

Zeitschrift: Pionier : Zeitschrift für die Übermittlungstruppen
Herausgeber: Eidg. Verband der Übermittlungstruppen; Vereinigung Schweiz. Feld-
Telegraphen-Offiziere und -Unteroffiziere
Band: 40 (1967)
Heft: 9

Artikel: Le réseau mondial de câbles sous-marins
Autor: [s.n.]
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-562777>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 03.04.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Le réseau mondial de câbles sous-marins ¹

1. Les moyens de communication avant 1956

Il est probable que l'histoire aurait été profondément modifiée si, dans le passé, il avait existé entre les pays du monde des moyens de communication présentant le même développement, les mêmes facilités et la même qualité que ceux d'aujourd'hui. Nous pouvons remarquer par exemple, en nous écartant quelques instants du sujet, que Marco Polo (1254—1324) n'aurait pas eu besoin de risquer sa vie pour instaurer un monopole commercial avec l'Orient puisque chacun a aujourd'hui un accès direct aux centres de production pour obtenir des marchandises ou services essentiels. L'histoire montre que le commerce a été, à travers les siècles, le principal motif qui a poussé les hommes vers les parties les plus reculées de notre planète afin de procurer des bénéfices à un individu ou à une nation. La croissance normale d'un pays exige aujourd'hui un équilibre de sa balance commerciale. L'absence de moyens de communication adéquats avec le monde extérieur réduit à la fois le volume du commerce et le pouvoir de concurrence d'un pays. Ces faits ne peuvent plus être ignorés ni considérés comme d'importance secondaire.

1.1 Les besoins de communication continuent à croître

Les nombreuses études qui ont été faites pour établir une relation entre l'importance des communications et celle du commerce ont mis en lumière une corrélation assez remarquable; on a trouvé que, lorsque les moyens de communication sont efficaces et les tarifs raisonnables, le rapport du revenu des communications, évalué avec prudence, au montant des échanges commerciaux est de 0,5 % (tableau I, [1], [2]). En général, ces conditions ne sont remplies que s'il est

¹ Tiré d'un article partiellement écourté de la revue «Elektrische Nachrichtentechnik» N° 1/1966, p. 82..93, avec l'aimable consentement du Laboratoire central de télécommunications, Paris.

possible de disposer de circuits internationaux de haute qualité sur câbles coaxiaux existants ou sur faisceaux hertziens dont les prix de premier établissement sont relativement faibles. Lorsqu'il s'est agi de distances plus grandes et que l'on a envisagé des trajets qui n'étaient pas seulement terrestres, mais impliquaient également la traversée des mers et des océans, c'est tout d'abord la technologie et, ensuite, l'importance du capital à investir qui ont empêché la réalisation de tels circuits de haute qualité. Aujourd'hui encore, le revenu des communications internationales et intercontinentales sur les circuits les plus modernes n'est qu'une petite fraction du revenu en puissance et, en particulier, la téléphonie qui constitue la principale source de profits est encore dans l'enfance. Ce dernier mode d'utilisation présente un autre avantage; les frais d'exploitation des installations terminales sont en effet huit fois plus faibles pour la téléphonie que pour la télégraphie. Comme les échanges commerciaux internationaux s'accroissent au taux moyen de 6 à 7 % par an, le revenu potentiel des communications internationales est énorme et sa mise en valeur n'attend que la réalisation de systèmes de transmission efficaces et de haute qualité.

1.2 Le réseau de câbles télégraphiques

C'est au milieu du siècle dernier que les communications à longue distance par câbles télégraphiques ont commencé à remplacer le transport de messages par bateaux comme le moyen de transmission le plus rapide entre continents.

