LE CRYPTOPHONE

Le système de surveillance automatique à distance d'un endroit déterminé, en employant des appareils acoustiques spéciaux placés sous terre ou dans l'eau, a été proposé pour la première fois en **1883**, par le **commandant R.Henry,** et ensuite lieutenant-colonel de l'état-major du génie, qui a donné à l'ensemble de ses procédés le nom de cryptophonie et a appelé **cryptophones** les appareils qu'il a inventés pour réaliser son système .

L'ensemble de ces appareils comprend :
1° Les transmetteurs locaux ou cryptophones, en nombre quelconque, placés dans les endroits que l'on veut observer .
Chaque poste transmet teur se compose d'un ***interrupteur spécial*** destiné à provoquer l'attention et d'un ***microphone*** qui permet d'analyser les bruits que l'on perçoit;
2° Les récepteurs placés au poste d'observation ou cryplophonoscopes .
Ils se composent d'appels, sonneries ou voyants, actionnés par les interrupteurs, et de téléphones qui permettent d'écouter attentivement et d'analyser les bruits recueillis pa un transmetteur local déterminé .

Les premières expériences de cryptophonie ont été faites par le commandant Henry, aux abords du Mont-Valérien, en avant des glacis de la lunette de Rueil, sur différents chemins conduisant du fort au village de Rueil et en divers points de la campagne distants du fort de 500, 600, 1000 et 2500 mètres .
Le poste central d'écoute était placé dans le chemin couvert et relié avec les points à surveiller par des fils télégraphiques aboutissant à des cryptophones enterrés à 0,60 m. ou 1 mètre dans le sol .
Les premiers cryptophones, établis à 1500 mètres environ des glacis, au-dessous de l'axe du chemin qui descend à Rueil, étaient au nombre de trois . Ils comprenaient chacun un microphone Hugues, monté dans une boite en sapin à côté d'un trépidateur dont la pointe, très mobile, frappait sur une plaque métallique . La boite en sapin était elle-même renfermée dans un tube en poterie qui traversait le chemin comme un caniveau, de manière à recevoir les bruits venant d'une certaine distance .

Ce premier dispositif, expérimenté pendant plusieurs jours, donna des résultats remarquables .
Ainsi, on fit passer successivement sur le chemin de Rueil :
1° Un groupe de six hommes à pied;
2° Trois hommes conduisant des brouettes;
3° Six hommes à cheval;
4° Deux voitures, l'une à un cheval, l'autre à deux chevaux .
L'observateur, placé au poste central, était averti par une sonnerie du passage des hommes ou des voitures à l'aplomb de chacun des trois cryptophones, distants l'un de l'autre de 20 mètres et pouvait facilement distinguer le sens de la marche, ainsi que sa vitesse, par les indications que donnaient successivement les appareils .
Il pouvait parfaitement, à l'aide des téléphones, entendre le bruit des pas des hommes s'approchant ou s'éloignant, et distinguer le bruit produit par les pas des chevaux de celui que provoquaient les piétons .
Quant aux bruits produits par le passage des voitures, ils étaient perçus sur une longueur totale d'environ 100 mètres et on pouvait distinguer sans difficulté le sens de la marche du convoi . Il est inutile d'insister sur les avantages qu'on pourrait retirer de pareilles indications dans les opérations militaires .
Aussi, à la suite de ces premières expériences, auxquelles avaient assisté différents officiers et ingénieurs, le commandant Henry fut autorisé à faire construire des appareils plus portatifs et plus perfectionnés afin d'appliquer la cryptophonie à diverses hypothèses de la guerre de siège et de campagne . Cet officier supérieur remit un mémoire contenant ses propositions .
Malheureusement on dut ajourner l'exécution, faute des crédits nécessaires .

Deux ans plus tard, en 1886
Le commandant Henry reprit l'étude pratique des cryptophones; il parvint à faire construire, avec le concours de M. Berthon, directeur de la Société générale des téléphones, des appareils très portatifs qui ont été mis en expérience en 1887 et 1888, et ont donné des résultats encore supérieurs aux premiers, puisqu'ils ont pu avertir des bruits qui se produisaient sur une route, dans une rue ou dans l'intérieur d'une maison, et ont permis de les analyser à une distance de 8 ou 10 kilomètres .

Ces expériences ont été peu remarquées au début, mais on comprend aujourd'hui toute l'importance de ces procédés et les services que peut rendre la cryptophonie, non seulement dans l'armée et dans la marine, mais aussi dans les administrations civiles et sur les paquebots transatlantiques . Dans les premières expériences il avait fallu mettre les piles auprès du transmetteur, ce qui était assez gênant .
En outre, les premiers trépidateurs construits par MM. Henry et Berthon se composaient d'un levier équilibré, suspendu à la face supérieure de la boîte qui le contenait par une lame métallique flexible et communiquant avec le fil de ligne . Il portait à l'une de ses extrémités, sur une tige filetée, un contre poids mobile dont la position devait être réglée au moment de la pose, afin d'assurer une légère pression à l'extrémité opposée du levier contre une plaque de contact mise à la terre . Sous l'influence des vibrations ou des trépidations produites dans le voisinage de l'appareil, le levier oscillait et provoquait ainsi, par des interruptions de courant, l'éveil du poste central .
Cet appareil était très sensible, mais il nécessitait un réglage spécial chaque fois qu'on le plaçait dans une nouvelle position . Ce réglage, très minutieux, demandait l'intervention d'une personne compétente, et comme un même transmetteur doit pouvoir être transporté rapidement d'un point à un autre sans qu'on ait à vérifier son réglage, les inventeurs recoururent à la dis position suivante (fig .1) .

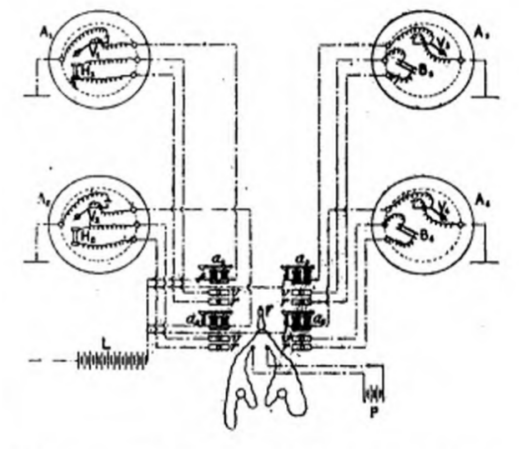


Fig. 1. — Installation d'un poste cryptophonique.

Le poste d'observation comprend un tableau indicateur muni d'autant d'annonciateurs a qu'il y a de vibrateurs A, et de conjoncteurs rv qu'il y a de microphones F ou B .
L'un des pôles de la pile L est mis à la terre et l'autre pôle est relié à tous les électros a . Chaque électro communique par un fil de ligne au support de l'interrupteur correspondant A et, par celui-ci, à la terre, lorsque l'appareil ne vibre pas . En temps ordinaire, toutes les armatures des annonciateurs sont donc maintenues attirées, mais lorsqu'un ébranlement a provoqué l'interruption du contact en A, le courant cesse de passer dans l'annonciateur correspondant, et l'observateur est averti par la chute du voyant et par le tintement d'une sonnerie .
Il introduit alors la fiche F à double fil entre les plaques du conjoncteur correspondant rv, et peut écouter dans les téléphones R les bruits transmis par le microphone II ou B .
Pour obtenir un vibrateur d'un transport facile et ne nécessitant pas un réglage spécial dans chaque position, MM . Henry et Berthon ont eu recours à une suspension à la Cardan . L'appareil est alors réglé une fois pour toutes, lors de sa construction; il peut être ensuite placé dans un endroit quelconque, sans qu'il soit nécessaire de procéder à un nouveau réglage .

