

ANNUAIRE FRANÇAIS  
DE  
RELATIONS  
INTERNATIONALES

2017

Volume XVIII

**PUBLICATION COURONNÉE PAR  
L'ACADÉMIE DES SCIENCES MORALES ET POLITIQUES**

*(Prix de la Fondation Edouard Bonnefous, 2008)*



Université Panthéon-Assas  
Centre Thucydide

# LES ROUTES DU FOND DES MERS : LA COLONNE VERTÉBRALE DE LA MONDIALISATION

PAR

FLORENCE SMITS (\*) ET TRISTAN LECOQ (\*\*)

Le fond des mers et des océans est, dans l'imaginaire collectif, le domaine de l'inconnu et, de fait, on connaît mieux la surface de la lune que le fond des océans. Il a donné lieu à toute sorte de mythes et est le domaine de l'imagination et du champ des possibles, comme en témoigne *20 000 lieues sous les mers*. Pourtant, depuis maintenant près de 170 ans, il est parcouru par des câbles qui conditionnent les relations entre les hommes et, depuis près de 80 ans, par des conduites qui facilitent le transport des fluides, notamment énergétiques.

Invisibles depuis la surface, ces « routes du fond des mers » sont aujourd'hui constituées principalement par les câbles de communication, les câbles énergétiques et les conduites (oléoducs et gazoducs (1)). Elles jouent un rôle considérable dans la mondialisation, ce qui les rend vulnérables. Elles forment un maillage complexe au fond des mers et océans et assurent des fonctions stratégiques. Cela n'est possible qu'au prix de développements techniques et technologiques, maîtrisés par un nombre restreint d'acteurs. Déployées dans un milieu hostile et soumises à des dommages d'origine anthropique, ces « routes du fond des mers » ne sont pourtant que partiellement protégées par la loi. Aux mains d'un très petit nombre d'États, elles sont un atout, un outil et un enjeu à la fois.

## LES ROUTES DU FOND DE MERS : L'ESSENTIEL INVISIBLE

Câbles et conduites sous-marins ont des cheminements multiples qui dessinent des concentrations régionales. Ils sont marqués par une triple continuité, qui est à la fois la conséquence et l'origine d'un monde toujours plus mondialisé.

(\*) Inspectrice générale de l'Éducation nationale, groupe Histoire-Géographie (France).

(\*\*) Inspecteur général de l'Éducation nationale, groupe Histoire-Géographie (France) et professeur des Universités en Histoire contemporaine associé à l'Université Paris Sorbonne (France).

(1) Les conduites d'alimentation en eau, entre des îles ou entre le continent et une île, ne sont pas prises en compte ici en raison de leur importance très réduite à l'échelle mondiale. De même, les ombilics entre les têtes de puits et les plates-formes ne font pas partie de cette étude car ils sont verticaux et ne constituent donc pas une route.

### ***Câbles et conduites sous-marins : toujours plus présents mais de manière inégale***

Si les fonds des mers, notamment les grandes profondeurs, sont encore aujourd'hui assez mal connus, il en est de même, jusqu'à un certain point, des routes sous-marines tant l'information les concernant est générale ou, au contraire, fragmentée et souvent peu communiquée, pour des raisons stratégiques.

Les câbles et les conduites sous-marins sillonnent les fonds des mers : on compte près d'un million de kilomètres de câbles de communication à fibres optiques en 2016 (885 000 km en 2014). Les chiffres sont plus modestes en ce qui concerne les câbles énergétiques (8 000 kilomètres de câbles en courant continu à haute tension (*High Voltage Direct Current* ou HVDC par exemple) et près de 200 000 kilomètres de pipelines. Cependant, au-delà de ces chiffres impressionnants, câbles et conduites sont loin de former un réseau et sont très inégalement présents au fond des mers et des océans.

Les mers bordières sont davantage maillées que les grands fonds, l'Atlantique (plus de 19 câbles de télécommunication) et le Pacifique (plus de 14 câbles) nord sont plus sillonnés que l'Atlantique (6) et le Pacifique (8) sud. Si certaines zones, comme l'Antarctique, n'ont quasiment pas de câbles ni de conduites, d'autres, telles que la Manche, la Méditerranée (notamment les détroits de Gibraltar et de Messine), la mer Rouge, le détroit de Malacca ou la baie de Tokyo, sont presque à saturation.

Les câbles dessinent principalement de longs segments, parallèles les uns aux autres, entre les continents et parallèlement à ces derniers, ponctués de stations d'atterrissement. Le plus long s'étend sur près de 40 000 kilomètres entre l'Allemagne et la Corée du Sud (39 stations d'atterrissement) alors que d'autres ont moins de 1 000 kilomètres. Les câbles d'énergie et les conduites ne relient guère les continents (sauf l'Europe et l'Afrique) et couvrent des distances moins importantes : le gazoduc le plus long, Nordstream, s'étire sur 1 224 kilomètres de Vyborg (mer Baltique) à Greifswald (Allemagne) et le câble énergétique le plus long, entre la Norvège et les Pays-Bas, s'étire sur 580 kilomètres. Il n'est pas possible de parler d'un réseau en ce sens qu'il s'agit de systèmes différents : on en compte près de 300 pour les câbles de communication avec des fibres optiques de natures différentes, des acteurs multiples... Dans le domaine des conduites, la diversité est encore plus grande (2).

Câbles de télécommunication d'une part, câbles énergétiques et conduites sous-marines d'autre part répondent à des logiques différentes. Les câbles de télécommunication relient des points terrestres alors que les câbles et conduites énergétiques servent principalement à amener des productions *off-shore* vers la terre. Les câbles de télécommunication répondent à une demande : leur densité et leur localisation sont le reflet des principaux

(2) *Marines et Océans*, n°241 (« Pour tout savoir sur les câbles sous-marins »), oct.-nov. 2013.

pôles économiques à la surface du globe. La localisation des câbles et des conduites énergétiques est commandée par celle des gisements – même si les câbles dans le domaine des énergies marines tendent à avoir une localisation plus ubiquiste. Les concentrations ne sont donc pas linéaires mais couvrent de vastes surfaces : le golfe du Mexique est parcouru par 40 000 kilomètres de conduites (3).