La pose des câbles n'était pas une sinécure à cette époque les navires étaient petits et les possibilités techniques très limitées; des sommes importantes ont été investies dans ces moyens de communication. En fait, tous les câbles ont procuré des bénéfices tout en stimulant l'évolution des communications mondiales et ils sont devenus indispensables aux gouvernements, aux maisons de commerce et aux particuliers. Comme il fallait s'y attendre, les trajets des câbles télégraphiques sous-marins ont suivi les grandes routes de navigation; ils ont relié entre eux les centres commerciaux et favo-

Tableau I Revenu des communications internationales du Post Office britannique

	Revenu brut des communications internationales du Royaume-Uni (1963/64), en 1000 £				Revenu total aux deux extrémités des circuits, en mill. de £	Montant des échanges commerciaux entre les pays, en mill. de £	Rapport du revenu des communications au montant des échanges commerciaux, en %	Prix d'une communication de 3 min, en sh
	Téléphone	Télex	Télégraphe	Total des colonnes 1...3				
	1	2	3	4	5 (=2×4)	7	8	
Royaume-Uni—France	930	129	212	1271	2,550	348	0,73	6/—
Royaume-Uni—Pays-Bas	510	175	77	762	1,320	384	0,34	7/—
Royaume-Uni—Belgique	301	84	57	442	0,880	193	0,45	7/—
Royaume-Uni—Allemagne	923	369	171	1463	2,930	448	0,65	10/—
Royaume-Uni—Norvège	190	140	69	399	0,800	153	0,52	16/—
Royaume-Uni—Suède	316	162	80*	558	1,120	336	0,33	16/—
Royaume-Uni—Etats-Unis	2192	633	450*	3275	6,550	859	0,76	60/—

* Estimé £ = livre sterling sh = shilling

risé ainsi le trafic avec les pays en cours de développement. L'expérience a montré que les câbles de cette nature, une fois installés, sont des moyens de communication de grande sécurité à l'abri de toute influence extérieure. Cependant, ils ne pouvaient pas amener directement les messages aux centres situés à l'intérieur des terres et une translation était alors nécessaire. De plus, leur débit est très limité. En revanche, lorsque leur trajet est judicieusement choisi, ces câbles permettent aux Compagnies exploitantes de recueillir et d'écouler du trafic le long du parcours, ce qui augmente leur rendement de façon appréciable. Le trafic télégraphique présente également sur la téléphonie l'avantage de ne pas être gêné par les différences entre fuseaux horaires et de ne pas être sujet aux pertes de temps pour attente de circuits disponibles et rappel des abonnés; cela permet d'obtenir un très bon rendement des voies.

Du point de vue technique, les câbles télégraphiques n'ont pas fait de progrès considérables depuis 1856. La division en voies et, dans certains cas, l'insertion de répéteurs-régénérateurs de conception simple ont accru le débit des câbles, mais le plus grand nombre de voies obtenu jusqu'ici sur un câble n'est encore que de douze.

1.3 Transmissions radio sur ondes courtes

L'invention de Marconi suivie de celle du tube à vide amplificateur ont été à l'origine d'une ère nouvelle dans les moyens de communication. La modicité du capital à investir, les réseaux d'antennes directives de grande efficacité et la possibilité de travailler avec plusieurs correspondants, suivant un horaire pré-établi, au cours d'une même journée, ont valu aux transmissions radio par ondes courtes une réputation bien méritée. En fait, tous les pays du monde disposent maintenant d'au moins une station de grande puissance à ondes courtes pour liaisons internationales. Les premiers émetteurs fonctionnaient en mode A1, c'est-à-dire par tout ou rien; par la suite, les progrès ont rendu possible la téléphonie dans une bande de fréquences vocales de 2400 Hz; plus récemment, les techniques de bande latérale unique (BLU) ou de bandes

latérales indépendantes (BLI) ont permis d'obtenir jusqu'à 4 voies à fréquence vocale de qualité CCIR ou le nombre équivalent de voies télégraphiques. Les transmissions de ce type peuvent cependant être perturbées à des époques plus ou moins prévisibles par les effets d'évanouissement ou par l'activité des taches solaires. Le nombre de voies utilisables dans les transmissions radio à ondes courtes est limité par l'encombrement croissant du spectre de fréquences dans la gamme de fréquences la plus favorable. Du point de vue de l'exploitant, il est certain que la radio à ondes courtes constitue encore le moyen de transmission le plus économique et de nombreux pays continueront donc à compter exclusivement sur ce procédé dans le proche avenir parce que quelques voies sont suffisantes pour l'écoulement de leur trafic.