La figure 2 représente l'appareil ainsi disposé .

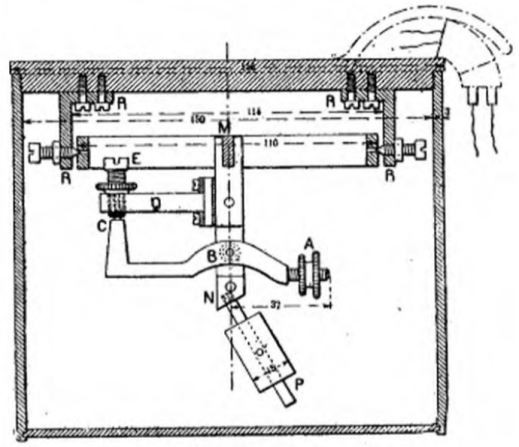


Fig. 2. — Cryptophone de campagne.

Le levier A B C, dont la queue filetée porte le contrepoids A, oscille sur deux couteaux B, qui portent sur deux cavités ménagées dans les montants M N . Son extrémité C bute contre la vis E, qui est portée sur la branche horizontale Q . Cette dernière est montée sur les tiges verticales MN, dont elle est isolée par l'interposition d'une feuille d'ébonite . Un contrepoids P permet d'équilibrer le poids de cette pièce Q . Le tout est fixé par une suspension à la Cardan, dans une boîte qui contient également le microphone .
Cette boîte est boulonnée sous une plateforme composée de quelques madriers d'une certaine longueur, afin de donner plus de stabilité au système et aussi pour augmenter son champ d'action . Cette plateforme est d'ailleurs complètement dissimulée .
Le mode de suspension et de réglage permet d'obtenir une sensibilité excessivement grande, telle, par exemple, que le trottinement d'une souris dans une pièce où l'appareil est fixé suffit à produire un appel . En manœuvrant convenablement les contrepoids A et P, ainsi que la vis E, on peut obtenir la sensibilité que l'on désire .

Comme nous l'avons dit plus haut, le commandant Henry avait inventé la cryptophonie pour les besoins du service militaire, mais cette invention se prête admirablement aux applications les plus variées: la surveillance des propriétés, des appartements qui ne sont pas habités; l'enregistrement méthodique des bruits souterrains naturels qui se produisent dans les mines, au fond des puits, dans les cavités ou les fissures profondes du sol, et des vibrations dé terminées par les tremblements de terre; le contrôle du passage et de la rapidité des trains de chemins de fer dans les tunnels, sur les ponts métalliques ou aux passages à niveau .
Pour la surveillance, dans un but de sécurité, d'une partie d'une ville, les inventeurs ont proposé une combinaison analogue à celle qui est adoptée en Angleterre pour la protection des appartements et des coffres-forts.
Tous les avertisseurs sont reliés à un poste de police dans un ordre déterminé, en sorte qu'un voleur pénétrant dans un local mis en surveillance signale lui-même, sans s'en douter, sa présence au poste de police le plus voisin ; le chef de ce poste peut, à l'aide des téléphones, constater la nature des bruits et, partant, le nombre approximatif des voleurs, ainsi que le genre d'opérations aux quelles ils se livrent .
On pourrait, en installant des cryptophones dans des maisons en construction ou dans des terrains vagues, repaires ordinaires des malfaiteurs, faire des « rafles » faciles et sûres, au lieu d'avoir recours à des recherches de police lentes et coûteuses .

Mais il est une autre application de la cryptophonie sur laquelle nous voulons insister d'une façon particulière, en raison des services très grands qu'elle peut rendre, c'est la cryptophonie sous-marine .

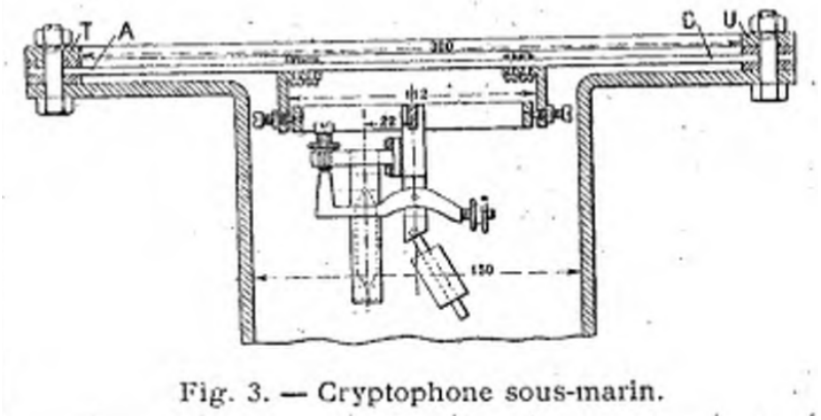


Fig. 3. — Cryptophone sous-marin.

L'appareil combiné dans ce but par les inventeurs et expérimenté sous le patronage du contre-amiral Gervais ne diffère que très peu de celui que nous venons de décrire et qui se prête merveilleusement à cette nouvelle application : il comporte un diaphragme métallique A B, tendu sur une couronne T U, boulonnée elle-même sur une boîte en bronze ou en métal quel conque qui contient le vibrateur et le microphone .
Cette boîte métallique se prolonge à sa partie inférieure par un tube ou corps de pompe ou vert par le bas, mais étanche dans toutes les autres parties . Dans ce corps de pompe peut se mouvoir à frottement doux un piston, dont le rôle est de permettre l'équilibre des pressions intérieure et extérieure par son déplacement pendant l'immersion, tout en évitant aux organes supérieurs le contact de l'eau ou de l'air humide .
On a soin avant l'immersion de placer le piston au bas du tube .
Les pressions étant ainsi équilibrées, le diaphragme conserve sa forme plane et son maximum de sensibilité .
L'appareil peut être muni de plusieurs diaphragmes avec avertisseurs correspondant à six, huit ou dix directions différentes, suivant des azimuts donnés et repérés d'avance sur un cadran placé au poste d'observation .
Un annonciateur qui est déclenché dans l'un des secteurs du cadran indique à l'observateur la direction d'où provient le bruit ou le choc qui a actionné l'appareil .
On peut aussi, avec trois appareils placés à quelques centaines de mètres de distance, relever par recoupements la trajectoire que suit un navire dont on entend le battement de l'hélice dans le cryptophone,
Sur la proposition du commandant Henry, des expériences ont été entreprises dans les rades de Brest et de Cherbourg; elles ont permis de constater que les battements réguliers de l'hélice d'un navire s'approchant ou s'éloignant de l'entrée du port sont aisément perçus à une distance de 1500 mètres à 2 kilomètres .
Des conversations télégraphiques peuvent être entretenues entre le navire et le port, au moyen de coups convenablement espacés .
Les essais ont été interrompus momentanément, mais il y a lieu d'espérer qu'ils seront bientôt repris, en raison de leur importance .
Le cryptophone sous-marin constitue en effet un précieux instrument de surveillance pour la navigation .
Placé à bord d'un cuirassé, il peut avertir de l'approche d'un torpilleur et donner la direction dans laquelle vient ce dernier; convenablement adapté aux navires, il permet, la nuit ou en temps de brouillard, de constater le voisinage d'un autre navire; on pourrait ainsi-prévenir les abordages en mer, dont le nombre et la gravité croissent en raison directe du développement de la navigation .
La sécurité des navires est au moins aussi importante que celle des chemins de fer, et L'on comprend que M . L'amiral Gervais ait pris l'ini tiative de mettre à profit l'invention du cryptophone, non seulement pour protéger nos ports et nos navires de guerre contre toute surprise, mais aussi pour augmenter la sécurité de la marche des grands paquebots .
Avec quatre appareils dont l'installation ne coûterait pas plus de 1500 à 2000 francs, on pourra sauvegarder des navires d'une valeur de plus de 10 millions dont l'abordage loin

des côtes peut entraîner la perte, corps et biens .