Après avoir connu une certaine stagnation, liée aux effets de la crise de 2008 – et la surcapacité qui en a résulté – dans le domaine des câbles et à une diminution des prix de l'énergie pour les conduites, câbles et conduites sont à nouveau en plein essor en raison de la demande croissante des opérateurs d'Internet, de l'exploitation des énergies marines renouvelables (EMR) et du développement de l'*offshore* dans le domaine énergétique. Cette croissance, qui ne passe pas toujours par de nouveaux équipements – dans le domaine des câbles de télécommunication, il peut s'agir d'une amélioration des capacités de l'existant en intervenant sur les stations d'atterrissement, sur les répéteurs... –, est surtout présente dans les zones jusqu'à présent peu équipées, comme l'Amérique latine ou l'Afrique pour les câbles de télécommunication. Les déséquilibres se corrigent donc lentement. Ils sont très largement le fruit de l'histoire de ces routes des fonds des mers, qui sont marquées par la continuité.

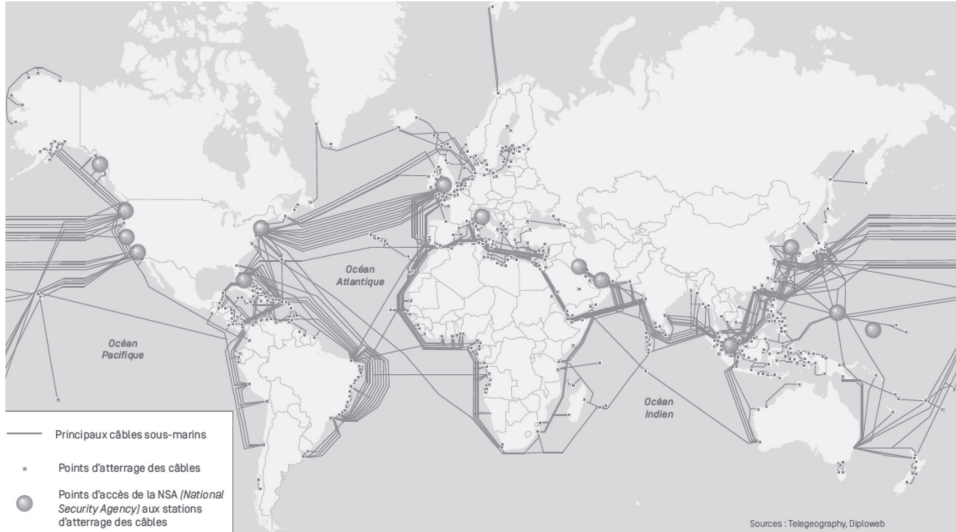
### *Des réseaux marqués par la continuité*

La continuité est triple : historique, avec les routes de surface et entre les terres.

La configuration actuelle des câbles est tout à fait comparable à celle des câbles télégraphiques du début du XX<sup>e</sup> siècle, ainsi que le montrent les deux cartes. La Manche est aujourd'hui une des zones où la concentration de câbles est la plus dense, or c'est là que, le 28 août 1850, le premier câble de télégraphe fut immergé entre Douvres et Calais, à l'initiative d'une famille de marchands britanniques. Seuls quelques messages purent être transmis avant qu'il ne soit détruit par les vagues et le courant, mais le mouvement était lancé. Dès 1852, des câbles connectaient l'Angleterre aux Pays-Bas, à l'Allemagne, au Danemark et à la Suède. Le premier câble transatlantique (de l'Irlande à Terre neuve) fut immergé en 1858. Il ne dura que 26 jours mais fut réparé en 1866 lors de la pose du deuxième câble. Les besoins du Royaume-Uni d'être relié à son empire conduisent, au long du XIX<sup>e</sup> siècle, à une rapide extension des câbles télégraphiques reprise ensuite par les lignes des câbles téléphoniques puis celles des câbles à fibres optiques, dont les premières furent toujours dans l'ensemble Manche–mer du Nord et/ou l'océan Atlantique.

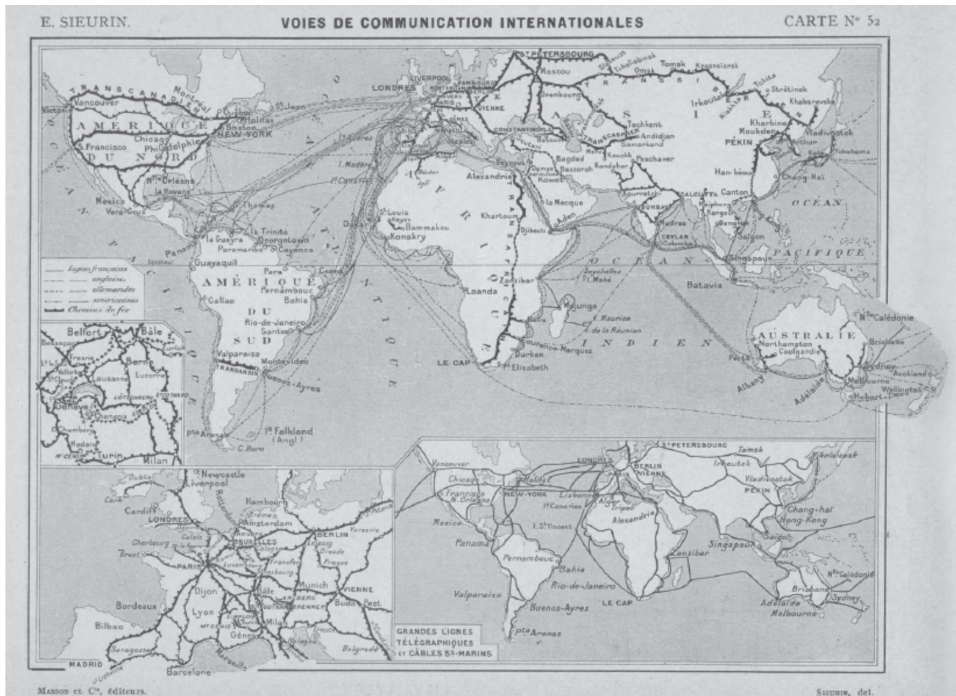
(3) Carole LANZY, « 40 000 km de pipelines dans le golfe du Mexique », *L'Atlas économique de la mer 2016*, Université de Nantes/Isemar, 2016, p. 56

### Les câbles sous-marins en 2016



Source : J.-F. PEZOT, *Enseigner la mer. Des espaces maritimes aux territoires de la mondialisation*, Canopé, 2016.