1.4 Les débuts des câbles téléphoniques sous-marins

Les premiers câbles sous-marins pour transmission téléphonique ne fournissaient qu'un seul circuit à fréquence vocale par paire symétrique chargée ou non chargée selon la longueur de ce circuit. La plupart de ces câbles sont encore en service aujourd'hui et assurent une transmission de qualité suffisante sur les distances considérées, mais ils ne satisfont évidemment pas aux normes de haute qualité des circuits intercontinentaux en ce qui concerne le temps de propagation de groupe, la stabilité des niveaux, le facteur de bruit et l'équivalent de référence au niveau zéro.

Un peu avant la deuxième guerre mondiale, la mise au point d'un répéteur immergé destiné à améliorer et allonger les systèmes de câbles téléphoniques sous-marins a été entrepris en Grande-Bretagne et aux Etats-Unis suivant des conceptions différentes.

Le Post Office britannique (GPO) a posé, en 1943, son premier répéteur rigide bidirectionnel sur un câble Angleterre-Irlande. Ce répéteur était alimenté en courant continu circulant sur le câble. Un répéteur similaire a été installé en 1946 sur un câble reliant le Royaume-Uni à l'Allemagne [3]. Ces répéteurs pour eaux peu profondes présentaient un intérêt particulier pour les câbles à installer autour des Iles Bri-

Tableau II Données techniques sur les premiers câbles à répéteurs immergés

Câble	Année	Type de répéteur	Type de câble	Capacité en voies de 4 kHz	Fréquence supérieure en ligne kHz	Gain du répéteur dB	Espace-ment entre répéteurs milles marins	Tension du répéteur V	Courant en ligne mA	Fournisseur
Royaume-Uni—Allemagne	1946	unidirectionnel	spécial	5	44	75	**	240	630	GPO
Key West—La Havane	1950	flexible	0,46" PE	24	108*	65	36	60	230	WE
Hollande—Danemark	1950	unidirectionnel	0,935" PE	36	356	62	40	220	715	STC
Royaume-Uni—Hollande	1950	unidirectionnel	0,62" Pg	60	552	60	16	250	316	GPO
Ecosse—Norvège	1954	bidirectionnel	0,935" PE	36	352	58,8	38,8	125	311	STC
TAT-1 (section principale)	1956	flexible	0,62" PE	36	164*	60,7	37,5	63	225	WE
TAT-1 (section canadienne)	1956	bidirectionnel	0,62" PE	60	552	60	20,4	123	316	STC

