

Au cœur de l'été 1794, alors que la République française livre une guerre existentielle contre la coalition des monarchies européennes, une décision administrative en apparence modeste ouvre une ère nouvelle dans l'histoire des communications humaines : le Comité de salut public autorise l'emploi de la machine imaginée par Claude Chappe - d'abord baptisée « *tachygraphe* », puis rebaptisée « *télégraphe* » - pour transmettre des nouvelles officielles entre Paris et les armées du Nord. Pour la première fois dans l'histoire, un État dispose d'un système permanent, organisé et codifié capable de porter un message complexe sur des centaines de kilomètres en quelques dizaines de minutes, là où le meilleur courrier à cheval exigeait des jours.

Cette innovation constitue la première mise en réseau territoriale de l'information, la première administration des télécommunications, le premier langage de transmission codé à usage d'État, et la matrice conceptuelle de tout ce qui suivra : télégraphe électrique, téléphone, réseaux numériques. Le vocabulaire même en témoigne : le mot « *télégraphe* », forgé pour la machine à bras de Chappe, sera transféré un demi-siècle plus tard aux appareils électriques qui la supplanteront, et le mot « *télégramme* » lui survivra jusqu'à l'ère d'Internet.

Genèse d'une invention : les frères Chappe et les premières expériences (1790-1792)

Claude Chappe naît le 25 décembre 1763 à Brûlon, dans la Sarthe, au sein d'une famille de la petite notabilité provinciale. Destiné à l'état ecclésiastique, il obtient des bénéfices religieux qui lui assurent des revenus confortables et lui laissent le loisir de se consacrer à sa véritable passion : la physique expérimentale. Il publie plusieurs mémoires dans le *Journal de physique* et fréquente les cercles savants parisiens. La Révolution, en supprimant les bénéfices ecclésiastiques en 1789-1790, le prive de ses ressources et le renvoie dans sa province. C'est là, entouré de ses quatre frères (Ignace, Pierre-François, René et Abraham), qu'il va concevoir son système de communication à distance.

L'idée de transmettre des signaux au loin n'est pas neuve : feux d'alarme antiques, télégraphie hydraulique d'Énée le Tacticien, torches de Polybe, projets de l'Anglais Robert Hooke (1684) ou de Guillaume Amontons (1690) en avaient posé les principes. Mais aucun de ces dispositifs n'avait débouché sur un système permanent, doté d'un langage complet et d'une organisation d'exploitation. L'originalité de Chappe est de ne pas créer seulement une machine mais un système complet : appareil, code, protocole, personnel, administration.

Les premiers essais des frères Chappe, en 1790, portent sur un procédé électrique rudimentaire (décharges transmises par fil et détectées par des électroscopes), vite abandonné faute d'isolants fiables. Claude Chappe expérimente ensuite un système « *à pendules synchronisés* » : deux horloges parfaitement réglées, dont les cadrans portent des chiffres, associées à un signal sonore ou visuel (casserolles frappées, puis panneaux) indiquant l'instant où lire le chiffre pointé par l'aiguille. Le 2 mars 1791, une expérience publique réussie relie Brûlon à Parcé, distants d'environ 14 km : une phrase est transmise en quelques minutes devant les officiers municipaux, qui en dressent procès-verbal. La dépêche transmise ce jour-là démontre qu'un texte, et non un signal convenu d'avance, peut franchir l'espace.

Chappe abandonne toutefois les pendules, trop dépendants d'une synchronisation fragile, au profit d'un système purement visuel : d'abord des panneaux à volets pivotants (proches du futur télégraphe à volets de l'amiral suédois Edelcrantz), puis, sur les conseils de l'horloger Abraham-Louis Breguet et de l'ingénieur Betancourt selon certaines traditions, un appareil à bras articulés dont les positions angulaires, très distinctes à grande distance, forment les signaux. La silhouette du sémaphore à grands bras noirs, bientôt familière sur les hauteurs de France, est née.