### Voies de communications et câbles sous-marins en 1906



Source : E. SIEURIN, *Cartes d'étude pour servir à l'enseignement de l'histoire*, Masson, Paris, 1908.

C'est dans l'Atlantique que sont immergés les deux premiers câbles sous-marins transatlantiques (entre l'Écosse et Terre neuve) en 1955-1956, à l'initiative d'une *joint-venture* entre British Post Office, American Telephone & Telegraph (AT & T) et Canadian Overseas Telecommunications Corporation. Lors de sa mise en service, ce système assura 707 communications le premier jour. C'est dans la mer du Nord qu'est posé le premier câble à fibres optiques (entre le Royaume-Uni et la Belgique), point de départ d'une « explosion » des câbles sous-marins qui, dès lors, supplantent les satellites dans le domaine des télécommunications. Ils sont moins chers, plus rapides – il faut ajouter au moins 400 millisecondes pour un transfert *via* satellite par rapport au câble – et ont une capacité plus grande.

Les câbles énergétiques ont une histoire pratiquement aussi longue et une même concentration spatiale. Le premier câble sous-marin commercial en HVDC a été immergé en 1954 en Suède (entre l'île de Gotland et le continent), cependant les câbles énergétiques sous-marins ont vu le jour dans la première moitié du XIX<sup>e</sup> siècle. La première conduite sous-marine, PLUTO (Pipe Line Under The Ocean) fut également implantée dans l'ensemble Manche-mer du Nord. Cet oléoduc de 800 kilomètres, lancé en 1944 et destiné à approvisionner les Alliés, a permis d'acheminer jusqu'à 3,78 millions de litres de pétrole par jour. Ce furent ensuite les fonds des mers bordières et ceux des zones continent-île(s) qui ont accueilli des conduites énergétiques.

Les « routes des fonds des mers » prennent place dans la continuité des grandes routes maritimes dont elles sont en quelque sorte le pendant : les cartes des routes maritimes de surface et sous-marines sont tout à fait comparables en termes de densité et d'inégalité, cela quelle que soit l'époque. La carte des câbles télégraphiques au début du XX<sup>e</sup> siècle (4) met en évidence l'importance des liens entre Europe et Amérique (surtout du Nord), des liens Nord-Sud, un axe au large du cap de Bonne-Espérance vers l'île Maurice, l'Australie et l'Asie et deux liaisons à travers le Pacifique. Une partie reste cependant encore terrestre et suit les grandes voies ferrées comme le Transsibérien ou la ligne d'Alexandrie au Cap. A cette époque, les routes maritimes Europe-Asie et transpacifiques sont beaucoup moins développées. Aujourd'hui, alors que le centre de gravité de l'économie mondiale s'est déplacé vers le Pacifique et que l'Asie est largement devenue l'usine du monde, les flux maritimes et de communication ont évolué. Certes, en 2016 (5), les 69 câbles transatlantiques principaux permettent d'atteindre 35,1 téraoctets par seconde (Tbps (6)), mais les 51 câbles

(4) Cf. « Voies de communication et câbles sous-marins en 1906 », in E. SIEURIN, *Cartes d'études pour servir l'enseignement de l'histoire*, Masson, Paris, 1908, cité in Tristan LECOQ / Florence SMITS (dir.), *Enseigner la mer. Des espaces maritimes aux territoires de la mondialisation*, Canopé, Rennes, 2016.

(5) Submarine Cable Map 2016, disponible sur le site Internet [submarine-cable-map-2016.telegeography.com/](http://submarine-cable-map-2016.telegeography.com/).

(6) 1,26 Tbps permet d'acheminer près de 20 millions de conversations téléphoniques simultanées.

transpacifiques arrivent à 24,4 Tbps, les 30 câbles Europe-Asie à 15,3 Tbps et les 56 câbles de l'intra-Asie à 31,4 Tbps. La croissance récente et les perspectives contribuent à une évolution certaine des répartitions régionales.

Les câbles et les conduites, peut-être plus encore que les navires, assurent la continuité entre les terres. Cela se marque par la permanence et la nécessité d'équipement alors que les navires sont « libres » sur les mers et les océans, même s'il y a des contraintes liées aux courants, à la recherche de la distance la plus courte dans les meilleures conditions de sécurité et de sûreté possibles. Si les ports sont des interfaces visibles, les points de contact entre éléments des fonds des mers et réseaux de surface sont tout aussi vitaux, qu'il s'agisse des stations d'injection ou de sortie pour le gaz ou des stations d'atterrissage pour les câbles de télécommunication. La permanence de ces liens renforce les échanges alors que le trafic portuaire est très facilement réorganisé.

### ***Câbles et conduites : essentiels dans un monde mondialisé et maritimisé***

Si l'importance des échanges maritimes commence à être bien perçue comme étant un des principaux vecteurs des différentes phases de la mondialisation, le rôle des câbles et des conduites n'est sans doute pas encore assez pris en compte par le grand public. Ils remplissent pourtant des fonctions essentielles dans les domaines des télécommunications et de la recherche, de la finance et des données sensibles et dans celui de l'énergie.

La mondialisation a favorisé une répartition mondiale du travail. Comme l'a montré André Vigarié (7), lors de la deuxième mondialisation – celle liée à la colonisation et à la révolution industrielle –, les métropoles assurent la production industrielle alors que les colonies fournissent les matières premières et sont un débouché important. Dans ce contexte, les câbles télégraphiques sont essentiels et sont d'ailleurs d'abord développés par des compagnies privées : ils relient le Royaume-Uni à ses principales colonies, la France puis l'Allemagne aux leurs – dans une moindre mesure – et l'Europe aux Etats-Unis et au Canada.