* Transmission unilatérale

Deux câbles sont nécessaires pour réaliser des circuits complets

** 1 répéteur sur 197 milles marins

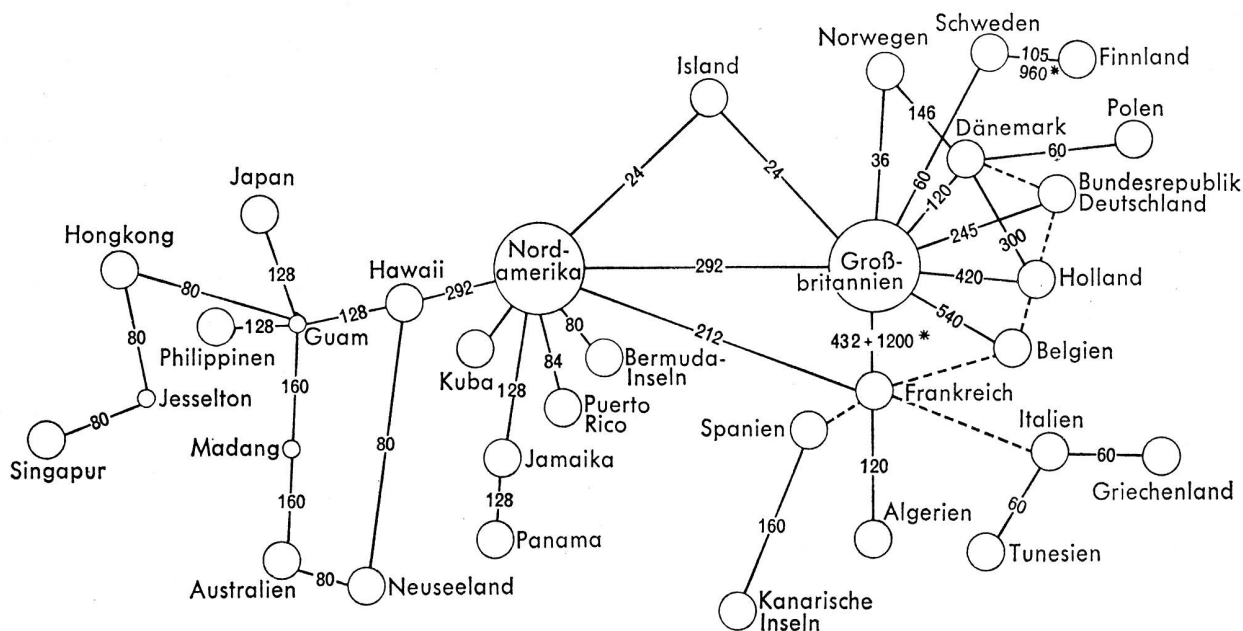
Diélectrique: PE = Polyéthylène

Pg = Paragutta

Fournisseur: GPO = General Post Office

WE = Western Electric Company (Etats-Unis)

STC = Standard Telephones and Cables Ltd.



* Mikrowellen – faisceau hertzien

Etat actuel du réseau des câbles sous-marins et nombre des circuits téléphoniques

tanniques; mais les études américaines se sont portées dès le début vers les applications aux câbles de grands fonds. Les problèmes ayant trait à la pose des câbles sous-marins classiques avec armure de fils d'acier ont alors conduit les techniciens à l'adoption de répéteurs flexibles de petit diamètre (serpents) placés sous la même armure que le câble. Cela permet le passage continu sur l'appareillage du bateau et la libre rotation du câble sur lui-même pour éviter la formation de coques. Comme il n'est pas possible d'insérer dans ces répéteurs des filtres directionnels pour exploitation bilatérale, cela a conduit aux systèmes à deux câbles de l'American Telephone and Telegraph Company (ATT). Le premier système de ce type a été posé en 1950 entre Key West (Floride) et La Havane (Cuba) [4].

Encouragés par le succès des premier câbles munis de répéteurs et poussés par l'augmentation des demandes de circuits téléphoniques directs, la Grande-Bretagne et les autres pays d'Europe ont posé en eaux peu profondes plusieurs systèmes de câbles sous-marins à portée moyenne dont les répéteurs ont été fournis par la Standard Telephones and Cables Ltd. (STC). Quelques détails techniques sur ces répéteurs sont donnés sur le tableau II.

2. Les systèmes de câbles sous-marins internationaux (1956—1965)

La figure 1 montre l'état actuel du réseau mondial des câbles sous-marins et le nombre des circuits téléphoniques. Il ne fait plus de doute que les câbles téléphoniques sous-marins présentent un grand intérêt économique et que la confiance initiale dans leurs qualités techniques et dans leur sécurité était entièrement justifiée.

2.1 La traversée de l'Atlantique

Le succès remarquable des câbles à courte distance a incité des projets plus ambitieux qui visaient à étendre les liaisons par fil à la traversée de l'Atlantique. Les expériences acquises par la Grande-Bretagne et par les Etats-Unis ont été mises en commun pour concevoir, mettre au point et réaliser le premier câble transatlantique connu sous le nom de TAT-1 (Trans-Atlantic Telephone Cable N° 1) [5].

Des répéteurs flexibles unidirectionnels de conception américaine ont été utilisés sur le câble armé classique pour grands fonds, de 15,8 mm de diamètre, qui traverse l'Atlantique. La tension maximale de 2000 V fixée pour le système interdisait la pose d'un câble direct entre les Etats-Unis et la Grande-Bretagne. On a donc choisi une route septentrionale plus courte, voisine de celle du premier câble télégraphique, avec points d'atterrissement à Oban (Ecosse) et Clarenville (Terre-Neuve).

Un câble distinct est utilisé pour chaque sens de transmission. Les deux câbles fournissaient à l'origine 36 circuits de 4 kHz de largeur de bande. Depuis la date de pose en 1956, ce nombre a été accru et porté à 84 par utilisation d'équipements multiplex de largeur de bande plus réduite, soit 3 kHz [6], et application du TASI (Time Assignment Speech Interpolation) [7].