Du *tachygraphe* au *télégraphe* : l'invention d'un mot

Installé à Paris en 1791, Claude Chappe cherche l'appui du pouvoir législatif, où son frère aîné Ignace siège comme député de la Sarthe. Le 22 mars 1792, il présente à l'Assemblée législative une pétition décrivant sa machine, qu'il nomme alors « *tachygraphe* », du grec *takhus* (rapide) et *graphein* (écrire) : « *celui qui écrit vite* ». Le projet est renvoyé au comité d'instruction publique, mais les turbulences politiques de 1792 – chute de la monarchie, invasion, massacres de septembre – en retardent l'examen. Deux installations expérimentales parisiennes de Chappe sont d'ailleurs détruites par des foules soupçonneuses, qui voient dans ces machines à signaux d'inquiétants instruments de correspondance avec l'ennemi ou avec le roi prisonnier.

C'est à cette époque que le diplomate et homme de lettres André-François Miot de Mérito, consulté sur la dénomination de l'appareil, suggère de remplacer « *tachygraphe* » par « *télégraphe* » – du grec *têle* (au loin) et *graphein* : « *celui qui écrit au loin* ». Le nouveau nom, plus juste (la vitesse n'est qu'une conséquence, la distance est l'essence), est adopté dès 1792 et fera fortune : il désignera d'abord la machine optique de Chappe, puis, par transfert, tous les systèmes de transmission qui lui succéderont, y compris électriques. Il faut donc préciser un point que la mémoire collective déforme parfois : le changement de nom de « *tachygraphe* » en « *télégraphe* » précède l'électrification d'un demi-siècle ; lorsque l'électricité arrivera, dans les années 1840, elle héritera d'un mot déjà installé, et l'on distinguera alors le « *télégraphe aérien* » (ou optique) de Chappe du « *télégraphe électrique* » appelé à le remplacer.

La Convention, la guerre et la ligne Paris-Lille (1793-1794)

Le contexte de 1793 transforme l'invention en nécessité d'État. La France révolutionnaire est en guerre contre l'Autriche, la Prusse, l'Angleterre, la Hollande et l'Espagne ; les frontières du Nord sont menacées, la Vendée s'embrase, les représentants en mission sillonnent le pays. Le gouvernement révolutionnaire, centralisé à l'extrême autour de la Convention et de ses comités, a un besoin vital d'information rapide : commander des armées à distance, connaître l'issue des batailles avant l'ennemi, faire circuler les décrets. Comme l'écrira plus tard un rapporteur, le télégraphe apporte la réponse au problème politique de gouverner un grand territoire en temps réel — il rend possible, selon la formule des contemporains, de « *consolider l'unité de la République par la liaison intime et subite de toutes ses parties* ».

Le 1^{er} avril 1793, sur rapport de Gilbert Romme au nom du comité d'instruction publique, la

Convention nationale décide de financer une expérience décisive. Trois postes sont établis sur une ligne d'environ 26 km au nord de Paris : Ménilmontant (parc Saint-Fargeau), Écouen et Saint-Martin-du-Tertre. Le 12 juillet 1793, devant les commissaires de la Convention – parmi lesquels Joseph Lakanal, Pierre Daunou et le mathématicien Louis-François Arbogast –, des dépêches sont transmises dans les deux sens en une dizaine de minutes, avec une exactitude qui impressionne les observateurs. Le rapport de Lakanal, enthousiaste, est présenté à la Convention le 25 juillet 1793.

Le 26 juillet 1793, la Convention décrète l'adoption du système : Claude Chappe reçoit le titre officiel d'« *ingénieur télégraphe* », avec rang et traitement de lieutenant du génie, et la charge d'établir les lignes que le gouvernement jugera utiles. Le 4 août 1793, le Comité de salut public ordonne la construction de la première ligne opérationnelle, de Paris à Lille, quartier général des armées du Nord ; le front le plus critique. Le choix est stratégique : c'est vers la Flandre que se joue le sort de la République.

La construction, menée en pleine Terreur, dans la pénurie de matériaux, d'ouvriers et de lunettes d'optique (réquisitionnées jusque chez les particuliers), s'étend sur l'automne 1793 et l'hiver 1794. La ligne, longue d'environ 230 km, comprend une quinzaine de stations intermédiaires établies sur des points hauts (clochers d'églises désaffectées, tours, buttes, bâtiments surélevés) dont Montmartre constitue le premier relais au sortir de Paris, la station terminale étant installée au cœur de la capitale, à portée immédiate du gouvernement, tandis que l'administration télégraphique s'établit rue de l'Université. Chaque station est espacée de 10 à 15 km de ses voisines, distance calculée pour que les bras de l'appareil restent parfaitement lisibles à la lunette. Au printemps 1794 (floréal an II), la ligne est achevée et essayée avec succès ; Chappe en informe le Comité de salut public, qui dispose désormais d'un instrument sans équivalent au monde.

