

Contes télégraphiques

par M.T. Benhabiles, Pr

François Arago (1786–1853) a écrit : “Ceux qui découvrent un fait en sciences de l’observation doivent s’attendre, premièrement à ce que sa validité soit déniée, ensuite son importance et son utilité contestées, alors des documents obscures, insignifiants et jamais remarqués, afflueront en masses pour preuve évidente que la découverte n’est pas nouvelle”

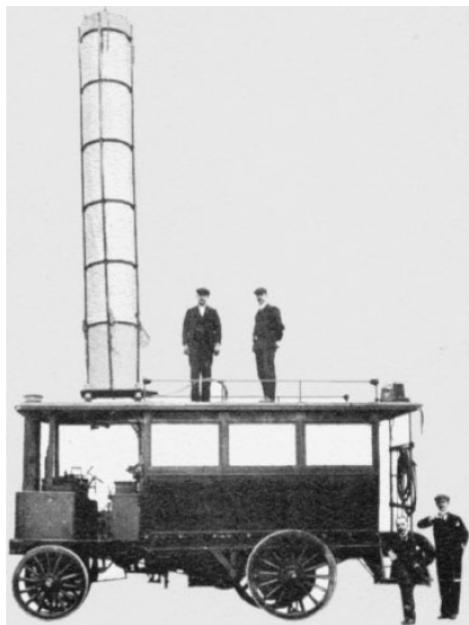
Un monsieur, admiratif devant son iphone en main, me pose la question “*qui est l’inventeur du téléphone mobile ?*“ comme si l’appareil était inventé en l’absence de toute son infrastructure globale, et comme si la réponse pouvait être du genre “*Watt a inventé la machine à vapeur*“. J’ai jugé qu’un iphone est la confluence de trois siècles de cumul de sciences, et j’ai répondu “*je l’ignore*“.

L’inventeur du téléphone mobile, dans son principe et ses grandes lignes, c’est Guglielmo Marconi (1874–1937), le père du télégraphe sans fil (TSF). En 1901, avant même l’existence du mot *télécommunication*, il équipe une voiture automobile à vapeur d’un émetteur-récepteur radio pouvant pour nécessité communiquer avec les stations TSF terrestres dans la bande des MHz, une antenne cylindrique de 5 mètre posée sur le toit verticalement ou horizontalement selon la station en liaison.

Suivent l’armée US, les compagnies ferroviaires et maritimes, l’aviation civile, qui déployèrent un tas de systèmes radio vocaux à la disposition des passagers. Avant la fin des années 1920s, les voitures radio étaient accessibles au grand public aux Etats-Unis. C’est la période où est fondée la firme Motorola spécialisée dans le radiotéléphone pour automobiles. En 1946, la ville de St. Louis, Missouri, offre le Domestic Public Land Mobile Radio Service (DPLMRS) équipé par Bell System.

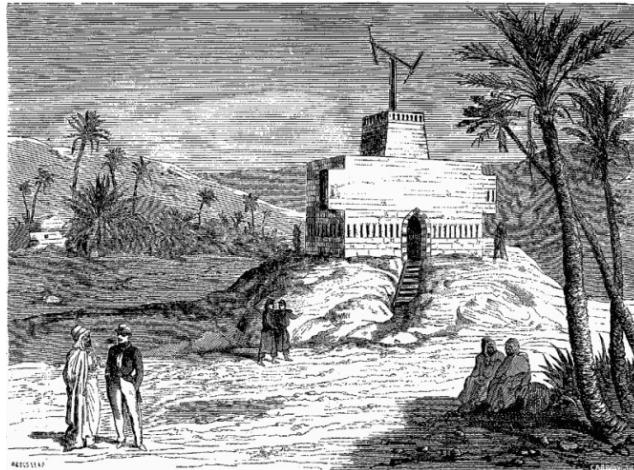
figures suivantes : *à gauche* : la voiture TSF de Marconi,

à droite : un aéroplane US équipé d’un TSF durant la première guerre mondiale.



