l'étude de ce phénomène majeur d'interactions océan-atmosphère est toujours d'actualité surtout depuis que l'on a reconnu le caractère quasi-planétaire de ses implications en matière d'anomalies climatiques parfois graves de conséquences (sécheresse sur le NE du Brésil, déficience de la mousson d'Asie, cyclones sur la Polynésie Française etc.). Ce phénomène connu sous le nom "El Niño" est en effet associé à une oscillation aperiodique de la pression atmosphérique, l'oscillation australe, entre l'Indonésie et le Pacifique sud-est, d'où l'appellation actuelle globale "ENSO" pour "El Niño-Southern Oscillation" que l'on utilise.

2. "Hidrografía oceánica" (Carrillo, 1893)

Un officier de marine péruvien, Camilo Carrillo (1893) indiqua que le nom de "corriente del Niño" était donné par les pêcheurs de Païta au contre-courant côtier paraissant provenir du golfe de Guayaquil. Ce nom vient de la proximité de son apparition avec les fêtes de "la Pascua de Navidad" : Noël, l'Enfant-Jésus, "El Niño-Dios". A cette époque, les pêcheurs observent un changement dans les poissons qu'ils capturent et des débris végétaux de toutes sortes, allant de feuilles de palmiers jusqu'à des troncs d'arbres, sont rejetés sur les plages. Les pluies qui accompagnent ce changement de saison, sont généralement bienvenues sauf lorsqu'elles ont un caractère dévastateur comme en 1891. D'ordinaire les eaux de pluies sont recueillies dans de petites dépressions préparées à l'avance et entretenues avec soin dans leur attente; elles permettent de doubler la récolte de coton.

A partir de 1841, quand on développa la commercialisation du "guano" source de rentrées importantes de devises, ces pluies furent considérées comme des nuisances; elles provoquaient la dispersion des oiseaux de mer en train de nidifier et la mort des oisillons car la fuite des "anchovettes" vers le sud empêchait leur alimentation; parfois même il y avait de véritables hécatombes d'oiseaux adultes par suite d'épidémies dues à l'humidité excessive de l'air (Murphy, 1926).

C'est au cours d'une assez longue conférence sur la circulation océanique planétaire ("Hidrografía oceánica") qu'il donna dans les salons de la société de géographie de

Lima que Carrillo précisa le nom "El Niño" du contre-courant que Carranza avait signalé. En tant qu'officier de marine il avait accès aux documents hydrographiques; il voulut souligner que ce courant n'était pas une chose nouvelle; des contre-courants avaient été observés dès 1822 par Lartigue à bord de la frégate française "La Clorinde" commandée par M. le Baron Mackau; des contre-courants d'une grande variabilité étaient également signalés dans les "routiers" des côtes du Pérou, en particulier dans celui rédigé par Fitz-Roy dont le navire, "Le Beagle" avait hydrographié la rade de Pacasmayo en 1835. Il était dit : "... *there is no known cause to explain this reflux toward the south, which is noticeable immediately before and after the northerly winds blow*". Fitz-Roy ajoutait : "très près des côtes du Chili et du Pérou, en différents points du littoral, on trouve un contre-courant opposé au courant de Humboldt et dont les eaux se dirigent principalement vers le sud, en suivant les sinuosités de la côte" (cité par Carrillo). Il est clair que ces deux indications ne concernaient pas le même phénomène.

Le nom du "Beagle" évoque celui de Darwin qui, en 1834 et 1835, suivait à terre la progression des travaux hydrographiques le long des côtes. Dans son journal, Darwin (1980) évoque les pluies exceptionnelles qui parfois dévastaient le Pérou; les paysans disaient que l'on pouvait prévoir l'imminence de celles-ci par la sensation préalable de tremblements de terre.

3- Les pluies de Piura (Eguiguren, 1894)

Le président du "centre géographique" de Piura, le Dr Víctor Eguiguren (1894), voulut vérifier le caractère soi-disant périodique des pluies exceptionnelles dont la mémoire locale gardait le souvenir; il avait lu en effet qu'à la fin du siècle dernier, un naturaliste d'Europe centrale commandité par le gouvernement espagnol, Tadeo Haenke, avait signalé que ces pluies anormales revenaient tous les 6 à 10 ans. Il commença son enquête au travers des chroniques anciennes des missions espagnoles et remonta ainsi jusqu'à la pluie dévastatrice de 1578; elle avait contraint le gouverneur de Piura à renoncer à lever l'impôt ce qui expliquait que ces pluies étaient duement signalées comme justification.