Le tronçon principal qui traverse l'Atlantique contient 102 répéteurs qui sont composés chacun d'un amplificateur unique à trois étages. L'arrêt d'un seul tube sur les 306 suffirait pour rendre tout le système inutilisable et la sécurité de l'ensemble est prouvée par le fait que le système fonctionne encore sans dérangement après dix ans de service continu.

L'expérience britannique sur les répéteurs bi-directionnels pour eaux peu profondes a été mise à profit pour prolonger le câble principal de Terre-Neuve au territoire canadien au moyen d'un câble unique muni de répéteurs pour 60 circuits de 4 kHz de largeur de bande, le supplément de capacité étant utilisé pour le trafic national du Canada.

L'inauguration du premier câble transatlantique en 1956 a marqué le début d'une ère nouvelle dans les communications mondiales. La mise en service de circuits disponibles en permanence et exempts de perturbations atmosphériques a provoqué une croissance rapide du trafic téléphonique, qui a presque doublé au cours de la première année d'exploitation et a entraîné la saturation, pendant l'heure chargée, de tous les circuits.

D'autres câbles devaient être posés. Le câble TAT-2 mis en service en 1959 entre les États-Unis et l'Europe continentale est une réplique du TAT-1 avec cette différence que son point d'atterrissage européen est en France. Ce nouveau moyen de communication a, une fois de plus, accéléré les demandes. La saturation a été atteinte au bout d'un an d'exploitation, ce qui a nécessité la réduction à 3 kHz de la largeur de bande et l'application du TASI.

Les avantages économiques procurés par l'emploi de répéteurs bidirectionnels sur un seul câble avaient été clairement reconnus dès le début des projets de systèmes de grande longueur. La seule raison qui interdisait leur emploi était le problème de pose par grand fond d'un répéteur rigide épissuré à un câble armé. La solution a été fournie par le câble léger inventé par le GPO [8].

Dans ce nouveau câble, l'élément qui fournit la résistance mécanique se trouve au centre; il est antigiratoire du fait de son mode de construction. Le conducteur intérieur est en cuivre et le conducteur extérieur en aluminium; l'enveloppe est en polyéthylène car l'armature de fils d'acier n'est pas nécessaire pour protéger le câble dans les grands fonds.

La réalisation de ce câble ainsi que la mise au point d'un nouvel outillage de pose de câbles — machine à cinq tambours avec gorges en V conçue par le GPO ou machine de tirage rectiligne du type chenille conçue par l'ATT — ont permis de surmonter les difficultés principales de la pose de répéteurs rigides bidirectionnels.

Il est alors devenu possible de réaliser des systèmes à un seul câble de grande capacité et, en 1961, le premier système de câble, de fabrication entièrement britannique (CANTAT), a été posé entre le Canada et l'Écosse [8]. Les répéteurs ont été fabriqués par la STC et le câble fournit 80 circuits espacés de 3 kHz.

La mise en service du câble CANTAT a porté à 248 le nombre des circuits téléphoniques transatlantiques. En 1962, un système à 24 circuits entre l'Écosse et Terre-Neuve via l'Islande et le Groenland a été mis à la disposition de l'Organisation internationale de l'aviation civile [9].

Le système TAT-3 avec répéteurs immergés à 128 circuits conçus par le Bell System a été posé en 1963 et relie directement les États-Unis au Royaume-Uni, évitant ainsi les dangers de coupure du câble par les chalutiers dans les parages de Terre-Neuve [10].

Le système TAT-4 qui, depuis septembre 1965, relie les États-Unis à la France porte à 528 le nombre total de circuits des câbles transatlantiques. Il sera possible d'accroître

encore le nombre des circuits des câbles CANTAT, TAT-3 et TAT-4 par utilisation du TASI.

2.2 Le câble du Commonwealth

2.2.1 Système COMPAC

En 1958, les gouvernements des pays du Commonwealth britannique ont proposé de poser un système de câbles faisant le tour du monde. Le câble devait être le nouveau câble léger muni des répéteurs immergés qui avaient déjà fait leurs preuves sur le câble CANTAT, le premier maillon du système.