Le cryptophone de sécurité Henry se compose d'une boite étanche boulonnée à l'avant du navire, à quelques mètres au-dessus de la ligne de flottaison et renfermant les organes que nous avons décrits plus haut .
Une plaque vibrante en acier reçoit les bruits venant d'une direction donnée par l'intermédiaire de l'eau de mer qui transmet les sons très nettement à de grandes distai bruits sont écoutés à bord par un veilleur de nuit qui peut ainsi reconnaitre à chaque instant les chocs produits, soit à l'avant du navire, soit à bâbord, soit à tribord, pai battement régulier et très perceptible de l'hélice d'un navire qui s'appro che du paquebot dans la direction perpendiculaire à la plaque vibrante de l'appareil .
Le capitaine est ainsi prévenu à 2 ou 3 kilomètres de distance de l'approche d'un autre navire et, par suite, a tout le temps de faire les manœuvres nécessaires pour éviter la catastrophe de L'abordage .

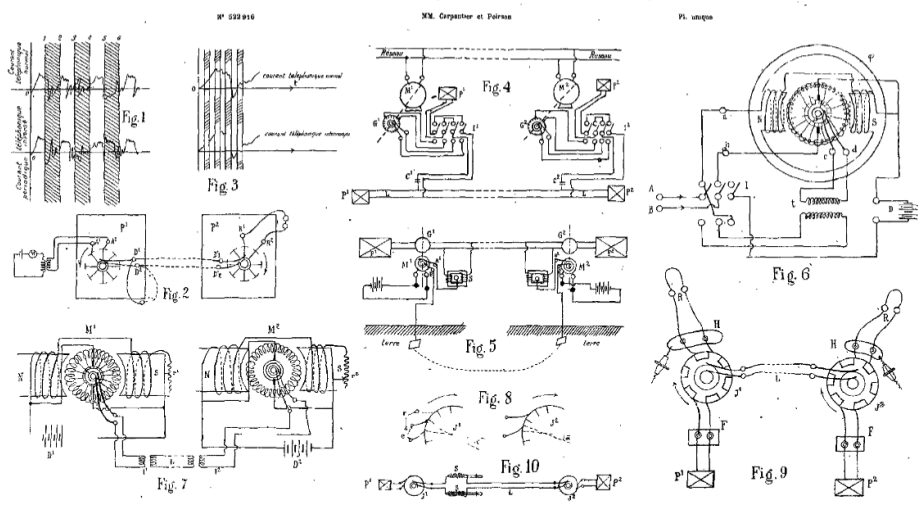
L'idée de crypter les conversations téléphoniques suit son chemin ...

A L'EXPOSITION UNIVERSELLE DE 1889 A PARIS.
— Le **cryptophone**, mis au point par Henry et Berthon et exposé dans les locaux du ministère de la Guerre français, a pour but de permettre à une personne de surveiller discrètement un bâtiment ou une zone éloignés. Son fonctionnement repose sur la détection des vibrations ou des secousses du sol ou des murs d'un bâtiment provoquées par un objet en mouvement. Les cryptophones proprement dits se composent de contacts sensibles reliés à des microphones et installés aux emplacements concernés. Le cryptophonoscope est une sorte d'indicateur de signalisation situé au poste de réception, auquel les microphones sont reliés par des fils distincts. Toute vibration captée par un microphone déclenche une alarme et fait basculer un volet indicateur sur l'appareil correspondant. Grâce à des écouteurs téléphoniques, le surveillant peut alors identifier la nature des bruits. Ce dispositif trouve principalement des applications militaires.

CHRONIQUE vu dans "La Nature" de 1889
Tremblement de terre du 26 mai 1889 aux îles Philippines.
— Dans la nuit du 25 au 26 mai dernier, à 2 h. 25 m. du matin, la population de Manille a été réveillée par une très violente secousse de tremblement de terre, la plus forte qui y ait été ressentie depuis le tremblement de terre de 1880, qui a détruit la ville presque entièrement. A la suite de cette catastrophe, les maisons nouvelles ont été construites en matériaux légers, de sorte que cette fois, malgré la durée et l'intensité de la secousse, les dégâts matériels sont relativement peu importants, et, comme accidents de personnes, on ne signale que deux Chinois tués. Dans la ville murée, tous les bâtiments en pierre qui existent encore ont été plus ou moins lézardés; plusieurs églises sont sérieusement endommagées. Le phénomène s'est annoncé par un bruit sourd, semblable à une canonnade d'abord éloignée, puis se rapprochant rapidement. La durée totale des secousses a été de 80 secondes. D'après le sismographe du P. Cecchi, en service à l'Observatoire de Manille, la direction générale du mouvement a été sensiblement 0.-E., les oscillations ayant une amplitude de 5° à 6°.
Le **cryptophone**, appareil construit à Paris pour la Société générale des téléphones, sur les plans du P. Faura, directeur de l'Observatoire de Manille, a permis de constater des détonations souterraines d'une grande intensité, non seulement pendant la secousse, mais encore dans la soirée du 26 mai et le lendemain. Il résulte d'une enquête faite par M. Fradin, consul de France à Manille, que les pertes subies par nos nationaux sont insignifiantes.

1919 Le Cryptophone CARPENTIER :
Jules Carpentier (30 août 1851 - 30 juin 1921) était un ancien élève de la prestigieuse École Polytechnique de Palaiseau, en banlieue parisienne.
En 1878, il racheta les ateliers Ruhmkorff à Paris et en fit une entreprise florissante spécialisée dans la fabrication d'appareils électriques et magnétiques Au fil des années, Carpentier déposa de nombreux brevets, principalement dans les domaines de la photographie, du cinéma et de la télégraphie.
En février 1919, Carpentier déposa un brevet pour un dispositif de téléphonie sécurisée, utilisant un commutateur motorisé pour inverser le courant d'un signal audio 3 340 fois par seconde. Cette technique, également appelée hachage, introduit des bandes latérales dans le spectre de fréquences – dont l'une est inversée – et correspond en quelque sorte à la mécanique d'un mélangeur électronique en anneau à diodes. L'inversion du spectre de fréquences audio est aussi appelée inversion vocale .

Le 8 février 1919 est délivré le **Brevet 522.916** Principe et procédés pour assurer l'établissement de ***conversations téléphoniques secrètes*** et dispositifs é1ectmques en permettant la mise en œuvre pratique (en pdf). de CARPENTIER et POIRSON. (publié le 9 août 1921).
L'objet de ce brevet est un principe permettant de dénaturer en quelque sorte, en les déformant, les courants téléphoniques, rendant inintelligible toute conversation qui pourrait être captée sur la tigne pendant son échange et de reconstituer cette conversation au poste d'arrivée, seul appelé à en bénéficier.



Procédé permettant l'établissement de conversations téléphoniques secrètes, par la déformation des courants téléphoniques au moyen de coupures ou d'inversions pénochques d'une fréquence appropriée, ct la reconstitution ou le redressement du courant dans le poste récepteur, au moyen de moteurs marchant à chacun des postes avec un synchronisme absolu.