La mondialisation contemporaine repose sur un système mondial de ravitaillement et sur une politique d'expansion des économies ce qui contribue à l'allongement et à l'accroissement des échanges, notamment des télécommunications. A cela s'ajoute l'essor d'Internet et de la transmission des images. Cet ensemble a été rendu possible et alimente la croissance des câbles de télécommunication qui assurent 99% du trafic international de téléphone et d'Internet et sont présents quasiment partout : à la mi-2012, seuls 21 pays et territoires n'avaient pas d'accès au réseau des câbles de communication par fibres optiques. En 2014, le

(7) André VIGARIÉ, *La Mer et la géostratégie des nations*, Economica, Paris, 1995, pp. 20-26.



trafic échangé entre machines a dépassé la capacité échangée entre les personnes et quand Facebook a décidé de mettre de la vidéo sur ses pages, le trafic vidéo sur les câbles sous-marins a quadruplé en 6 mois (8). Les grands acteurs d'Internet et de l'informatique comme Microsoft, Google... cherchent à avoir leurs propres câbles vers leurs *data centers*, autrement dit le nuage, le *cloud*, croît grâce au fond des mers.

Les câbles assurent aussi la collecte de données sur les dynamiques du fond des mers et des océans grâce à des capteurs placés sur ceux-ci. Ils ont ainsi permis des avancées considérables dans la connaissance de ce domaine encore peu exploré, ce qui devrait conduire à la fois à mieux estimer les ressources mais également à limiter les risques associés à ce milieu. Cependant, si les câbles jouent un rôle stratégique dans le monde contemporain, cela est lié aux informations qu'ils permettent d'acheminer.

Les facilités d'échanges permises par les câbles à fibres optiques en font des éléments essentiels de la mondialisation et de la financiarisation de la planète. Plus de 10 trillions de dollars transitent chaque jour *via* les câbles. La Society for Worldwide Interbank Financial Telecommunications (SWIFT) s'appuie sur les câbles afin de transmettre près de 8 300 messages financiers aux institutions des 195 pays qui en sont membres (9). Selon l'*International Cable Protection Committee*, l'interruption de la circulation sur les câbles à fibres optiques coûte 1,5 million de dollars de l'heure. Cela a des conséquences importantes sur les marchés financiers. Entre 1995 et 2013, les câbles à fibres optiques, prisées des automates de *trading*, ont accru de 21% la part du *trading offshore* des monnaies, c'est-à-dire les transactions sur les devises traitées hors de leur pays d'origine. Les câbles annulent en effet l'avantage du traitement local de la devise. Londres, qui bénéficie d'importantes connexions aux autres places financières, a gagné ainsi 10 points de part de marché dans les volumes mondiaux. Les câbles servent aussi de vecteurs à d'autres données sensibles comme les données militaires : le déroulement des opérations extérieures, notamment, repose très largement sur les informations qu'ils transportent.

Les conduites jouent un rôle moins stratégique, à l'échelle mondiale du moins, pour le transport de l'énergie : l'essentiel des hydrocarbures est en effet transporté par bateau. Néanmoins l'évacuation de la production de la zone de la mer du Nord ou du golfe du Mexique se fait largement grâce à ces conduites. Des raisons stratégiques et la volonté d'assurer un approvisionnement continu ont pu pousser à construire des conduites entre fournisseurs et consommateurs comme entre la Russie et l'Europe – pour éviter un éventuel blocage de l'Ukraine –, entre les rives sud et

(8) Philippe DUMONT, président d'Alcatel Submarine Network (ASN), cité in « Haut débit en eau profonde : 'ici, nous fabriquons l'Internet qu'on peut toucher' », *Le Monde*, 15 déc. 2015.

(9) Michael SECHRIST, « New threats, old technology. Vulnerabilities in undersea communications cable network management systems », Discussion Paper n°2012-03, Harvard Kennedy School, Belfer Center for Science and International Affairs, 2012, pp. 9-10.



nord de la Méditerranée. L'essor des EMR a conduit à saturer l'offre de câbles énergétiques.

Ce rôle essentiel est rendu possible par les améliorations et innovations techniques – et la concurrence par les prix –, mais ces dernières ne sont maîtrisées que par un nombre restreint d'acteurs.

#### DES TECHNOLOGIES DE POINTE, UN NOMBRE D'ACTEURS LIMITÉ

Les innovations techniques et technologiques toujours renouvelées dans le domaine des câbles, la maîtrise de procédures de pose et de réparation toujours plus complexes et adaptées aux besoins et aux milieux rendent câbles et conduites plus performants. Cependant, les coûts associés à cela réduisent le nombre d'acteurs présents sur les marchés des câbles et des conduites.

#### *Des équipements toujours plus opérationnels*

Pour les utilisateurs que nous sommes, la transmission des communications, de l'énergie électrique ou des hydrocarbures au fond des océans semble aller de soi. Elle suppose cependant de relever plusieurs défis, afin de surmonter la corrosion, l'abrasion, les tempêtes, les courants et les dommages susceptibles d'être infligés par d'autres activités en mer, mais aussi d'éviter les pertes en ligne. Parallèlement, les évolutions techniques ont accompagné, voire ont suscité, une nouvelle demande : chaque nouveau saut technologique dans le domaine des câbles de communication a profondément modifié le marché. Les câbles ont ainsi connu des évolutions considérables qui ont permis le passage du morse (environ 100 mots en une heure) à 48 000 communications téléphoniques en 1988 et 7 millions sur le câble TAT 14 en 2001.

On peut repérer trois moments essentiels dans cette mutation :

Les premiers câbles télégraphiques datent de 1837 mais il a fallu attendre la découverte de la gutta serena (plante proche de l'hévéa) et du gutta serena pour être capable de produire des câbles qui résistent à la mer, les premières tentatives de câbles protégés par du caoutchouc n'ayant pas été concluantes. La transmission en 1852 d'un message en une heure, entre les bourses de Londres et de Paris – contre trois jours pour le courrier le plus rapide –, a conduit à l'extension des câbles télégraphiques. Cependant, deux innovations concurrencent assez rapidement le télégraphe : la radio et le téléphone. La radio séduit la France, qui y voit un moyen de rattraper son retard dans le domaine des câbles. Le téléphone a été inventé en 1876 par G. Bell. Dès 1891, le premier câble téléphonique est immergé entre Sangatte et Saint-Margareth, mais le signal est vite affaibli. Les câbles sont alors délaissés au profit de la radio, mais la crise de 1929 ralentit la mise en place d'investissements coûteux, nécessaires pour son développement, d'autant que les Etats-Unis ont rattrapé le Royaume-Uni dans le domaine

des câbles et qu'ils se livrent une concurrence pour dominer le marché, ce qui conduit à une nouvelle rupture : celle des câbles téléphoniques.