Eguiguren affina son enquête pour la période de 1791 à 1890, affectant chaque année d'une indice de pluviosité, 0 pour les plus sèches, 2 pour une année de pluies normales, 4 pour des pluies exceptionnelles comme en 1891. (Quinn et al., 1987 s'en inspireront). Eguiguren décompta ainsi 10 années de très fortes pluies en 100 ans mais leur répartition n'était pas régulière, loin de là; c'était les années : 1790, 1804, 1814, 1828, 1845, 1864, 1871, 1877 et 1878, et 1884. Pour Eguiguren il ne faisait aucun doute que ces pluies étaient en relation directe avec une avancée inhabituelle des eaux chaudes du courant El Niño comme Carranza l'avait observé en 1891.

On sait aujourd'hui que ce ne sont pas les eaux chaudes qui par leur présence engendrent les pluies; la cause en est la migration anormalement sud de la zone de convergence intertropicale habituellement située au nord de l'équateur, et qui est le siège d'importantes convections profondes; de même les eaux froides du courant de Humboldt ne font que renforcer l'aridité locale en alourdissant l'air à l'interface ce qui l'empêche de s'élever et inhibe la convection; le premier facteur de sécheresse est la subsidence générale de l'air sur le bord Est de l'anticyclone de l'île de Pâques et la faible altitude de la couche d'inversion des alizés; la sécheresse est en partie compensée par les brouillards qui se forment sur la mer et par les rosées, "guarúa", abondantes.