Le projet de liaison entre l'Australie, la Nouvelle-Zélande et le Canada fut alors mis à exécution et le système Commonwealth-Pacific (COMPAC) a été achevé en 1964. Il relie Vancouver aux îles Hawaii (pour interconnection avec le réseau de câbles américains) et se prolonge jusqu'à Auckland et Sydney en passant par les îles Fidji [11].

Le répéteur du système a un gain de 55 dB à 608 kHz; il est capable d'amplifier une bande utile de 240 kHz sans aucun des sens de transmission et comprend un dispositif de supervision incorporé. L'espacement entre répéteurs est de 26,3 milles marins lorsque ces répéteurs sont insérés sur le câble léger de 25,15 mm du type GPO (Mark I).

Le plus long tronçon d'un seul tenant de ce câble est Hawaii-Fidji d'une longueur de 3073 milles marins (5700 km) avec 118 répéteurs. Pour l'alimentation des répéteurs d'un tronçon de cette longueur, des dispositifs d'alimentation en énergie sont nécessaires aux deux extrémités. La tension est de 2×6,3 kV avec un courant en ligne de 430 mA.

Les caractéristiques de transmission obtenues sur le système sont excellentes et le bruit moyen de circuit est inférieur à 1 pW/km de Londres à Sydney soit sur une distance atteignant 26 000 km.

2.2.2 Système SEACOM

L'achèvement de la pose du prolongement du câble du Commonwealth dans le Sud-Est asiatique (SEACOM) est prévu pour 1966. Les répéteurs normalisés à 80 circuits sont employés sur le tronçon Hong Kong-Jesselson-Singapour mis en service au début de 1965. Le câble de Hong Kong à Guam est également à 80 circuits, mais les tronçons Guam-Madang et Madang-Cairns comportent un type de répéteur à 160 circuits.

2.3 Les systèmes de câbles américains

En dehors des quatre systèmes transatlantiques déjà mentionnés, l'ATT a posé plusieurs systèmes de câbles dans la mer des Caraïbes et dans l'océan Pacifique.

Le système SB déjà employé avec succès sur le TAT-1 a été utilisé pour la création de circuits vers Hawaï, Porto Rico et l'Alaska.

Un nouveau répéteur rigide conçu par les Bell Laboratories et fournissant 128 circuits sur un seul câble non armé (système SD) a été mis à l'essai sur le trajet Floride Panama par la Jamaïque avant la pose du câble TAT-3. Par la suite, un système transpacifique a été posé entre les États-Unis et le Japon en passant par les îles Hawaï, Midway, Wake et Guam avec une dérivation vers les Philippines [10].

Le répéteur à 128 circuits du système SD a un gain de 50 dB à 1052 kHz. Il amplifie une bande utile de 414 kHz dans chaque sens de transmission et comporte des dispositifs de supervision du système.

L'espacement entre répéteurs est de 20 milles marins lorsque ces répéteurs sont insérés sur le câble léger de 25,4 mm des Bell Telephone Laboratories.

Près de 1000 répéteurs de ce type ont été posés entre le début de 1963 et l'été de 1965. Les caractéristiques de transmission obtenues sur le système sont très haute qualité.

En liaison avec un câble transatlantique et les artères continentales du Canada et des Etats-Unis, ces câbles réunissent maintenant les capitales européennes au Japon sur des distances de l'ordre de 13 800 milles marins en fournissant des circuits dont la qualité est souvent meilleure que celles des conversations locales.

Le plus grand tronçon d'un seul tenant est celui qui relie les Etats-Unis à la France. Sa longueur est de 3784 milles marins avec 200 répéteurs immergés qui nécessitent un courant en ligne de 389 mA sous une tension approximative de 3000 V par 1000 milles marins.

2.4 Le réseau actuel de câbles sous-marins

La remarque la plus importante que l'on puisse faire en comparant le développement des câbles sous-marins télégraphiques à celui des câbles téléphoniques est que tous deux sont similaires. Les motifs du développement des câbles téléphoniques sont également évidents si l'on examine la répartition des téléphones dans le monde, qui présente une concentration très marquée en Amérique du Nord et en Europe occidentale. L'importance de la densité téléphonique est suivie d'ailleurs par celle des échanges commerciaux, des relations politiques et des affinités technologiques.