Les câbles téléphoniques sont le produit de trois innovations. 1) L'utilisation du permalloy (alliage de gutta percha, nickel et fer) pour enrober les câbles permet de multiplier par quatre la vitesse de transmission et autorise une utilisation sur de grandes distances. 2) En 1950, les répéteurs immergés, qui amplifient le signal au long du câble, sont installés, dix ans après leur invention. 3) Et, surtout, le câble coaxial, immergé en 1955 avec le TAT 1 (Trans Atlantic Telephonic), qui balaie à la fois la radio téléphonique et le télégraphe. On peut dès lors, *via* les câbles sous-marins, entendre son correspondant, cela à moindre coût (10). En 1985, le réseau des câbles coaxiaux atteint 317 000 kilomètres, alors même que depuis 1967 ils subissent la concurrence des satellites qui utilisent les mêmes fréquences et peuvent supporter des circuits téléphoniques, certes en moins grand nombre. Cette concurrence a conduit à développer les recherches à partir de 1976, d'autant qu'on pressent une forte croissance de la demande. Ces recherches montrent les limites des câbles coaxiaux et aboutissent à la troisième rupture : les fibres optiques.

En 1988, le TAT 8 est le premier câble immergé à fibres optiques (11), suivi presque immédiatement par le Trans Pacific Cable (TPC) 3. Désormais le signal électrique doit être transformé en signal optique, mais cela ne pose aucune difficulté technique. En 1989, TAT 9 et TPC 3 atteignent 560 mégabits par seconde (Mbit/s) par fibre. Les câbles à fibres optiques permettent de répondre à la croissance de la demande, non seulement en nombre mais aussi en volume, avec Internet et les vidéos. Même si les câbles ne sont pour la plupart utilisés qu'à 20% de leurs capacités, la seule solution actuellement pour répondre aux besoins futurs est de les multiplier jusqu'à ce qu'une nouvelle révolution technique ou technologique ne change, une nouvelle fois, la donne, cela même si les fibres optiques et les terminaisons des câbles sont de plus en plus opérationnelles à l'image de la technologie de détection cohérente dans les terminaux de transmission développée dans les laboratoires de Nortel, Lucent et Alcatel.

Dans le domaine des conduites, les évolutions et innovations techniques ont été moins nombreuses et moins spectaculaires. Cependant, la maîtrise de l'acier, de la soudure en milieu sous-marin tout comme la surveillance sous-marine et les robots pilotés à distance (*Remotely Operated Vehicule* ou ROV) ont permis de développer des conduites sur des milliers de kilomètres.

Qu'il s'agisse des câbles ou des conduites, se pose toujours le même problème : le maintien du débit de la qualité de la transmission, qui a tendance à décroître avec la distance. Cela impose la mise en place de

(10) Trente-six communications à la fois, 12 dollars pour les trois premières minutes.

(11) Ces câbles ont été développés à partir de deux innovations majeures : le laser à semi-conducteur en 1962 et la conception de la fibre optique en 1964.

répéteurs, de régénérateurs et de surpresseurs (pour les gazoducs) qui sont cependant de plus en plus espacés. Dans le domaine des câbles, les répéteurs ont d'abord été distants de 10 kilomètres, contre près de 100 kilomètres aujourd'hui. Surtout, depuis le milieu des années 1990, à partir de l'amplification optique par la fibre « stimulée » par de l'erbium, on a pu remplacer, dans le répéteur, la régénération optique (12) par l'amplification optique, qui a entraîné, à son tour, un multiplexage en longueur d'ondes (*Wavelength Division Multiplexing*, WDM). Ce trio a permis d'accroître le débit par canal – qui est passé, entre 1995 et 2001, de 2,5 gigabits par seconde (Gbit/s) à 10 Gbit/s – tout en réduisant les coûts : le coût du bit transporté a décri d'un facteur 2 000.

Parallèlement, câbles et conduites sont de plus en plus renforcés afin de résister aux ancrages ou aux filets, avec notamment un doublement de la protection aux approches des sites d'atterrissage et l'ensouillage. Cet ensemble permet aux opérateurs d'atteindre un niveau de sécurité de transmission des télécommunications de 99,999% (soit à peu près 5 minutes de pertes de réseau par an), mais les opérateurs visent une fiabilité à 99,9999%. Cependant, cet objectif suppose aussi de maîtriser parfaitement la pose, la surveillance et la maintenance des câbles et des conduites.

### ***Relever le défi de la pose de l'entretien***

Même si l'automatisation, notamment dans le domaine de la surveillance, progresse, la pose, la surveillance et l'entretien supposent des équipes et des navires hautement spécialisés.

La pose n'intervient qu'après des étapes préliminaires qui sont comparables pour les câbles et les conduites. Dans un premier temps, des routes possibles sont déterminées à partir des points d'entrée et de sorties du réseau (13), en s'appuyant sur les données disponibles relatives au milieu physique et aux autres activités pratiquées, y compris les aires marines protégées, même si des câbles de télécommunication peuvent y passer. Une fois quelques axes retenus, des études plus approfondies sont conduites *in situ* afin d'identifier, par le biais de magnétomètre, la localisation de l'existant enterré dans un carré de 500 m à terre et de déterminer la nature des fonds, les courants, les vagues, la topographie, les risques naturels grâce aux sonar latéral, sondeur de sédiments et échosondeur (14). Cette étape permet d'identifier le meilleur tracé possible – les fonds meubles sont toujours privilégiés – et la portion qui sera à ensouiller, mais aussi de choisir le type de câbles et de conduites et leur longueur – la tension des

(12) La régénération optique a remplacé la régénération électrique.