Le mot *télécommunication* a été créé en 1904 par Edouard Estaunie (1862–1942, Directeur de l’Ecole Supérieure des Postes et Télégraphes de France, membre de l’Académie Française) pour le titre de son livre *Traité pratique de télécommunication électrique (télégraphie-téléphonie)*, dans lequel il écrit : “j’ai été forcé d’ajouter un nouveau mot à un glossaire déjà trop long de l’avis de plusieurs électriques. J’espère qu’ils me pardonneront. Les mots naissent dans les nouvelles sciences comme les pousses au printemps. Nous devons nous y résigner, après tout le mal n’est pas grave car l’été qui suit prendra soin de tuer les pauvres sèmes”

Le 15 aout 1794 la France inaugure la première liaison étatique du télégraphe visuel des frères Chappe, Paris–Lille. La dernière station du réseau, long de 5000 km, a cessé son service en 1852. En Algérie, il a été installé en 1842 pour les besoins militaires, le réseau est achevé en 1853, un an après son abandon dans la métropole. Il continuera son service jusqu'en 1860, année où les premières lignes du télégraphe électrique apparaissent chez-nous. Le réseau Chappe d'Algérie est le dernier au monde à s'arrêter. Les tours de sémaphore construites en pierres dures n'ont jamais été démontées, on peut les voir aujourd'hui encore ça et là au sommet d'un monticule, adaptées à d'autres fonctions.



Aux Etats-Unis le télégraphe à bras était au service exclusif de l'état. Sur la côte Est il a prouvé une grande efficacité durant la guerre de 1812 contre le Royaume Uni. Les citoyens eux jouissaient d'un service sérieux de courrier postal par porteur. Samuel Morse était un artiste peintre. En février 1825 il était nommé à Washington pour peindre le portrait du général Lafayette. Il envoya une lettre à sa femme à New Haven, Connecticut, ignorant qu'elle était décédée deux jours avant, laissant trois enfants en bas âge. Le courrier Washington New-Haven mettait deux mois. Morse fut traumatisé et il pensa à un moyen rapide d'envoyer les messages à longue distance. Il l'a trouvé dans l'électricité qu'il s'est mis à apprendre en 1832 jusqu'à l'accomplissement de son télégraphe en 1838.

Samuel Morse expérimenta son télégraphe électrique le 24 mai 1844 sur une ligne de 64 km reliant Washington à Baltimore, il opta pour un câble enterré par rivalité avec le télégraphe britannique de Cooke et Wheatstone qui utilisait un câble aérien. La tranchée a été réalisée par un industriel sans instruction, Ezra Cornell (1807–1874) qui fondera en 1865 Ithaca Cornell University en revanche à son enfance ingrate qui ne lui a pas permis les études.

Pour protéger le câble de la corrosion, Morse adopta l'idée d'isolant électrique en vogue depuis que le physicien russe Ludovitch Schilling eut l'évidence en 1812^{*} que la terre est bonne conductrice. En fait, à cette époque même les câbles aériens étaient enveloppés par ignorance dans une matière isolante. Morse et ses associés bricolèrent une gaine précaire en coton imbiber de résine d'abeille, d'huile de lin, et d'asphalte. C'était un progrès par rapport aux gaines en cuir alors en usage. Au lancement de sa compagnie, Morse investira dans le câble aérien.

Six mois auparavant, un médecin Britannique vivant à Singapour, Dr. Montgomery, envoya à Londres de la gutta-percha, une substance laiteuse qui suinte de l'écorce de l'arbre du même nom qui ne pousse qu'en Malaisie et en Indonésie. Asséchée elle devient une matière rougeâtre flexible aux propriétés isolantes sans pareil. La gutta-parcha resta l'isolant électrique standard jusqu'en 1900. Cette substance est toujours d'actualité, irremplaçable pour les bâts de prothèse dentaire.

* Pour l'histoire, lors de la campagne russe de Napoléon, Schilling a conçu une technique ingénieuse pour détoner les explosifs à distance avec un courant électrique transporté par un câble enterré. Il a aussitôt compris que les câbles devaient être isolés et il les a peint avec du vernis.