Vu dans la presse " L'ELECTRICITE" SÉANCE DU 28 JUILLET 1919
COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES
— Sur un procédé de téléphonie secrète.
Note (Séance du 7 juillet 1919).) de M. E. Poirson, présentée par M.J. Carpentier.
Observations ayant conduit au principe du procédé .
— Un courant téléphonique, issu d'un transformateur téléphonique peut être déformé systématiquement, par un moyen mécanique, et sans superposition d'aucun courant électrique extérieur. On peut lui faire subir soit des interruptions périodiques, soit des inversions périodiques régulières. Si l'on écoute dans un téléphone le courant téléphonicque ainsi modifié, voici ce qu'on observe :

a) Interruptions périodiques de durée égale à celle des non-interruptions.
Le tableau suivant indique l'impression produite.
Nombre d'interruptions par seconde ..... observation
de 0 à 125..... voix très altérée, rocailleuse. On comprend mal.
135 à 170 .....Voix moins alléiée, on comprend mieux.
210 à 270 .....Voix très altérée, hachée. on comprend mal
290 à 500 .....Voix redevient meilleure, on comprend mieux.

400 à 1500 ..... Voix très hachée. presque incompréhensible.
2000 à 2500 et au-dessus. . . A partir- de 2000 périodes, la voix n'est plus hachée; la parole passe nette et claire.
Plus le temps d'interruption est court par rapport au temps de non interruption, moins la parole est altérée.

b) Immersions périodiques. — Si, au moyen d'un commutateur tournant, on inverse périodiquement le courant téléphonique suivant le schéma ci-après (fig1), on proc modification de sa composition harmonique d'autant plus profonde que la fréquence d'inversions est plus élevée. La parole devient tout à fait inintelligible, on entend parler, mais comme une langue étrangère et bizarre.

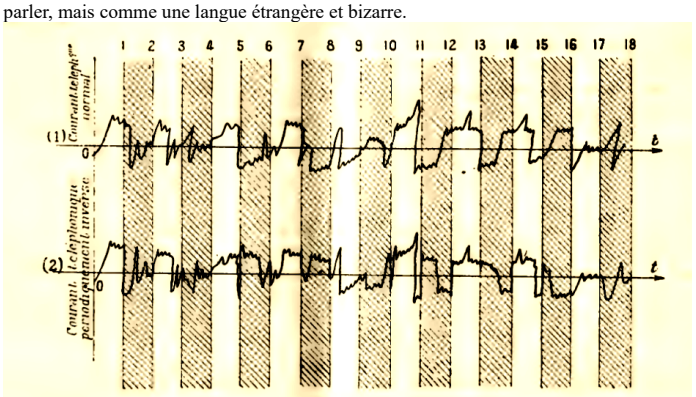


Fig. 1. — Oscillogrammes représentant :
(1) Un courant téléphonique normal. — (2) Un courant téléphonique périodiquement inversé

Le Tableau suivant indique l'impression produite.
Nombre d'inversions par seconde..... Observations.
0 à 100 ..... Parole compréhensible, mais comme enrhumée fortement.
100 à 170 .....Parole compréhensible, moins enrhumée.
200 à 250 .....Parole compréhensible, redevient plus altérée.
250 à 300 .....Parole compréhensible, redevient meilleure.
300 à 600 .....Parole peu compréhensible; la déformation augmente.
600 à 1000 .....Parole incompréhensible ; mai il s'y superpose comme une voix soufflée, qui elle est compréhensible.
1050 à 2500 et au-dessus. .....A partir de 1050, la parole est tout à fait inintelligible,quel que soit la fréquence.
Remarques curieuses. — Si l'on siffle un air de musique, il est rendu faux et déformé.
Le phénomène d'inversion est réversible ; par exemple, à 3340 inversions par seconde, le mot allô devient ôya si l'on prononce ôya on entend nettement allô. On démontre qu'il doit en être ainsi.
Reconstitution du courant téléphonique primitif.
— Le courant téléphonique inversé peut être redressé, à l'aide d'un commutateur identique à celui qui l'avait inversé, et l'on vérifie que ce courant téléphonique ainsi reconstitué dans son ordre normal reproduit intelligiblement la parole, nettement et sans altération.
Pour cela, il faut : 1° que le synchronisme existe entre l'appareil inverseur et l'appareil redresseur; 2° que les deux appareils inversent en même temps (marche en phase)

Dans la revue "La science et la vie" de Mars 1921
L'article : POUR ASSURER LE SECRET DES COMMUNICATIONS TÉLÉPHONIQUES Par L.-D. FOURCAULT
Article bien plus complet.

On a cherché de différents côtés, depuis que le téléphone est d'usage courant, à en assurer, d'une manière certaine, le secret. Tous ceux qui font usage du téléphone ont journellement la preuve de l'indiscrétion notoire de ce mode de communication dont l'insécurité constitue, d'ailleurs, une gêne réelle pour certaines affaires, même commerciales ou financières, et il existe des exemples de manœuvres par des fuites téléphoniques.
Les postes d'écoute des centraux téléphoniques, établis pour la surveillance des employés, prouvent bien l'extrême facilité qu'il y a à surprendre toutes sortes de conversations sans que les intéressés puissent s'en douter.
Acceptée comme une sujétion inévitable pour les services ordinaires, cette insécurité présente de grands dangers en cas de guerre, alors que les armées modernes ont besoin de développer à l'extrême les communications téléphoniques entre leurs différents échelons et leurs divers services.
La guerre de tranchées a fait ressortir encore davantage ce grave défaut du système : sans doute, il n'était pas à craindre ici que l'ennemi vienne brancher ses appareils écouteurs sur les fils. Une telle manœuvre aurait été d'autant plus difficile que, pour les mettre hors d'atteinte des projectiles, les fils furent, dès l'origine, installés dans les tranchées elles-mêmes.
Un moyen plus simple d'intercepter les communications fut mis en œuvre : des amplificateurs, ampoules spéciales déjà utilisées pour la T. P. S. permettaient de surprendre à distance les communications téléphoniques, sans même avoir à se déranger. Il suffisait pour cela d'établir un réseau de prises de terre espacées et reliées à l'amplificateur, méthode discrète et pratique utilisée couramment aussi bien de notre côté que chez nos adversaires. (article développé dans la page Ecoutes Téléphoniques)
Ce procédé fut, d'ailleurs, contrebattu au moyen de ses propres armes, puisque, vers la lin des hostilités, le lieutenant Bailly, du 8e génie, expérimenta avec succès un téléphone rendu secret par ces mêmes amplificateurs. Mais ce dernier procédé, basé sur l'usage de courants trop faibles pour pouvoir être décollés à distance, n'est, par suite, pas applicable aux circuits de grande longueur.
Il fallait donc trouver autre chose.
Un appareil, basé sur les observations curieuses que nous allons décrire, a été réalisé également, vers la fin de la guerre, par la radiotélégraphie militaire. L'inventeur du procédé, M. Poirson, l'a expérimenté sur de grandes distances, et si cet appareil est arrivé trop tard pour concourir à la victoire des alliés, son principe est susceptible d'applications intéressantes, puisqu'il parait résoudre le problème de la téléphonie secrète.
L'étude des courants électriques, même de faible importance comme ceux utilisés en téléphonie, est très facilitée par l'emploi d'appareils oscillographes, dont le stylet encré trace sur une bande de papier les moindres variations du courant. Ainsi, les tracés de la figure 1 de l'article précédent, représentent deux oscillogrammes d'un courant téléphonique, dont les variations sont causées par les modulations de la parole agissant sur le microphone de l'appareil téléphonique. Ce tracé accidenté représente donc la voix avec son timbre, ses inflexions, etc...
Si l'on entreprend de déformer, mécaniquement et d'une façon régulière, le courant téléphonique, on altérera évidemment la transmission de la parole. Ainsi le tracé inférieur de la figure 1 représente la même conversation que le tracé supérieur, mais la transmission est ici altérée en inversant périodiquement, aux instants marqués par les parallèles 1, 2. 3, 1. etc., le courant téléphonique ordinaire. Les intervalles hachures représentent les inversions, comme il est très facile de s'en rendre compte en examinant attentivement les deux tracés.
On pourrait croire que l'altération de la voix perçue au récepteur est exactement fonction de la durée des inversions, c'est-à-dire de leur fréquence
à la seconde. Il n'en est pas ainsi, comme nous allons le voir, car la voix comporte des harmoniques principaux. accompagnés d'harmoniques secondaires, de fréquences déterminées, comprises dans la gamme musicale .