(13) Ceux-ci sont contraints par les points de contact avec les réseaux terrestres et les lieux des gisements. Dans le cas des câbles de télécommunication, la recherche d'un moindre coût conduit souvent à utiliser une station d'atterrissage déjà existante.

(14) Lorsque la profondeur est supérieure à plusieurs kilomètres, seul un relevé de la bathymétrie est effectué.

câbles est un paramètre décisif pour leur viabilité – selon le milieu et ce qu'ils transporteront. Alors seulement la pose peut commencer.

Dans le domaine des câbles de communication, elle débute par plusieurs semaines de chargement des câbles – en tenant compte de la répartition de la charge sur le bateau et de l'ordre de pose – dans les cales, alors que les répéteurs sont stockés dans des locaux climatisés sur le pont. Jusqu'à 1 500 m, la plupart des câbles sont ensouillés, ce qui suppose le creusement d'un sillon par une charrue qui assure l'enfouissement simultanément à la pose. Les câbles sont déroulés de manière très lente, mais une fois que le câble a touché le fond, le navire câblé peut aller jusqu'à 6-8 nœuds (15) tout en ralentissant lors de la pose des répéteurs ou si le fond remonte. L'élément critique est la tension exercée sur le câble. Toute l'opération est surveillée par satellite, de manière à maintenir la concordance entre le positionnement du navire et le choix de la route, et par sonar, pour connaître la profondeur exacte. Dans la zone d'atterrissage, le navire câblé mouille au plus près de la côte. Le câble est alors remorqué vers la côte en surface – soutenus par des ballons flottants –, où il est récupéré et raccordé au réseau terrestre, les ballons sont ensuite dégonflés par des plongeurs.

Pour les conduites, les tubes d'acier de 12 à 24 m de long sont enrobés de béton sur 3 à 15 cm d'épaisseur (16) afin d'accroître leur stabilité sur les fonds marins, d'autant que les tubes sont posés vides. Ils sont ensuite embarqués. Ils sont soudés à bord – manuellement par baguette, de manière semi-automatique sous dioxyde de carbone ou de manière automatique – avant de passer par une station de contrôle à rayon X et d'être lentement descendus vers le fond. Jusqu'à 2 500 m de profondeur, c'est souvent une technique de pose en « S » qui est retenue : les tubes sont immergés quasiment à l'horizontale depuis le navire, puis la gravité introduit une composante verticale avant de retrouver l'horizontal au fond. Entre 400 et 3 500 m la pose la plus fréquente, en « J », suppose que la conduite soit immergée quasiment à la verticale depuis le navire avant de dessiner un coude lorsqu'elle touche le fond. La vitesse du navire est très lente (trois kilomètres par jour), la plupart des opérations se faisant alors que le navire est stabilisé par un puissant système d'ancres. Les conduites ne sont ensouillées qu'à proximité des côtes ; elles peuvent également être recouvertes de roches. Afin de diminuer les contraintes dans le tube au moment de la descente, une tension longitudinale, pouvant aller jusqu'à 150 tonnes, est exercée dans la conduite.

Câbles et conduites sont étroitement surveillés par des systèmes automatisés. Dès que les plongeurs ne peuvent plus intervenir, en cas d'avarie, la portion de câble endommagée est remontée à la surface,

(15) 11-15 kilomètres/heure.

(16) A dimension égale, le lestage est plus important pour un gazoduc que pour un oléoduc et le lestage est d'autant plus élevé que la profondeur est faible et les courants importants. Dans le cas de Nordstream, cette opération a doublé le poids des tubes d'acier.

réparée et reposée. Pour les conduites, ce sont les engins qui sont envoyés au fond ; en attendant l'alimentation des conduites est stoppée pour limiter les fuites. Les interventions sont faites le plus rapidement possible : des navires câbliers sont toujours prêts à appareiller.

Ces techniques, équipements et recherches nécessaires à la conception, à la pose, à la surveillance et à la réparation des câbles et des conduites ne sont maîtrisés que par un nombre restreint d'acteurs.

Des techniques et des coûts dominés par un nombre restreint d'acteurs

La concentration est ainsi très forte dans le domaine de la fabrication et la pose des câbles où moins de cinq acteurs (17), à l'échelle mondiale, sont capables d'assurer la totalité des opérations, dont Tyco Electronics Subsea Communication (TE Subcom), Nippon Electric Company (NEC) et surtout ASN, leader mondial (18). Quelques nouveaux acteurs commencent à s'affirmer, souvent à partir d'une assise régionale, comme Huawei Marine, ou dans un domaine, à l'image d'Orange Marine pour la pose. Le marché reste cependant très concentré : entre 2012 et 2016, ASN a assuré l'installation de 30% des systèmes, TE Subcom 13%, Huawei Marine, S.B. Submarine Systems Co. Ltd et NTT chacun 10% et Orange Marine 8%. Dans le domaine des études de terrain en amont, l'ensemble du marché mondial est entre les mains de Fugro (44% des études réalisées dans le domaine des câbles de communication entre 2012 et 2016), EGS 38%, US Government tout comme International Telecom 6% et Electra 4%.

En ce qui concerne les conduites, Technip est leader mondial d'un marché où figurent également Allseas, Royal IHC et Saipem.

Les budgets que représentent ces équipements (19) conduisent souvent les opérateurs de ces câbles et conduites à former des consortiums, surtout que les banques hésitent encore à prêter dans ce domaine d'activités, même si des institutions telles que la Banque mondiale commencent à prêter aux pays en développement afin qu'ils puissent se doter de tels équipements. Ainsi le Sea Me We 5, 20 000 km de câbles entre la France et Singapour réunit 16 pays, Nordstream regroupe Gazprom (51%), Wintershall Holding GmbH (15,5%), E.On (15,57%), Gasunie (9%), Engie (9%). Dans la plupart des cas, qu'il s'agisse des câbles ou des conduites, il y a une association entre des opérateurs publics et des opérateurs privés.

(17) La concentration des acteurs n'est pas un phénomène nouveau. Dès la fin du XIX<sup>e</sup> siècle, on assiste à des mouvements de fusion entre les sociétés qui installaient les câbles.