Quant au récepteur électromagnétique du télégraphe breveté par Morse, l'invention revient à Joseph Henry, professeur à Princeton, un esprit universitaire pur immortalisé par l'unité MKS de l'inductance L , qui fera cette admirable déclaration :

"J'ai fabriqué en 1830 un électroaimant réunissant les conditions nécessaires pour un emploi pratique en télégraphie. J'ai décliné le brevet car je considère incompatible avec la dignité de la science de confiner les bénéfices pécuniaires qui pourraient en être acquis au profit exclusif d'un individu. L'attitude du savant est rabaisée quand il cherche l'infatuation au lieu de la vérité scientifique. Crédit est du à Mr Morse pour son alphabet et pour avoir porté le télégraphe à achèvement".

Il y a beaucoup d'intelligence dans le code Morse. Ainsi, plus une lettre est fréquente dans un texte anglais, plus son code est court, ce qui réduit la taille moyenne des messages. Il a été constaté que le code Morse se mémorise très facilement : un opérateur d'intelligence moyenne l'apprend par cœur et sans effort au bout de trois jours d'utilisation. Cet aspect qui était éventuellement intentionnel dans la conception du code, permet à l'opérateur de se passer rapidement du tableau de conversion code-lettres, et même de retranscrire un message en écoutant le bruit que fait le stylet au contact du papier.

Les compagnies de service facturaient les messages en nombre de lettres, ce qui a instauré un style dé rédaction qu'on appelle le *style télégraphique*. Quatre jours après le baptême de la ligne Baltimore-Washington, Morse envoya le message "BUTLER MADE COM IN FAV OF MAJ" que l'opérateur à la réception remit à la presse par "Butler made communication in favor of majority rule". L'humanité toute entière était émerveillée par le télégraphe. Un officier US a fait sauter des mines sous-marines avec un câble électrique, les journaux rapportèrent "*on a fait exploser les mines avec le télégraphe*".

figures ci-dessous, à gauche : L'hiver 1850, une tornade anéantit en une nuit les lignes télégraphiques de la compagnie Morse dans six états du sud. Les câbles étaient arrachés des poteaux plutôt que des poteaux tombés ou brisés.

à droite : Autre fléau à l'âge de raison du télégraphe aux Etats-Unis, l'infrastructure était la cible de nombreux actes de vandalisme comme l'atteste ce poster. Le télégraphe passait souvent par des zones déshéritées où les citoyens ne se gênaient pas d'abattre une ligne afin de récupérer le bois des poteaux et le fil métallique pour leurs besoins domestiques, ou juste parce que la ligne présente une nuisance quelconque à leur quotidien.



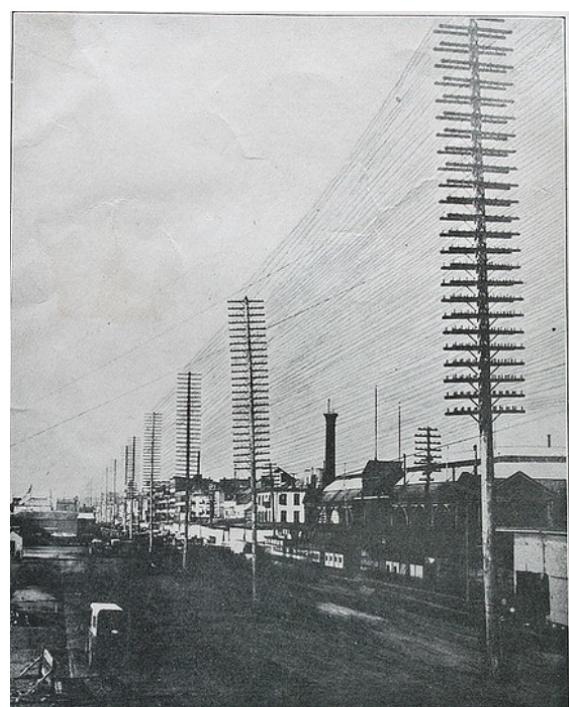
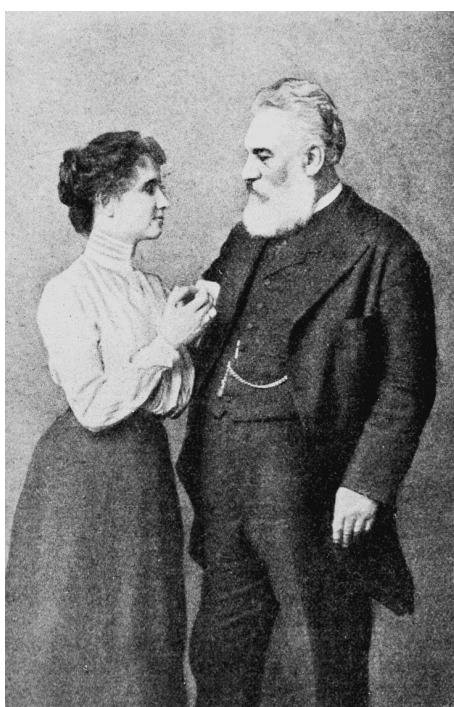
Durant la guerre de sécession (1861-1865) les nordistes mirent le télégraphe et son personnel sous l'autorité militaire. 25000 km de lignes furent ajoutées en quatre ans, dont certaines posées au sol arrivaient jusqu'au champ de bataille. Les ordres et les nouvelles des opérations, en général cryptés, étaient acheminés en toute sûreté. Tout en étant la cible de sabotages, le télégraphe fut une arme redoutable entre les mains des nordistes. Le gouvernement sudiste n'avait pas une stratégie du télégraphe. Le réseau sur son territoire, coupé du reste de l'union, a été confié à des entreprises néophytes privées qui n'ont pas établi de priorité entre correspondance militaire et prestation publique. Le télégraphe sudiste fut malgré ça l'objet de sabotages, et chaque fois qu'il leur était possible les opérateurs nordistes phagocytaient les lignes pour transmettre leurs propres messages.