La déformation est donc réellement et sûrement fonction de la fréquence des inversions relativement à ces fréquences de la voix.
Les observations faites aux diverses fréquences ont donné les curieuses constatations suivantes.
N représentant le nombre d'inversions du courant par seconde :
- N 50 Parole compréhensible, mais comme fortement enrhumée.
- 170 Parole compréhensible, moins enrhumée.
- 210 Parole compréhensible, redevient plus altérée.
- 270 Parole compréhensible, s'améliore à nouveau.
- 340 La parole s'altère.
- 160 La déformation augmente, mais le rhume disparait.

- 630 La parole devient incompréhensible.
- 670 à 750Parole incompréhensible, mais il s'y à superpose comme une voix soufflée qui, elle, est compréhensible.
- 1.040 Parole incompréhensible, quelques rares syllabes seulement passent.

Au-dessus d'une fréquence de 1.050 inversions par seconde, la parole devient complètement inintelligible ; on entend toujours parler, mais comme en une langue étrangère et bizarre. La voix chantée rend l'impression d'un harmonium plus ou moins discordant.

Un air sifflé dans le téléphone est rendu faux et déformé à tel point que si le siffleur entend en même temps au récepteur, il lui devient absolument impossible de siffle quels que soient ses efforts !

Mais ce qui permet l'utilisation de ces phénomènes d'inversion, c'est qu'ils sont réversibles. Ainsi, par exemple. à 3.340 inversions par seconde, le mot « allô » est entendu à peu près comme « oya ». Si l'on imite ce son en prononçant oya dans le téléphone, on entend assez distinctement, du côté inverse, le met primitif allô ».

C'est ce phénomène que M. Poirson a utilisé pour réaliser un procédé de téléphonie secrète, applicable aux lignes et appareils existants. Comme il est représenté schématiquement par la figure. 2, un petit moteur entraine des inverseurs tournants par lesquels passe le courant téléphonique.

Celui-ci se trouve donc déformé dans le premier inverseur et redressé dans le second.

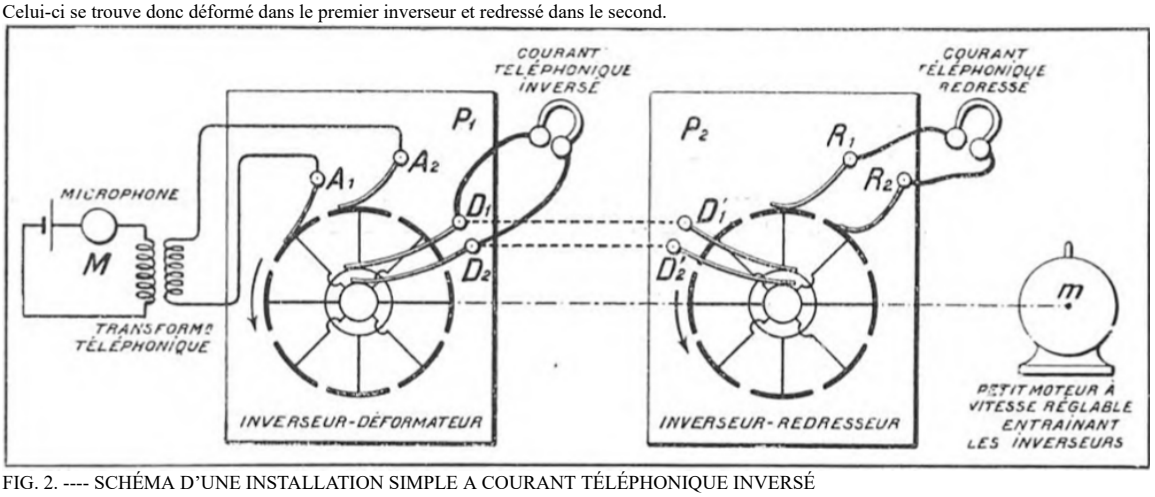


FIG. 2. ---- SCHÉMA D'UNE INSTALLATION SIMPLE A COURANT TÉLÉPHONIQUE INVERSÉ

Le courant, modifié dans le microphone transmetteur M, passe du transformateur habituel dans l'inverseur déformateur P., par les balais A, et Ay. JI est repris, inversé, par les frotteurs D, el U2. et est transmis par la ligne à l inverseur-redresseur P2. Un petit moteur à vitesse réglable m entraîne à chacun des deux postes les inverseurs à la même vitesse.

Il est facile de comprendre que les deux postes ne pourront communiquer en langage intelligible que si les deux inverseurs sont rigoureusement accordés, les inversions se produisant rigoureusement en même temps et à la même fréquence. Toute indiscrétion est ainsi rendue impossible, puisque, dans la ligne elle-même, il ne passe plus qu'une conversation absolument inintelligible.

Toutefois, cette marche en synchronisme de deux appareils, souvent très éloignés, et reliés seulement par un circuit téléphonique, constituait un problème d'autant plus délicat qu'il s'agissait de réaliser des postes portatifs aussi peu encombrants que possible.

Ce problème fut résolu après une série d'essais minutieux, qui aboutirent à la réalisation du poste sous la forme d'une petite boîte très portative, comme le montrent nos figures.