(18) Alcatel a plus de 150 ans d'expertise dans les câbles sous-marins, avec notamment une usine à Calais. La fusion en 1996 avec Lucent a permis à ASN, depuis propriété de Nokia, d'avoir un centre de conseil et de conception, un centre d'intégration et de déploiement et un centre d'exploitation et de maintenance.

(19) Selon le Subsea Pipeline Cluster, le coût moyen de construction d'un kilomètre de conduite sous-marine pour acheminer le gaz *offshore* australien vers la côte est de 4,5 millions de dollars par kilomètre : il faut compter environ 500 millions de dollars pour un câble de communication transocéanique.

## DÉFIS ET ENJEUX DES CÂBLES ET DES CONDUITES SOUS-MARINS

Éléments vitaux pour le fonctionnement de l'économie et des sociétés contemporaines, câbles et conduites n'en sont pas moins vulnérables, sans pour autant être totalement protégés par la loi et les conventions internationales.

Des équipements vulnérables aux aléas naturels et aux autres activités

Même si les études préalables à la pose visent à minimiser les risques, câbles et conduites sont soumis à des aléas multiples qui peuvent être d'origine naturelle, être liés aux autres activités pratiquées en mer ou à des actes de malveillance.

Courants, vagues, tempêtes, érosion et corrosion peuvent endommager câbles et conduites, cependant ce sont les glissements de terrain et les tremblements de terre qui ont les effets les plus conséquents. Le séisme intervenu au large de Taiwan en décembre 2006 a entraîné la rupture de 8 câbles, perturbant le transfert des données vers Taiwan, les États-Unis (perte de 60% des capacités de communication), le Japon et la Corée du Sud. Certaines banques durent arrêter les guichets bancaires et les services bancaires en ligne. Chungwa Telecom, l'opérateur téléphonique le plus important de Taiwan, a signalé une perte de 100% de ses liens internationaux vers Hong-Kong et l'Asie du Sud-Est, de 74% vers la Chine continentale. China Telecom et China Unicom, les deux plus gros fournisseurs de service Internet en Chine, ont signalé une perte de 90% des capacités vers les États-Unis et l'Europe, la plupart des flux transitant d'abord par Hong-Kong puis le Japon et l'Europe. Il fallut 49 semaines pour que la situation revienne à la normale, en dépit des 11 navires câbliers dépêchés sur place. Les conséquences sont d'autant plus lourdes qu'il est alors souvent difficile de pouvoir ré-router les flux vers d'autres systèmes de câbles – en dépit des accords entre les opérateurs – car tous sont touchés. Si les conséquences économiques ont été importantes, il n'y a pas eu d'effets sur le milieu naturel. Il en irait tout autrement en cas de rupture ou d'explosion d'une conduite énergétique. Néanmoins, les risques d'origine naturelle ne sont à l'origine que de 10% des dommages qui touchent les câbles sous-marins (31% dans les grandes profondeurs).

Même si les zones de pêche sont, dans la mesure du possible, évitées lors du choix des tracés des câbles et des conduites, si ceux-ci sont indiqués sur les cartes marines et sont, la plupart du temps, ensouillés sur le plateau continental, les filets et les ancres (20) sont à l'origine de la plupart des avaries qui affectent câbles et conduites. De nombreux navires ancrent désormais à l'extérieur des ports afin de réduire les coûts, notamment à Singapour, or les câbles sont particulièrement nombreux à proximité et

(20) Une ancre de quatre tonnes nécessaire pour un navire de 5 000 tonnes pénètre jusqu'à 5 m dans un sol meuble, soit bien en dessous du niveau d'ensouillage. Lorsqu'une conduite ou un câble sont touchés, le navire n'est pas censé tirer son ancre, d'autant qu'il y a un risque d'explosion dans le cas des gazoducs, mais la plupart ne renoncent pas à couper leur ancre (ou leur filet).



les courants sont très forts dans cette zone, ce qui accroît les risques. Les autres activités comme la prospection sous-marine ou l'exploitation ne sont pas sans danger mais ont, pour l'instant, un impact limité.

### *Des équipements stratégiques soumis à des risques spécifiques*

Par les fonctions qu'ils remplissent, câbles et conduites sont des équipements qui figurent parmi les plus sensibles qui soient.

Les conduites peuvent être l'objet d'attentats visant à rompre l'approvisionnement et/ou à créer une pollution majeure. Néanmoins, les câbles sont beaucoup plus menacés.

Ils peuvent en effet être sectionnés de manière volontaire afin d'empêcher les communications : les Américains coupèrent les câbles télégraphiques entre l'Espagne et ses possessions transatlantiques lors de la guerre américano-espagnole de 1898 et une des premières décisions de la Grande-Bretagne, en août 1914, fut de couper les câbles allemands, privant l'Allemagne de communication. L'Allemagne tenta de détruire les câbles télégraphiques dans les océans Pacifique et Indien et d'attaquer les stations télégraphiques des îles Fanning et Coco, lançant ainsi une guerre des câbles. Outre l'aspect stratégique et militaire, cela aurait aujourd'hui en plus un impact économique majeur.

Les communications qui transitent par les câbles peuvent également être écoutées. Une des raisons de l'entrée en guerre des Etats-Unis en 1917 fut la transmission aux Etats-Unis, par les Britanniques, d'un document diplomatique chiffré qu'ils avaient intercepté entre l'Allemagne et le gouvernement mexicain. Dans ce qui fut appelé le télégramme Zimmermann, du nom du secrétaire d'Etat allemand aux Affaires étrangères, l'Allemagne encourageait le Mexique à déclarer la guerre aux Etats-Unis, lui promettant alors... le Texas en échange ! Durant la Guerre froide, l'opération « Ivy Bells » eut pour objectif d'écouter les communications de l'Union soviétique. De manière beaucoup plus récente, Edward Snowden a révélé l'ampleur des écoutes de la National Security Agency *via* les câbles sous-marins, mais ces écoutes sont également pratiquées par le Royaume-Uni, la Nouvelle-Zélande, la France, la Russie (21). Cela pousse les pays à choisir leurs partenaires et à développer leur propre système de câbles : les Etats-Unis refusent la présence du Chinois Huawei, le Brésil a décidé, en 2014, d'avoir son propre câble avec les pays de l'Union européenne plutôt que de passer par les Etats-Unis. La menace ne concerne pas que les câbles, mais aussi, peut-être surtout, les « stations d'atterrissage », têtes de pont des réseaux câblés sous-marins, qui concentrent souvent plusieurs câbles : ainsi 80% des câbles entre l'Europe et le Moyen-Orient passent par un immeuble d'Alexandrie à l'intersection des rues El Nabi et El Horreya ; la plupart des câbles entre Londres et New York déboucheraient, via une conduite