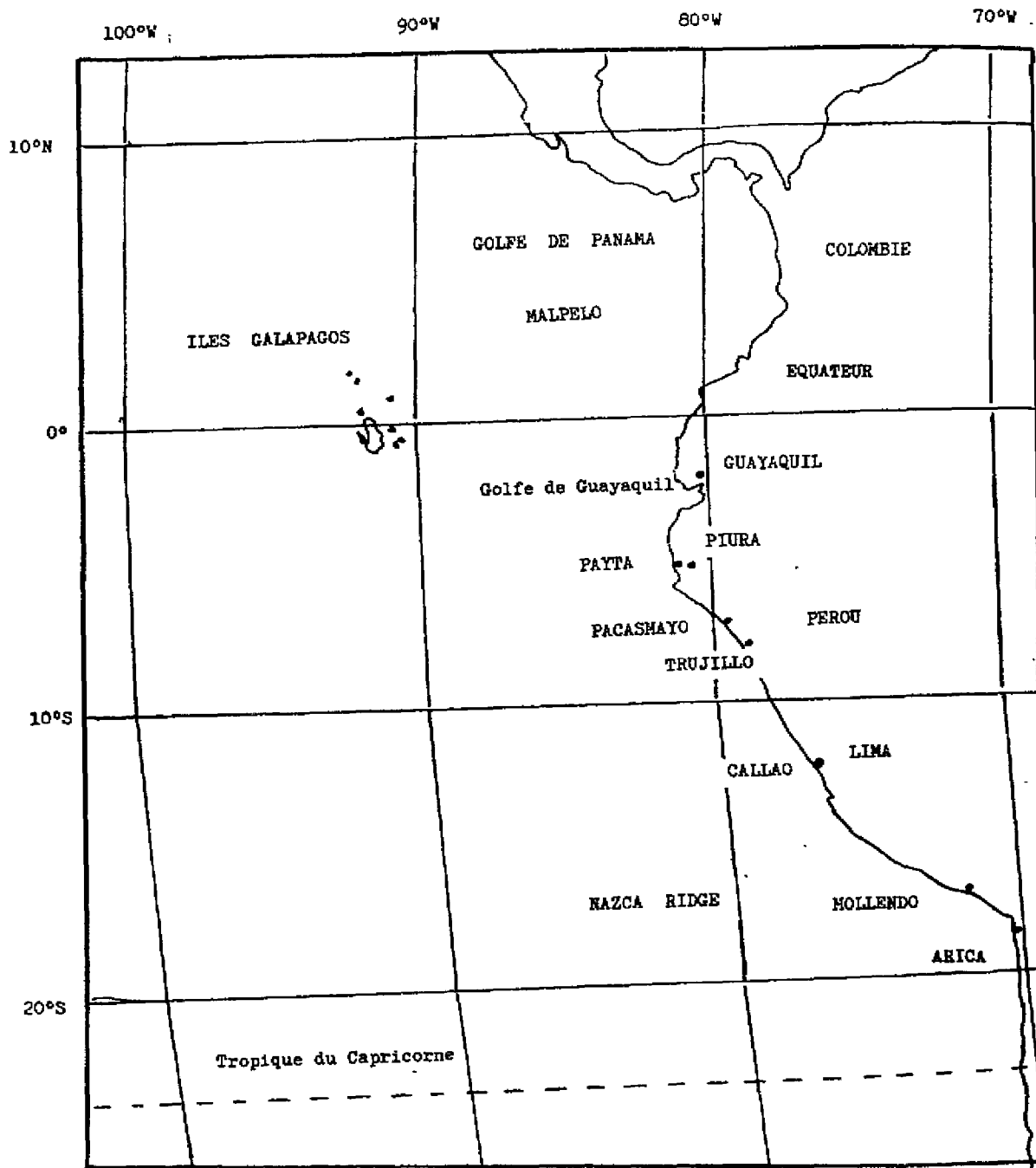


Figure 1: Situation géographique des noms cités sur la côte ouest de l'Amérique du Sud.

Eguiguren apporta une précision qui nous ramène à Darwin; après les années de sécheresse qui suivirent l'El Niño de 1804, "il y eut le 1er février 1814 à Piura, à 5 heures du matin, un grand tremblement de terre qui causa de nombreux dégâts et qui fut suivi de pluies abondantes. La même chose se produisit en 1845; à 2 heures de l'après midi, le 1er février il y eut un grand tremblement de terre qui fut suivi de pluies extraordinaires".

Simple coïncidence ou relation plus ou moins directe ? N'a-t-on pas évoqué, il y a peu, l'hypothèse selon laquelle certains El Niño seraient provoqués par de grandes éruptions de panaches hydrothermiques sous-marins le long de la zone de grande fracture (Nazca ridge) du Pacifique Est ?

Eguiguren dans sa conclusion se fit l'écho de la remarque de Carrillo sur l'antériorité des observations de Lartigue dont il n'avait aucune raison de douter car Carrillo était mieux placé que lui pour parler des choses de la mer; il résuma ce qu'avait dit Carrillo en une seule phrase : "M. Lartigue à bord de la frégate française "La Clorinde" a observé en 1822 un courant sortant probablement du golfe de Guayaquil; il se dirigeait vers le sud en restant collé à la côte". Il avait quelque peu interprété le texte original.

4. La 6ème Congrès International de Géographie, Londres 1895 (Pezet, 1896).

Les trois articles précédents publiés à Lima en langue espagnole dans le bulletin de la société de géographie, auraient pu passer relativement inaperçus si Federico Alfonso Pezet (1896) ne les avait pas pris comme références de la communication qu'il donna au sixième congrès international de géographie à Londres en 1895. Le texte de cette présentation fut publié en anglais dans les minutes du congrès. C'était la première fois que la communauté scientifique internationale entendait parler de l'El Niño. Pezet fit un exposé remarquable, clair et concis; il souligna l'importance de ce phénomène pour la compréhension du climat de son pays et appela à une collaboration internationale des grandes puissances maritimes européennes pour la collecte d'observations de courants dans le Pacifique Est; le Pérou offrait la disponibilité d'une station de météorologie et de surveillance marine qui serait construite à Païta.