Le grand père et le père d'Alexander Graham Bell étaient spécialistes en orthophonie. Lui-même s'est engagé dans cette voie. La famille a mis au point une écriture insolite appelée *parler visuel* pouvant retranscrire en plus de la parole tous les sons produits par la voix humaine, comme roter, ronfler ou bailler, et restituer les sons en lecture avec fidélité. Bell s'installe à Boston en 1871 où il acquiert une renommée de philanthrope en soignant des sourds-muets. La fameuse Helen Keller lui a dédicacé son autobiographie *The story of my life* "pour avoir enseigné aux sourds à parler". Les parents respectifs de deux filles qu'il soignait, Sanders et Hubbard, remarquant son intérêt pour la communication, lui financent la recherche à plein temps sur un télégraphe harmonique, qui consiste à transmettre plusieurs canaux sur une seule ligne, chaque canal sonne une note distincte au récepteur.

En mars 1875 Bell consulte Joseph Henry alors âgé de 78 ans, qui lui conseilla de laisser tomber le télégraphe harmonique et de se concentrer sur le téléphone, qui n'en est pas très différent. Trois mois après, Bell continuait à expérimenter son télégraphe harmonique. Lui travaillant sur le récepteur, son ami Watson sur l'émetteur à l'autre extrémité du fil dans un atelier séparé. Un ressort se bloqua dans son armature sur l'appareil de Watson qui, en essayant de le ressortir avec un tournevis, ne s'aperçoit pas d'un faux-contact qu'il a induit par inadvertance. Bell entendit dans le récepteur un bruitage incompréhensible qui n'était pas prévu dans l'expérience. Il se rua chez Watson et comprend qu'il avait entendu distinctement le *twiiiaang!!!!* du ressort qui s'est détendu en se débloquant, un vrai conte de fées. Le 7 mars 1876, jour de son 29^{ème} anniversaire, Bell obtient le brevet US "*Improvement in Telegraphy, transmitting vocal or other sounds*". Son téléphone fut la vedette scientifique à l'exposition du centenaire des Etats-Unis le 4 juillet suivant.

photos ci-dessous, *à gauche* : Bell avec Helen Keller, née aveugle sourde muette dans une famille influente de l'Alabama. On lui apprit tôt à communiquer par le toucher. A l'âge de treize ans, elle lisait des livres imprimés en relief qu'un publiciste de renom édитait spécialement pour elle. Elle écrivait à la machine, montait à cheval et à bicyclette, et nageait dans une piscine. Elle apprend à parler en palpant les lèvres des gens. On la confia alors à Bell qui lui apprend à écouter et à jouer au piano en ressentant les vibrations du son par la peau des bras. Une longue amitié la lia à Bell et elle lui vouera un véritable culte sans jamais invoquer le téléphone parmi ses vertus. Elle est admise à Harvard où elle suit le cursus normal et décroche le bachelor en littérature, et finit par une carrière politique au sein des démocrates. Helen Keller est une leçon de volonté et d'envie d'apprendre.