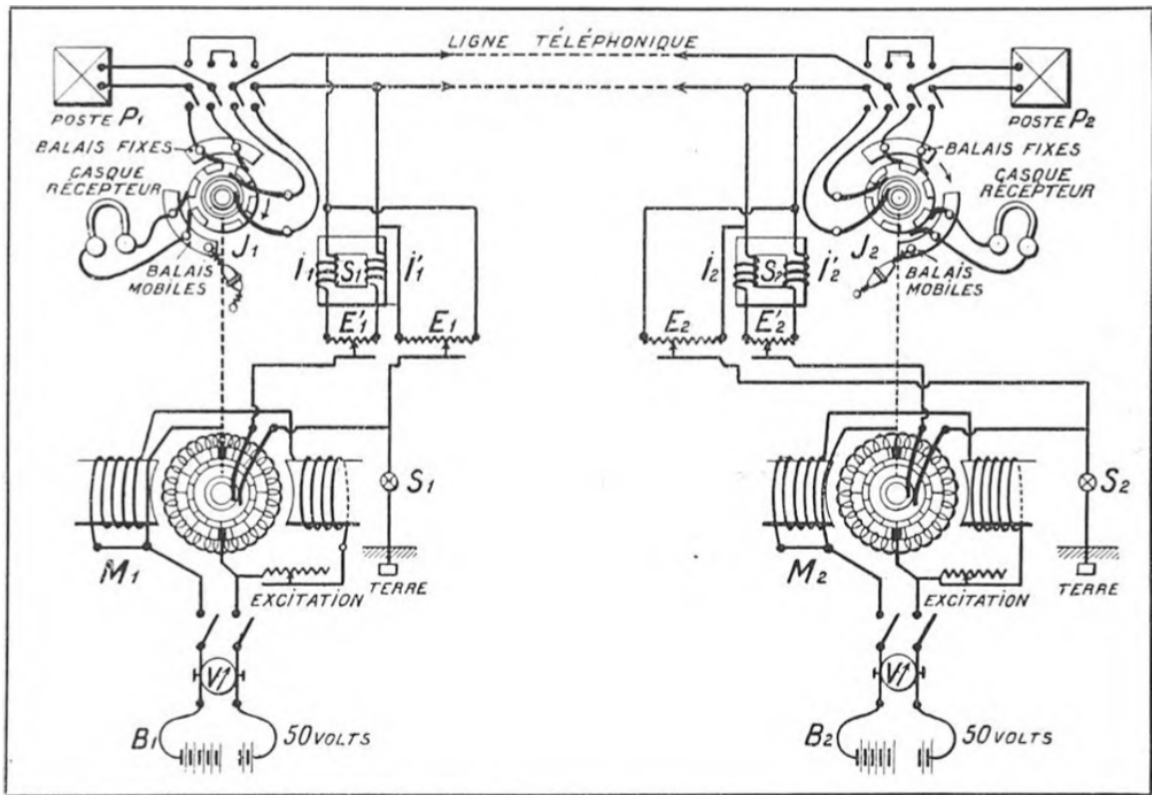


FIG. 3. — SCHIÉMA D'UNE INSTALLATION DE TÉLÉPHONIE SECRÈTE A DEUX POSTES

Les moteurs M, et Ma sont actionnés par des batteries d'accumulateurs à 30 volts. Les contacts inverseurs sont figurés en I, et 1. Des bobines de self-induction S, et S2 permettent d'accorder les deux moteurs ci synchronisme, par l'action des bobines de réglage E, E'T E. 1'2.

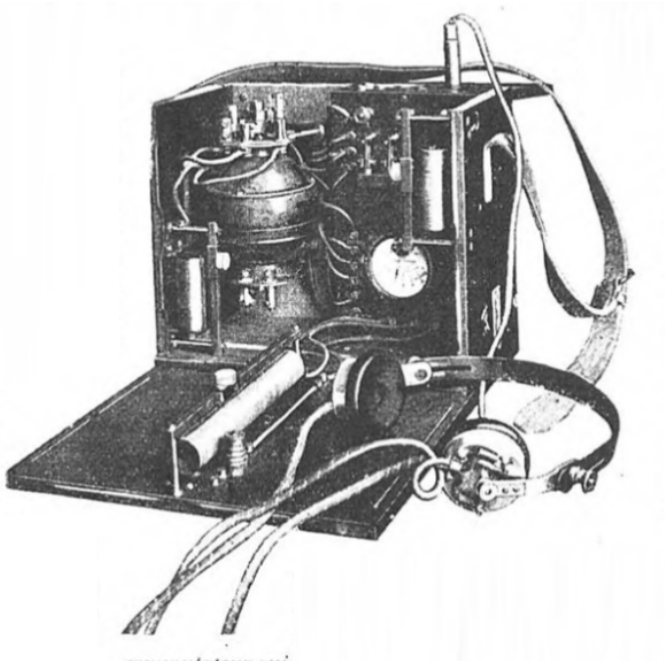


FIG 4 On voit, à gauche, le petit moteur commutateur qui inverse à la transmission et redresse à la réception. La transmission se fait au moyen d'un poste téléphonique ordinaire.

Nous n'entrerons pas ici dans le détail de la réalisation électrique de la marche en synchronisme, dont le schéma de la page 3 donne un aperçu. Les deux petits moteurs chargés d'entraîner les inverseurs ont été transformés en commutatrices, et fonctionnent par suite comme deux alternateurs couplés en parallèle. On sait que de telles machines s'accrochent au synchronisme, c'est-à-dire qu'une fois lancées à la même vitesse, elles sont, en quelque sorte, solidaires d'un même courant, ll en résulte qu'elles se maintiennent automatiquement à la même vitesse, tout comme si elles étaient accouplées mécaniquement par un même arbre. De la sorte, quelle que soit la distance qui les sépare, nos deux minuscules moteurs, après quelques oscillations à la mise en route, se mettent en synchronisme, ce qui permet alors la conversation téléphonique.
Des réglages accessoires sont faits, en pratique, mais ils sont nécessités plutôt par suite des inégalités qui existent le plus souvent entre les deux fils de la ligne téléphonique, ou par des pertes et fuites sur ces fils.
La ligne téléphonique sert, en effet, en même temps, de conducteur aux courants de synchronisation ces moteurs, l'autre conducteur de ces courants étant la terre. Pour que ces courants ne soient pas perçus au téléphone, il faut les équilibrer exactement dans le circuit téléphonique, d'où la néessité de bobines de réglage sur chacun des postes.
Des essais ont été effectués pendant deux mois sur des lignes téléphoniques de long parcours, depuis Chantilly-Paris (40 kilomètres) jusqu'à Paris-Bordeaux (620 kilomètres). Ces essais ont tous été faits avec succès, et l'on a vérifié qu'il était impossible, en cours de route, de comprendre la conversation échangée. Qu'on se hâte donc d'appliquer le système au réseau général.