Pezet indiqua également que le contre-courant El Niño avait déjà fait l'objet d'observations antérieures à 1891 et cita les observations de Lartigue : "... the countercurrent...has been observed as far back as 1822, when M. Lartigue on board the french frigate *La Clorinde*, first observed and mentioned the existence of a current which appeared to flow from the Gulf of Guayaquil in a southerly course very close to the coast". Quand l'hydrographe allemand Zorell (1928) décrit l'El Niño de 1925, il ne douta pas de la justesse de l'assertion de Pezet et écrivit à son tour : "selon les observations de M. Lartigue, le courant aurait coulé vers le sud, sortant du golfe de Guayaquil et demeurant très près de la côte". Aujourd'hui encore on trouve fréquemment cité le nom de Lartigue comme "inventeur" du courant El Niño (Glantz, 1984, Enfield, 1988, Cane, 1986). Ceci est pourtant inexact et demande une rectification.

5. La mission hydrographique de "la Clorinde" (Lartigue, 1827).

La frégate "La Clorinde" d'après la notice hydrographique de Lartigue (1827) eut pour tâche le levé de la côte du Pérou entre 19° et 16°20' S comme le précise le titre; elle établit ainsi les plans d'Arica, de Mollendo, d'Ilo et de Quilcay; Duperrey, à bord de "la

Coquille", hydrographia la côte plus au nord et resta pour cela à Païta du 10 au 22 mars 1823 avant son grand voyage d'exploration dans le Pacifique; il leva le plan de la rade de Païta et l'entrée de l'anse de Sechura d'après le catalogue informatisé des archives de l'EMPS-HOM-Brest. Lartigue dans sa note précise clairement : "la Clorinde" n'a pas navigué entre Lima et Guayaquil". Il relate cependant effectivement des observations de courants et de contre-courants faites à bord de "la Clorinde"; voici le passage du texte concerné : "Les vents du S à l'ESE occasionnent au large de la côte des courants qui portent au SO... Il règne entre ces courants et la terre, un contre-courant qui porte au SE et suit la direction de la côte... plus la brise est fraîche, plus ce contre-courant acquiert de largeur et de vitesse".

Le contre-courant que décrit ici Lartigue est très vraisemblablement celui qui fut observé pendant une étude de l'upwelling côtier du Pérou vers 15°S en mars 1977 (Brinck et al., 1980); il est étroitement associé à la dynamique de la cellule verticale de circulation responsable de l'upwelling. Courants, contre-courants, et upwelling côtier sont ici intimement liés; tous ces phénomènes présentent sur ces côtes une grande variabilité spatiale en fonction de la direction de la côte par rapport à celle des vents dominants que complique un fort régime de brise entre le continent surchauffé et le courant de Humboldt froid; ceci explique sans doute le caractère de grande variabilité dont parlait Fitz-Roy pour les contre-courants qu'il signalait dans le routier anglais ("*Sailing Directory*").

6. Colnett (1798).

Glantz (op. cit.) propose avant le nom de Lartigue, celui du capitaine Colnet qui aurait observé des conditions de type El Niño en 1795. Il ne semble pas que cette référence soit plus exacte que celle relative à Lartigue. Dans Carrillo on trouve une référence à des courants observés par Colnet en juin 1793, dans la région des Galapagos. Carrillo indique que Colnet était un officier de marine US auquel il attribue le "*Narrative of the United States Exploring Expedition*". C'est Wilkes (1845) qui est en fait l'auteur de cette relation des campagnes d'exploration américaines dans le Pacifique qui eurent lieu de 1838 à 1843.

Colnett (avec 2 t) était un officier de la Royal Navy, qui explora l'Atlantique sud et le Pacifique à la recherche de zones propices à la pêche à la baleine pour le compte de commerçants de la cité de Londres (Colnett, 1798); il visita les Galapagos en 1793 et 1794 où l'abondance des tortues terrestres permettait d'envisager un ravitaillement à bon compte des baleiniers en viande fraîche (Perry, 1984). Carrillo indique que les courants violents que Colnett rencontra pendant sa traversée entre le cap de Santa Elena et les Galapagos "faisaient varier constamment le cap du navire malgré les efforts du pilote et faisaient penser aux courants violents des côtes de Norvège; alors qu'il était entre les îles, Colnett mesura la direction et la vitesse du courant et trouva qu'il portait au SO à 2,5 milles par heure". Il est difficile de voir dans cette relation une manifestation du courant El Niño car les Galapagos sur l'équateur font obstacle au sous-courant équatorial (courant de Cromwell) et perturbent fortement la circulation océanique dans cette région.