à droite : Bell Telephone Company est fondée en 1877. L'essor du téléphone fut fulgurant, en un clin d'œil il a remodelé le paysage urbain. Une vue de West Street à New York en 1887. Bell Telephone devenue AT&T est à l'heure actuelle la plus grande firme de télécommunications au monde.



Il y a un fait remarquable dans le développement du télégraphe et du téléphone des premiers temps, ces deux inventions qui ont édifié toute une civilisation sont basées sur des connaissances rudimentaires en théorie de l'électricité, relativement à ce qu'on en sait aujourd'hui. Une théorie exacte du télégraphe est apparue après l'état de fait pratique, et elle a progressé très lentement.

Avant l'invention de la pile de Volta en 1800, le seul moyen de produire de l'électricité était la friction d'une matière vitreuse comme l'ébonite, et ses applications n'étaient pas scientifiques mais foraines, comme certaines attractions impliquant l'électrocution volontaire. En 1820 Ampère définit le courant et la tension électriques, certains parlent de découverte, et en 1828 Ohm établit la relation entre les deux. Ampère, Faraday, Arago, Oersted et quelques autres établissent les lois des interactions électromécaniques entre courant électrique filaire, champ magnétique, et corps aimantés. En 1845 Kirchhoff crée une percée en publiant ses lois. Quand les premiers télégraphes commerciaux étaient opérationnels, il n'y avait pas plus que ça de connaissances scientifiques, et c'était plus qu'il n'en faut pour les faire marcher à perfection.

Le besoin d'une théorie rigoureuse du télégraphe s'est fait impératif avec les câbles sous-marins. Jusqu'en 1853 les premiers câbles de longueur limitée avaient réussi sans théorie, entre l'Angleterre et la France sous la Manche, entre la France et l'Italie, l'Italie et Istanbul par la Méditerranée, de là à Sébastopol par la Mer Noire pour la guerre de Crimée. C'est la première guerre dans l'histoire où il est fait usage du télégraphe électrique. Les ordres arrivaient instantanément de Londres à Sébastopol.

Alors est née l'ambition d'un câble entre l'Europe et l'Amérique. Un homme d'action exceptionnel, Cyrus W. Field, un ingénieur, organise en 1853 une compagnie Anglo-américaine pour un projet de câble sous-marin reliant l'Irlande au nord des Etats-Unis avec un fond de deux millions de Livres Sterlings fournis par la couronne. Les savants de la compagnie sont Morse, Faraday, et William Thomson Lord Kelvin. Le fond de l'Atlantique nord est un plateau ni trop profond ni trop haut, idéal pour la pose du câble. Le chantier dure cinq ans. Le 15 aout 1858 les deux bouts du câble furent connectés au réseau terrestre dans les deux continents. Un télégramme de la reine Victoria au président Buchanan et la réponse de celui-ci sont communiqués par la Maison Blanche au public trois jours après. Des liesses populaires qui n'en finissent pas sont organisées aux Etats-Unis. Ce télégraphe utilise un récepteur à galvanomètre qui indique le code Morse par la déflexion de son aiguille. Le signal détecté de part et d'autre est parait-il à peine perceptible, et n'arrive qu'à de très rares instants. On tient le public en euphorie pendant deux semaines et puis plus rien, le câble transatlantique de 1858 se tait à jamais.

Les observateurs crient à l'arnaque à très haut niveau. Il y en a même qui pensent que ce câble n'a jamais existé. La prestigieuse bijouterie New-Yorkaise Tiffany's a mis en vente au prix fort des bouts de ce câble incrustés de traces de fond marin, mais ça peut faire aussi partie du scénario.