(21) Les Etats-Unis et la Russie ont d'ailleurs des sous-marins qui sont capables d'intercepter les communications qui transitent par les câbles.

de 18 pouces, au cœur de Manhattan, dans un puits situé à proximité du 60 Hudson Street. Une étude conduite en 2012 estimait que la destruction des stations d'atterrissement en Australie s'élèverait à 3 169 millions de dollars en raison de la perte du trafic Internet (22). L'automatisation de la surveillance et de la gestion des systèmes est une autre source de vulnérabilité. Le piratage de ce système pourrait conduire à le mettre en panne, tout en modifiant les signaux de manière à ce que celle-ci ne soit pas détectée ou à modifier les signaux.

Dans ce contexte, les actions et les mesures prises restent limitées : les coopérations et les échanges d'information entre les Marines et les opérateurs sont encore peu nombreux et, surtout, les lois et réglementations sont encore très partielles.

### ***Des éléments qui ne sont que partiellement protégés sur un plan juridique***

En 1865, l'Union télégraphique internationale (UTI) est créée à Paris pour réglementer, organiser et protéger les câbles de manière à ce que les câbles ne puissent pas, en temps de paix, être détruits impunément par les Etats et les autres usagers de la mer. Ces travaux aboutissent à la Convention internationale du 14 mars 1884 relative à la protection des câbles sous-marins. En 1958, la Conférence de Genève sur le droit de la mer débouche sur la signature de quatre conventions, dont la Convention sur la haute mer, qui définit un droit de pose des câbles et de pipelines sous-marins. Ces dispositions sont modifiées et complétées par la Convention des Nations Unies sur le droit de la mer (CNDUM) conclue à Montego Bay en 1982 et entrée en vigueur en 1994.

La CNDUM promeut la liberté de pose des câbles et des conduites en haute mer, dans la zone économique exclusive et dans les eaux territoriales (23). Elle prévoit que les Etats adoptent des lois et règlements de manière à punir les détériorations volontaires qui pourraient être faites sur les câbles et les conduites et qu'elles donnent lieu à des dédommagements. Cependant, les Etats ne sont pas contraints d'adopter de tels lois et règlements dans les eaux territoriales et, dans la zone économique exclusive et en haute mer, les sanctions sont souvent héritées de celles établies par la Convention de 1884, ce qui se traduit par des amendes d'un montant très faible. L'autre grande faiblesse de la CNDUM est de ne prendre en compte que les câbles et les conduites, mais pas les stations d'injection et de sortie des conduites et les stations d'atterrissement des câbles.

Si certains éléments de la CNDUM permettent de couvrir le risque d'espionnage, notamment dans les eaux territoriales, cela reste limité. Or

(22) Tara DAVENPORT, « Submarine cables, cybersecurity and international law : an international analysis », *Catholic University Journal of Law and Technology*, vol. XXIV, n°1, art. 4, déc. 2015, p. 79.

(23) L'Etat côtier a cependant un droit de regard assez important dans les eaux territoriales et il peut prendre des mesures restrictives pour les conduites, afin de limiter le risque de pollution, dans les eaux territoriales.

les lois dans le domaine du cyberspace sont peu nombreuses et les lois et conventions relatives à la guerre ne se sont pas encore complètement emparées de cette question.

Enfin, il faut noter que le nombre d'Etats qui, à l'image de l'Australie, se sont dotés de lois spécifiques pour protéger leurs câbles, reste réduit et que les câbles et les conduites étant souvent opérés par des consortiums internationaux, la question de la juridiction compétente se pose.

\* \*  
\*

L'intensification et la complexification des réseaux d'échanges par voie de mer et sous les mers, qui se lit sur les cartes, et le basculement vers l'Asie du centre de gravité des échanges maritimes sont au cœur des enjeux à la fois vitaux, stratégiques et de puissance du monde contemporain (24).

Dans ce monde mondialisé et maritimisé, les flux immatériels et énergétiques acquièrent une importance nouvelle et stratégique. Cela rend essentiels les conduites sous-marines et les câbles à fibres optiques et confère un poids essentiel aux quelques rares grandes entreprises de ce secteur où les entreprises françaises sont parmi les leaders mondiaux, à l'image d'Orange Marine.

Les conduites énergétiques sont denses dans quelques zones, la Méditerranée, le golfe du Mexique, la mer du Nord notamment. Les câbles de communication bouclent le monde et encerclent les continents. La plaque tournante de cet ensemble de lignes est aux Etats-Unis, capitale financière de la planète et des transactions qui y sont liées, avec plus de 40 câbles, dont la ligne la plus ancienne, vers le Royaume-Uni. Les projets les plus nombreux concernent l'Asie mais aussi l'Afrique. Ces faisceaux de câbles rejoignent des stations d'atterrissement littorales situées près des grandes métropoles mondiales, lorsqu'elles sont maritimes : New York, Los Angeles, San Francisco, Tokyo, Hong-Kong, Shanghai, Singapour ou Bombay.

Cet ensemble de câbles, véritable colonne vertébrale de l'information économique, politique et militaire, est stratégique et vulnérable, protégé et écouté, entretenu et perfectionné en permanence. La « cyberguerre » se joue aussi sous les mers : le contrôle et l'écoute des télécommunications reposent sur des programmes de haut niveau technologique, aujourd'hui américains et britanniques, à partir de dispositifs d'écoute et de surveillance sur le fond des océans, sur les câbles sous-marins. Leur maîtrise est donc bien l'un des enjeux essentiels du temps présent. Elle trace également une ligne de partage entre les Etats (25).

(24) Tristan LECOQ / Florence SMITS (dir.), *op. cit.*

(25) *Diplomatie* Les grands dossiers numéro 33 « Géopolitique des mers et des océans » juin-juillet 2016.