7. Agassiz et la campagne de l'"Albatross" en 1891.

Il semble que le premier qui ait noté le courant de l'El Niño sur les côtes du Pérou en relation avec les pluies excessives de 1891, soit le Dr. Luis Carranza lui-même, il y a donc de cela un siècle. Il ne fut pas le seul à observer cette année-là des pluies anormales: Agassiz les observa également aux îles Galapagos au cours de la campagne de l'"Albatross"

de l'US Fisheries Service dans le golfe de Panama. Lorsqu'Agassiz visita les îles Galapagos en avril 1891, les pluies qui tombaient depuis le début du mois de février avaient couvert le littoral d'une végétation abondante; cette vision contrastait avec la description qu'avait faite Darwin en 1835 d'un paysage aride. Agassiz nota : "*this year quite heavy rains extended to sea level, a very unusual occurrence*".

Schott (1931) qui cite Agassiz, remarque que les températures de la mer observées au nord dans le golfe de Panama par l'"Albatross" étaient anormalement basses alors qu'au même moment sous l'effet de l'El Niño, en mars 1891, les températures devant Callao passaient par un maximum (25,8°C contre 21,1°C); il avait observé la même chose en 1925 d'après les relevés des navires de commerce allemand; il nota : "*we can assume that every occurrence of the warm niño-current in southern latitudes coincides with cold upwelling water in northern latitudes, from the Gulf of Panama to Malpelo island and even further south*". Cette assertion apparemment vérifiée lors des El Niño de 1891 et de 1925 et évoquant des alizés de l'hémisphère nord fortement développés, responsables de la migration au sud de l'équateur de la zone de convergence intertropicale, n'est plus aujourd'hui considérée comme toujours réalisée lors d'un El Niño.

8. Krusenstern et la circumnavigation de la "Nadjejda" de 1803 à 1806.

La région équatoriale des îles Galapagos n'est pas la seule à subir les conséquences de l'El Niño des côtes du Pérou. Sous la dénomination "El Niño - Southern Oscillation" (ENSO) rappelant le lien étroit entre l'El Niño et l'oscillation australe, c'est toute la zone équatoriale de l'océan Pacifique qui est affectée par le phénomène; les alizés faiblissent sur l'ensemble du bassin équatorial et sont même parfois remplacés comme en 1982 par des vents d'ouest; les courants et les contre-courants équatoriaux sont modifiés par ce changement dans le "forcing" du vent. Certaines circumnavigations du XIX^{ème} siècle eurent à subir les conséquences de tels phénomènes qui affectaient la marche des voiliers lancés à la découverte de l'océan Pacifique (la Mer du Sud). Ce fut le cas en particulier de "la Nadjejda" commandée par Krusenstern en 1804.

Après un séjour prolongé aux îles Marquises, Krusenstern appareilla en direction des îles Sandwich (Hawaï); c'était au mois de mai 1804. La traduction du texte russe relatif à la traversée de la zone équatoriale indique : "Le vendredi 25 mai à 3 heures de l'après-midi, nous avons coupé la Ligne par 146°31' W d'après les indications du chronomètre et par 144°56' W selon l'estime que nous avons entretenue. Ainsi pendant 7 jours nous avons dérivé dans l'ouest de 1,5 degré de longitude. Ce jour-là le courant de dérive nous a porté à l'ENE à la vitesse de 16 milles par 24h. Puis le courant est redevenu ouest les jours suivants. Il est difficile de comprendre la raison d'un tel changement. Pendant notre route depuis 1°S jusqu'à la latitude 8°N, les vents ont été généralement des calmes de direction très variable; une fois seulement le vent a soufflé de manière continue pendant 16 heures mais de secteur ouest". A la lecture de Krusenstern, on peut penser que lorsqu'elle traversa l'équateur, "la Nadjejda" ressentit les effets du sous-courant équatorial sous-jacent qui, en l'absence d'alizés établis, entraîne les couches de surface à l'inverse de leur direction habituelle, d'où l'étonnement clairement manifesté de Krusenstern; il est probable que ceci était en relation avec le développement du fort El Niño de l'année 1804; quant aux vents de secteur ouest ce peut être aussi une manifestation de l'ENSO mais des grains de secteur ouest peuvent être observés en temps normal dans la zone de convergence entre les alizés des deux hémisphères.