Le standard de vie et le revenu national brut par tête d'habi-

tant ont évidemment une influence considérable sur la rapidité de création de nouveaux moyens de communications mondiales; il est cependant hors de doute que, si le financement pouvait être assuré par des tiers, les liaisons par câbles seraient bénéficiaires et constitueraient des investissements très sûrs.

En utilisant pour le calcul les prix de communication et les tarifs de location en vigueur, les câbles sous-marins évalués à leur prix et à leur contenance actuelle assurent au capital investi un intérêt annuel d'environ 15 %. En tenant compte des intérêts composés, le capital avancé est remboursé en moins de cinq ans, ce qui représente assurément un placement très avantageux. Plusieurs systèmes de câbles actuellement en exploitation seront même remboursés dans un délai plus court. La répartition du revenu d'exploitation entre le propriétaire du câble et l'exploitant des télécommunications, telle qu'elle se pratique actuellement, laisse à ce dernier la moitié du bénéfice brut.

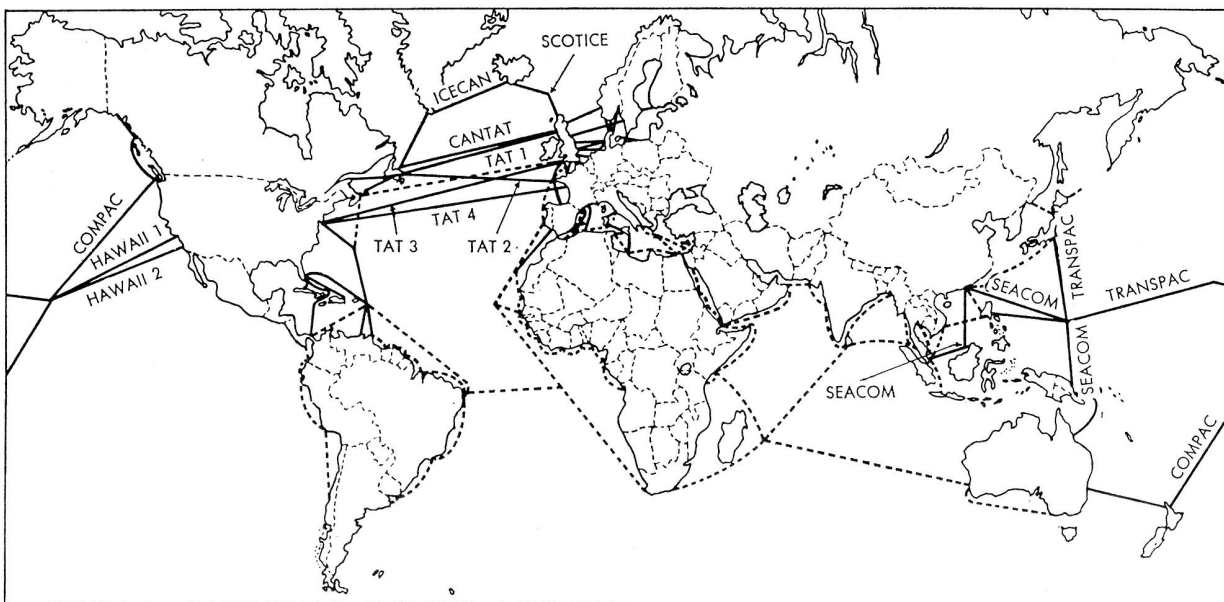
3. L'extension du réseau de câbles de communications

La figure 3 ci-après montre ce que pourrait être le réseau de câbles sous-marins à la fin de la prochaine décennie. Plusieurs des tronçons de câbles représentés sont à l'étude depuis déjà quelque temps et, pour certains, les projets ou les travaux préliminaires sont déjà très avancés [2].

3.1 Accroissement du trafic

Le trafic mondial des télécommunications est en augmentation constante depuis 1946 et l'amélioration des liaisons radio par ondes courtes a permis un accroissement annuel moyen d'environ 10 % des communications outre-mer (au-delà de l'Europe) au départ du Royaume-Uni. L'accroissement du trafic mondial, où les Etats-Unis viennent en tête, est un peu supérieur et atteint environ 13 %.

(Suite dans le prochain numéro)



— bestehend - actuel - - - - - geplant - projeté

Réseau de câbles sous-marins prévu pour l'année 1980