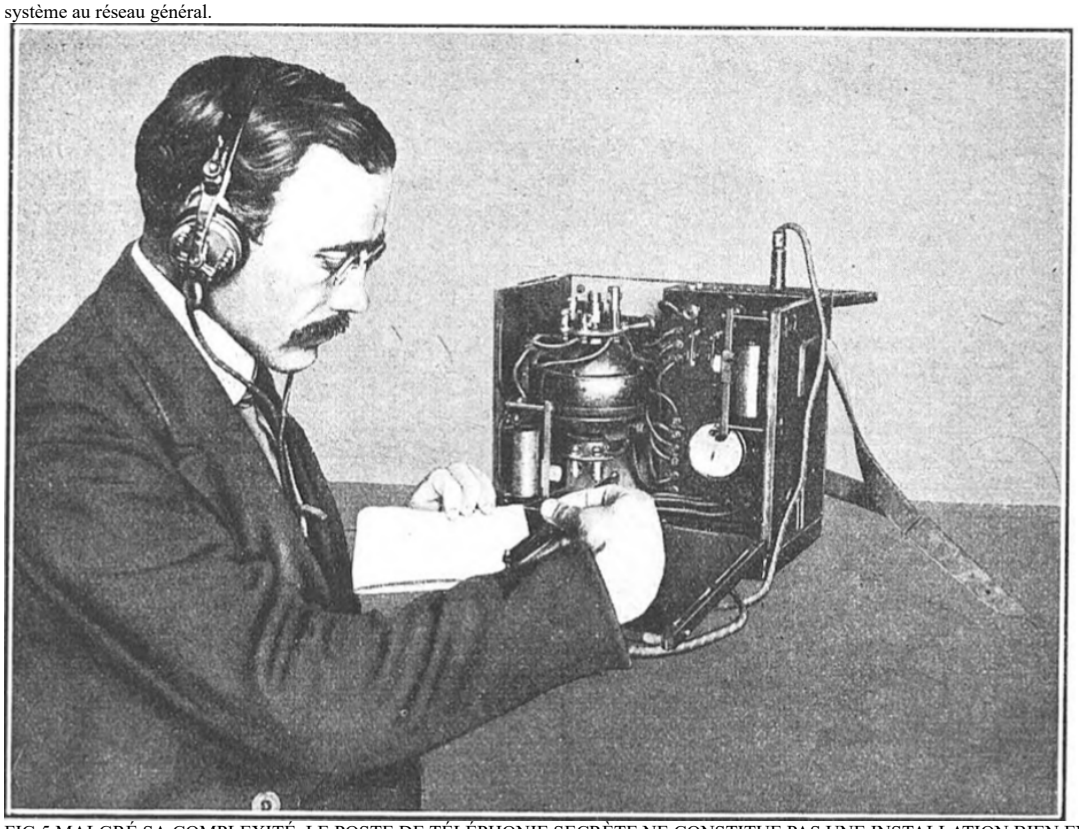


FIG 5 MALGRÉ SA COMPLEXITÉ, LE POSTE DE TÉLÉPHONIE SECRÈTE NE CONSTITUE PAS UNE INSTALLATION BIEN ENCOMBRANTE .
Tous les organes sont contenus dans cette boite, qui se referme pour le transport. L'opérateur règle l'accord au moyen du curseur de la bobine, jusqu'à ce qu'il perçoive nettement la conversation .

L.-D. FOURCAULT.

Application à la téléphonie secrète. « Le Cryptophone ».

Ce système a été imaginé et mis au point par M. **Émile Poirson**, en 1917-1918, dans les services de la Radiotélégraphie militaires.
M. Émile Poirson, ingénieur-électricien, ex-préparateur à l'Institut électrotechnique de Grenoble, est l'auteur de travaux ayant reçu ou susceptibles

de recevoir d'importantes applications industrielles, dont la construction est actuellement confiée aux Établissements **Carpentier**
M. Poirson, a imaginé pendant la guerre un système de téléphonie secrète,
Il a été expérimenté avec succès sur les lignes de l'arrière, en présence de M. Montoriol, Inspecteur des P. T. T., à des distances croissantes : Paris-Chantilly; Chantilly-Amiens; Paris-Chartres-Le Mans-Saint-Brieuc; Paris-Bordeaux.
Ce dispositif a fait l'objet d'une communication à l'Académie des Sciences, par M. J. Carpentier, en 1919. Il a été décrit en détail dans les Annales des P. T. T. en 191
fait l'objet d'une communication à la Société française des Électriciens, par l'auteur, en avril 1920, avec insertion dans son Bullelin (n° 88).
Le Prix Carré décerné sur la proposition du Comité des Arts économiques, a été attribué en 1925, à M. Emile Poirson pour ses travaux d'électricité, notamment sur la téléphonie secrète. Ce prix consiste en une médaille de bronze doré et une somme de 1.000 fr.

— Ces propriétés ont été appliquées à la réalisation d'un appareil de téléphonie secrète, dénommé cryptophone. Cette réalisation a été faite à la **Radiotélégraphie** militaire, sous la direction du général Ferrié.
Il comporte un commutateur-inverseur adjoint à chaque poste téléphonique; cet appareil inversant les courants normaux émis, ou redressant les courants inversés reçus, la conversation peut s'établir dans les deux sens, et les courants téléphoniques sont inintelligibles tout le long de la ligne de transmission; on a donc bien la téléphonie secrète.
1° La condition de synchronisme entre les deux commutateurs éloignés est obtenue à l'aide de petits moteurs à courant continu, transformés en commutatrices monophasées et couplés par leurs bagues alternatives. Ils s'accrochent au synchronisme parfait, sans balancements, et les courants de synchronisation sont extrêmement faibles (1 milliampère). La liaison de synchronisation peut alors être très résistante (synchronisation à très grandes distances). On utilise les fis téléphoniques eux-mêmes, avec la terre, pour constituer le circuit de synchronisation (circuit fantôme).
Chacun des petits moteurs M1, M2 est actionné par sa batterie locale, et la ligne n'a à transporter que des courants de synchronisation, très faibles. L'accrochage est automatique; une petite lampe sur le fil de terre, à chaque poste, rend visible l'accrochage au synchronisme, par la cessation des battements qui se produisent d'abord.
2° Le réglage, à la phase convenable, du redressement des courants téléphoniques inversés, est obtenu, à chaque poste, au moyen d'un organe permettant de régler le calage des balais sur le commutateur-inverseur-redresseur. Le réglage expérimental, à l'oreille, tient compte du déphasage introduit par les constantes électriques du circuit.
Expériences réalisées. — De nombreuses expériences ont été faites, avec succès, sur longs circuits, tels que : Paris-Chantilly, Chantilly-Amiens, Chartres-Le Mans, Chartres-Saint-Brieuc, Chartres-Bordeaux, jusqu'à 600 km de distance.
On peut prévoir d'utiles applications, militaires ou privées, du cryptophone, ainsi que du dispositif de télésynchronisation qui y est employé.

...

1930 L'Administration télégraphique néerlandaise effectue présentement des essais en matière de radiotéléphonie secrète entre les Pays-Bas et les Indes néerlandaises. Les premières expériences doivent avoir été couronnées de succès. Le service technique de l'administration précitée aurait réussi à réaliser un dispositif permettant de rendre totalement inintelligible la parole prononcée. A la station d'arrivée, la voix est transformée dans une forme compréhensible.
Il s'agit ici d'un système automatique dont l'emploi a l'avantage de ne pas apporter aux installations et appareils existants des modifications importantes. Les expériences continuent.
...

Le premier avril 1935 a été confié au centre le nouveau service radiotéléphonique avec la Tripolitaine, service qui utilise un émetteur de téléphonie secrète d'environ 1 kW antenne (60 % de modulation) installé à Tripoli. Les ondes utilisées sont de 9460 kc/s (31,71 m) du côté Tripoli et de 8515 kc/s (35,23 m) du côté Coltano; l'horaire provisoire des communications est de 1000 à 1200 et de 1700 à 1900 h TMG.

...

La crytophonie téléphonique est une technique de brouillage du message téléphonique, destiné à éviter qu'une personne captant la conversation puisse la comprendre.

2020 Les "cryptophones d'aujourd'hui" : sont des téléphones ultra-protégés.
Qu'est-ce qu'un téléphone PGP ("Pretty Good Privacy"), aussi appelé ***cryptophone*** et à quoi sert-il ?
Lorsque vous utilisez un téléphone normal, vos communications ne sont pas cryptées. Cela signifie que des tiers, comme la police, peuvent y avoir accès assez facilement dans le respect de la loi qui encadre la vie privée.
Pour mieux protéger vos conversations, il existe des applications cryptées comme WhatsApp, mais le téléphone en tant qu'objet reste vulnérable et pourrait être attaqué par un virus conçu pour détecter tout ce qui se passe à l'intérieur de l'appareil. Face à ces faiblesses, des entreprises comme Sky ECC ou Encrochat ont décidé de vendre des téléphones classiques mais plus sûrs. Pour cela, il faut les rendre plus simples. C'est-à-dire qu'on retire la caméra, le micro interne ou le GPS, et toutes les applications non indispensables et qui affaiblissent la sécurité de l'appareil. On peut aussi créer un serveur spécifique sur lequel seuls les appels avec ce cryptophone peuvent être passés.