(Le nom de "Nadjeida" du navire de Krusenstern signifie l'Espérance; c'était aussi le nom d'un des bateaux de d'Entrecasteaux lors de la campagne à la recherche de la Pérouse (1791-1794); peut-être le tsar Alexandre Ier a-t-il également pensé à La Pérouse en donnant ce nom car à cette époque on était loin d'être fixé sur le sort de ce dernier).

9. Humboldt et le voyage "extraordinaire" du galion de Manille.

Le nom de Humboldt est celui qui revient le plus souvent dans la description des courants des côtes du Pérou auxquels il donna son nom; (c'est lui qui révéla aussi aux pays européens la vraie nature des riches gisements de "guano" dont il envoya en Europe des échantillons pour analyse). Mais si Humboldt observa le premier la température anormalement basse des eaux côtières à Trujillo puis à Callao en 1802, il ne rencontra pas le courant El Niño; et pourtant c'est le jour de Noël qu'il embarqua de Lima pour Guayaquil, le 24 décembre 1802; il arriva en Equateur le 3 janvier 1803.

On trouve cependant dans l'ouvrage de Humboldt une curieuse anecdote que le célèbre géographe tint à rapporter; elle se trouve dans le chapitre de "Tableaux de la nature et des hommes", consacré au commerce hispano-américain à la fin de l'ère coloniale; ce commerce s'effectuait à travers le Pacifique grâce aux rotations régulières du galion de Manille. Après avoir décrit les voyages des galions entre Manille et Acapulco, Humboldt rapporte : "Outre le galion de Manille vers Acapulco, on expédie aussi de temps en temps, un vaisseau de Manille à Lima. Cette navigation, une des plus longues et des plus difficiles qui soit, se fait ordinairement par la même route du nord que la traversée des Philippines aux côtes de Californie puis après avoir reconnu la côte du Mexique, le galion de Lima fait route vers le sud jusqu'aux latitudes de 28° à 30° où il trouve un vent de sud-ouest... Peu d'années avant mon séjour à Lima, Don Joseph Arosbide a conduit le galion El Filippino, en quatre vingt dix jours, par une route directe de l'ouest à l'est (souligné par Humboldt) de Manille à Callao. Favorisé par les petits vents variables qui soufflent, surtout de nuit, dans le voisinage des îles de la Mer du Sud", il a remonté, entre les parallèles de 6° et de 10° de latitude sud, contre le courant de rotation (souligné par Humboldt), la crainte de tomber entre les mains des corsaires anglais lui fit choisir une route si extraordinaire, et opposée à la direction des vents alizés. Oubliant que le hasard avait eu beaucoup de part au succès d'un voyage pendant lequel des calmes avaient été interrompus par des grains du sud et du sud-sud-ouest, M. Arosbide voulut tenter une seconde fois la route de l'ouest à l'est; après avoir lutté longtemps contre les vents alizés, il fut obligé de s'élever à de hautes latitudes, et de suivre l'ancienne méthode de navigation; le manque de vivres le fit relâcher au port de San Blas, où il mourut excédé de fatigues et de chagrins". L'année de ce voyage "si extraordinaire" n'est pas précisée mais l'indication donnée par Humboldt "peu d'années avant mon séjour à Lima" (1802), laisse penser que cette traversée dut avoir lieu en 1791, année d'un fort El Niño; en effet ce voyage d'un lourd galion "contre le courant de rotation" ne fut certainement possible que grâce à la manifestation du contre-courant équatorial sud en surface; il s'observe en effet parfois intensément comme pendant l'El Niño de 1983 (Picaut et Tournier, 1991); la latitude indiquée de 6° à 10° Sud est cohérente avec cette hypothèse.