Les scientifiques sont complètement déroutés. Aucune des issues techniques qu'ils envisagent ne semble porter ses fruits. Une ébauche de théorie du câble télégraphique a été publiée par Lord Kelvin en 1855. C'est de ce côté qu'il faut chercher. Sir Oliver Heaviside entreprend à partir de 1861 une analyse approfondie, qui ne sera finalisée qu'en 1885 comme modèle complet de la ligne de transmission électrique. Ce modèle révèle que le courant et la tension se propagent dans une ligne de transmission comme une onde de vibration atténuée proportionnellement à la distance parcourue. L'atténuation est totale quand la ligne dépasse trois milliers de kilomètres. La même année Maxwell prouve par des calculs qu'un champ électrique variable en temps, toujours accompagné d'un champ magnétique variable, se propage dans l'air libre à la vitesse de la lumière par un phénomène ondulatoire similaire, qui sera rapidement désigné par *ondes radio*. Ce sont deux facettes d'une même physique. L'évidence expérimentale de la doctrine de Maxwell est établie par Hertz en 1887.

La nouveauté de la chose alliée à son extravagance fera ironiser un quotidien Londonien à l'égard de Heaviside, Hertz, et consorts "maintenant ils attrapent les vagues et ils calculent leurs longueurs", l'onde est appelée *la vague* en anglais (wave).

Toujours est-il cette vague permet à Heaviside de préconiser clairement qu'en favorisant l'inductance linéaire équivalente dans le câble télégraphique, on peut réduire l'atténuation du courant électrique, et augmenter la portée utile d'un facteur 10.

C'est drôle que quelques années auparavant Heaviside avait écrit un pamphlet à l'intention de ses compatriotes anglais, dans lequel il leur reprochait leur trop-plein de théorie et les incitait à prendre de la graine sur leurs confrères américains qui font des inventions révolutionnaires sans trop de théorie ou pas du tout, il pensait surtout à Thomas Edison.

En 1861 le télégraphe allait tout droit dans une impasse et c'est la théorie de Heaviside qui l'a sauvé.

1861 c'est la guerre de sécession américaine. Dès les premiers jours du conflit, les deux belligérants ont joué un jeu trouble d'alliances et contre-alliances avec l'Angleterre, et cette dernière s'est vue mise dans une position dangereuse. Son gouvernement juge qu'avec un échange d'information instantané entre les deux pays tout incident serait évité. Et le câble transatlantique est remis sur rail.

C'est Cyrus W. Field qui, toute honte bue, reprend en charge la même compagnie anglo-américaine de 1853 avec les mêmes hommes et les mêmes autorités scientifiques, cette fois-ci bénéficiant d'un recul et de beaucoup d'avancées théoriques. Financièrement, la célèbre agence de presse britannique Reuter participe avec une part majoritaire. Le plus gigantesque navire de la flotte anglaise, *the Great Eastern*, est affrété pour dérouler le câble, jusque là il n'avait servi que pour le transport des troupes avec une capacité de un millier de soldats. On y charge en une seule cargaison tous les rouleaux de câble nécessaires pour relier l'Irlande aux Etats-Unis. Les recherches scientifiques de Heaviside et Lord Kelvin progressent dans le cours du déroulement du câble sur l'Atlantique, avec des tests et des communications régulières entre ses deux extrémités temporaires. Malgré ça, un premier câble arrivé en 1865 en vue du littoral américain est perdu dans le fond océanique pour raison de manutention.

C'est là qu'on va réellement connaître ce Monsieur Cyrus Field. Aussitôt il relance tout le monde pour un câble de remplacement, malgré quelques oppositions virulentes, c'est des millions de Dollars et de Livres Sterlings. Le deuxième câble arrive assez rapidement, en 1866 il relie les deux continents. Son fonctionnement est d'un excellent niveau technique, et il restera opérationnel pour une vingtaine d'années sans interruption ni incident notables. La réussite de ce câble transatlantique de 1866 est en grande partie due à Lord Kelvin qui a inventé un récepteur simple et génial, *le récepteur à siphon*, un tube capillaire métallique siphonne l'encre dans un bac et la pousse sur une bande de papier déroulant, tandis que le courant électrique charriant le code Morse déflecte le tube. Ce récepteur hypersensible est capable de restituer clairement les messages contenus dans le courant électrique insignifiant transmis d'une rive à l'autre de l'Atlantique.