En 2021 La police belge a démantelé plusieurs organisations criminelles en déchiffrant les informations de millions de cryptophones. Des téléphones hyper-sécurisés qui peuvent parfois poser de gros problèmes.
Le 9 mars, la plus grande opération policière jamais organisée en Belgique avait lieu. Au total, 48 personnes ont été arrêtées, 14 millions de tonnes de cocaïnes ont été interceptées et plus d'1,2 million d'euros ont été saisis. Et cela grâce… au craquage de cryptophones de la marque Sky ECC par les autorités belges qui ont réussi à déchiffrer environ 500 millions de messages, dont certains impliquant des activités criminelles.

C'est tout à fait légal. Comme il est légal d'avoir une discussion privée dans une forêt pour ne pas être entendu. Il faut savoir qu'il n'y a pas que des criminels qui utilisent ces téléphones. C'est aussi le cas de politiques, de journalistes ou de lanceurs d'alertes. En revanche, ce qui est illégal, c'est de vendre un produit à une personne dont on sait qu'elle va l'utiliser à des fins criminelles. Dans l'affaire Sky ECC, il est bien possible qu'il y ait une faute.

Comment les services de police belge ont réussi à infiltrer ces téléphones si protégés ?
On ne le sait pas encore car ces informations sont très protégées. Ce que l'on sait en revanche, c'est que ces systèmes peuvent être hackés mais qu'il faut beaucoup d'argent et de temps pour le faire. Les systèmes de sécurisation sont très complexes, avec des millions de lignes de codes. Mais il y a toujours des erreurs. Pour entrer dans ces téléphones il faut trouver cette faille. Une erreur de chiffrement par exemple. Il peut également y avoir un problème lorsque l'on crypte des téléphones classiques, comme des iPhone, des Samsungs ou autres. Ils peuvent être mal configurés et laisser une place à des organisations tiers pour s'y infiltrer. Ici, la police belge a réussi.

Les criminels vont trouver d'autres outils, d'autres marques pour continuer leurs activités. Et au vu du coût de ces téléphones et des abonnements (entre 800 et 2.200 euros par an) d'autres entreprises ne vont pas hésiter à proposer des services toujours plus sécurisés. Cela peut rapporter beaucoup d'argent. Et plus il y aura de marques différentes, plus il y aura de lignes de code à déchiffrer et plus cela sera difficile à gérer. En revanche, cela va encourager les autorités publiques à investir davantage dans le hacking de ces téléphones pour démanteler d'autres réseaux criminels.

Les messageries chiffrées

Dans un monde numérique où nos conversations les plus privées transitent par des réseaux mondiaux, les messageries chiffrées promettent de protéger nos échanges contre les regards indiscrets. Mais derrière ces promesses de confidentialité se cachent des nuances importantes que tout utilisateur averti devrait connaître.
À l'heure où fuites de données et surveillance massive font la une des journaux, protéger ses communications numériques représente un enjeu essentiel. WhatsApp, Signal, Telegram... Ces applications séduisent par leur promesse apparemment simple : vos messages ne peuvent être lus que par vous et leur destinataire. Mais cette protection est-elle véritablement infaillible ?

Comment fonctionne le chiffrement de bout en bout
Le chiffrement de bout en bout constitue aujourd'hui la référence en matière de sécurité des communications. Son principe est simple : votre message est transformé en code chiffré avant même de quitter votre appareil. Seul le téléphone du destinataire possède la clé permettant de le déchiffrer. Ainsi, même l'entreprise gérant l'application ne peut théoriquement pas accéder au contenu de vos conversations.
Cette technologie utilise un système de clés publiques et privées garantissant que vos messages restent indéchiffrables durant leur transport. Les serveurs transmettent simplement ces données codées sans jamais pouvoir en comprendre le contenu.

Chiffrer et non crypter : une nuance importante

En français, la distinction entre « **chiffrer** » et « **crypter** » est significative. Le terme « chiffrer » désigne l'action de transformer un message en code secret avec l'intention de pouvoir le déchiffrer ultérieurement. À l'inverse, « crypter » supposerait que l'on code un message sans prévoir de moyen pour le décoder, ce qui serait contre-productif pour une messagerie. L'ANSSI considère d'ailleurs le terme « cryptage » comme incorrect dans ce contexte. Retenons donc qu'on chiffre un message pour qu'il puisse être déchiffré par son destinataire légitime.

Comparatif des principales messageries
La plateforme Signal est souvent citée pour son approche radicale de la confidentialité. Cette application open source minimise la collecte de métadonnées et propose un protocole de chiffrement réputé pour sa robustesse. Cependant, contrairement à une idée répandue, l'ANSSI ne recommande pas explicitement Signal pour les échanges sensibles en contexte professionnel ou gouvernemental. Bien que reconnaissant ses qualités techniques et son protocole éprouvé, l'agence souligne qu'aucune messagerie grand public ne garantit une confidentialité totale. Une circulaire gouvernementale française a même demandé aux ministres de privilégier des solutions spécifiquement auditées par l'ANSSI, comme l'application française Olvid, qui présente l'avantage de ne pas nécessiter de numéro de téléphone et qui est certifiée par l'ANSSI.

- WhatsApp, bien que proposant un chiffrement de bout en bout basé sur le protocole Signal, appartient à Meta (Facebook). L'application collecte davantage de métadonnées et les partage au sein de l'écosystème Meta, soulevant des questions sur la confidentialité réelle offerte.
- L'application Telegram, quant à elle, n'active pas le chiffrement de bout en bout par défaut. Seuls les « chats secrets » bénéficient de cette protection, ce qui crée une confusion fréquente chez les utilisateurs pensant que toutes leurs conversations sont sécurisées.

Les critères essentiels pour choisir sa messagerie
Pour identifier l'application la plus fiable, renseignez vous pour savoir si le code source de celle-ci est ouvert (open source). Régulièrement audité par des experts indépendants, cette transparence au niveau du code constitue un gage de sérieux.
Examinez ensuite la politique de collecte de données des plateformes en question (ici l'exemple de WhatsApp). Même avec un chiffrement performant, certaines applications recueillent des métadonnées précieuses pour établir votre profil d'utilisateur.
Méfiez-vous des messageries proposant des sauvegardes dans le cloud sans chiffrement adéquat, créant ainsi un point de vulnérabilité majeur.

Renforcer sa sécurité au quotidien
Au-delà du choix de l'application, quelques gestes simples renforcent considérablement votre sécurité.
L'authentification à deux facteurs
Activez systématiquement l'authentification à deux facteurs quand elle est disponible. Cette fonctionnalité ajoute une couche de protection empêchant l'accès à votre compte, même en cas de compromission de votre mot de passe, comme le conseille l'ANSSI dans son guide sur l'authentification multifacteur.
La clé de chiffrement
Les applications de messagerie comme Signal ou WhatsApp utilisent une clé de chiffrement unique par contact pour garantir que seuls vous et votre interlocuteur pouvez lire les messages.
Dans les paramètres de la conversation, la fonction "Chiffrement" vous permet de partager un QR code ou un code alphanumérique. Si elle correspond bien entre vos deux téléphones, vous êtes assuré de parler à la bonne personne.
Les messages éphémères
Paramétrez la disparition automatique des messages après lecture pour les conversations sensibles, dans les options de votre conversation, limitant ainsi la durée pendant laquelle vos échanges peuvent être compromis.

Dans ce paysage complexe, aucune solution n'offre une sécurité absolue.
Le chiffrement de bout en bout représente une avancée majeure, mais reste tributaire de nombreux facteurs. Il faut donc adopter une approche globale de sa sécurité numérique, combinant outils techniques et vigilance personnelle.