10. Remerciements.

Les services de l'EPSHOM-Brest (notre service hydrographique) ont été précieux pour localiser la note de Lartigue (1827) et m'ont procuré également le listing des cartes et plans de la côte du Pérou que détiennent leurs archives. J. Pagès a traduit les textes

allemands de Zorell et de Schott. Je dois à V. Bubnov depuis l'Atlantique de Kaliningrad les extraits en russe (édition de 1976) du texte de Krusenstern relatif à la traversée de la zone équatoriale; K. Voigt a bien voulu corriger ma traduction. F. Jarrige et J. Maley m'ont procuré les éditions par Maspero du journal de Darwin et de Humboldt. L. Ortlieb m'a communiqué les articles originaux de Carranza, Carrillo et Eguiguren. Enfin les recherches en bibliothèque que ce soit à Monaco au Musée Océanographique, à Vincennes au Service Historique de la Marine ou à Brest auprès d'Irremer, ont toujours été facilitées par la grande disponibilité et la gentillesse de leur personnel.

REFERENCES

- Brink K.H., Halpern D., Smith R.L., 1980. Circulation in the Peruvian Upwelling system near 15°S. *J. Geophys. Res.*, 85, C7, 4036-4048.
- Carranza L., 1892. Contra-corriente marítima en Paíta y Pacasmayo. *Bol. Soc. Geogr. Lima*, 1, 9, 344-345.
- Carrillo C., 1893. Hidrografía oceánica. *Bol. Soc. Geogr. Lima*, 2, 11, 72-110.
- Colnett J., 1798. *A voyage to the south Atlantic and round the Cape Horn into the Pacific Ocean for the purpose of extending the Spermaceti whale fisheries and other objectives of commerce.* London.
- Darwin Ch., 1980. *Voyage d'un naturaliste. De la Terre de Feu aux Galapagos.* Ed. Maspero, Paris.
- Eguiguren V., 1894. Las lluvias en Piura. *Bol. Soc. Geogr. Lima*, 4, 7-8-9, 241-258.
- Enfield D. B., 1988. Is El Niño becoming more common?, *Oceanography*, 1, 2,, 23-27.
- Glantz M. H., 1984. Floods, fires and famine: Is El Niño to Blame?, *Oceanus*, 27, 2, 14-19.
- Humboldt A., 1980. *Voyages dans l'Amérique équinoxiale. Tableaux de la nature et des hommes.* vol. 2, 259 pp. Ed. Maspero, Paris.
- Krusenstern A. J., 1976. *Voyage autour du monde dans les années 1803, 1804, 1805 et 1806 sur le navires La Nadjeida et la Néva* (traduit du russe). Une traduction française en 2 vol. a également été publié en 1821 à Paris. Edition originale, Saint-Petersbourg, 1814.
- Lartigue M., 1827. *Description de la côte du Pérou de 19° à 16°20'S.* Paris, Imprimerie Royale. EPSHOM, côte 748.
- Murphy R. C., 1926. Oceanic and climatic phenomenon along the west coast of south America during 1925. *Geogr. Rev.*, XVI, 26-54.
- Perry R., 1984. The Islands and their history, in *Galapagos*, pp 1-14. Keys Environments series. Pergamon-Press Ed.
- Pezet F. A., 1896. The counter-current El Niño, on the coast of northern Peru. Rept 6th Intern. Geogr. Congress, London. pp. 603-606.
- Picaut J., Tournier R., 1991. Monitoring the 1979-1985 Equatorial Pacific current transports with expendable bathythermograph data. *J. Geophys. Res.*, 96, Suppl., 3263-3277.
- Quinn W. H., Neal V. T., Antúnez de Mayolo S. E., 1987. El Niño occurrences over the past four and a half centuries. *J. Geophys. Res.*, 92, C13, 14, 449-14,461.
- Schott G., 1931. Der Peru-strom und seine nördlichen Nachbargebiete in normaler und anormaler Ausbildung. *Ann. Hydro. Marit. Meteo.*, 59, 161-1+69,200-213 et 240-252.
- Wilkes Ch., 1845. *Narrative of the United States Exploring Expeditions.*, 5 vol. + 1 atlas.
- Zorell F., 1928. Der "El Niño strom im Jahre 1925. *Ann. Hydro. Marit. Meteo.*, Mai, 166-175.