Juillet 1794 : l'autorisation du Comité de salut public et l'entrée en service opérationnel

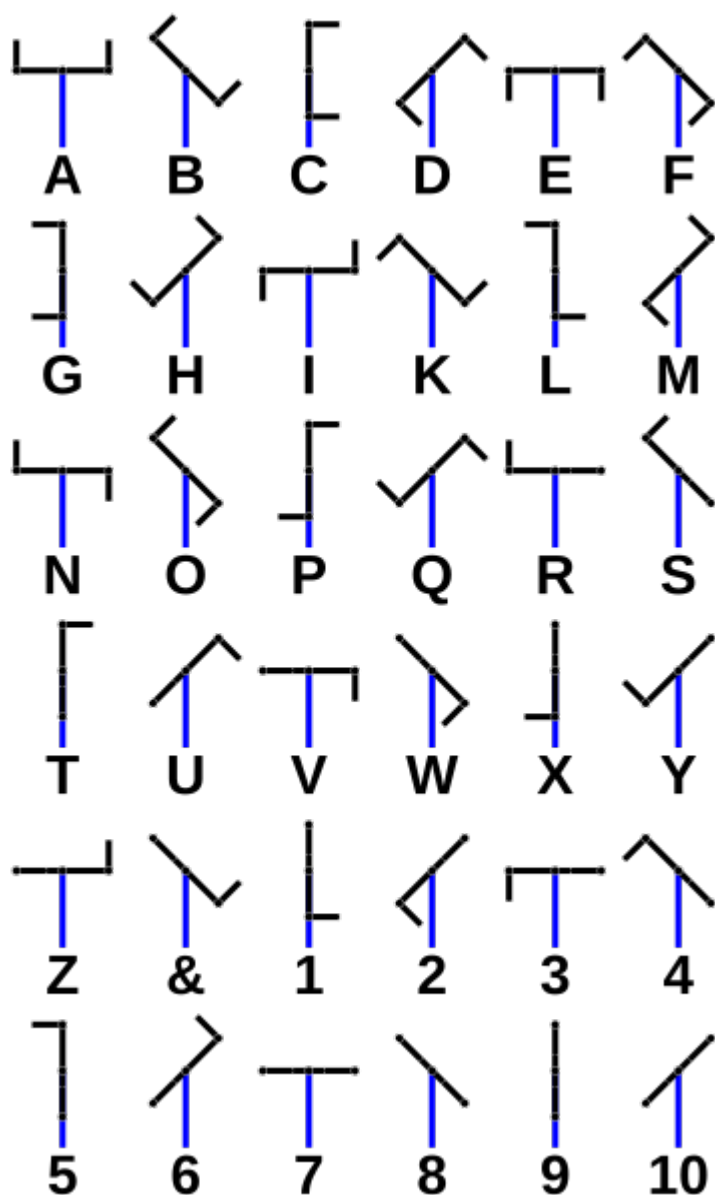
C'est en juillet 1794 (messidor-thermidor an II) que le Comité de salut public franchit le pas décisif : il autorise officiellement l'emploi du télégraphe de Chappe pour la transmission des nouvelles ; c'est-à-dire son passage du statut d'expérience d'État à celui de service opérationnel permanent, intégré à la machine gouvernementale. La décision, portée notamment par Lazare Carnot, « *l'organisateur de la victoire* », qui dirige au Comité la section de la guerre, fait du télégraphe un organe du commandement : les dépêches transmises seront des actes de gouvernement, chiffrées, prioritaires, réservées au pouvoir exécutif.

Cette autorisation emporte plusieurs conséquences fondatrices qu'il faut souligner, car elles définissent pour 60 ans le régime français des télécommunications :

- **Premièrement**, le télégraphe naît comme monopole d'État à usage exclusivement gouvernemental. Aucun particulier, aucun négociant, aucun journal ne peut y faire passer de message. L'information télégraphique est un instrument de souveraineté, au même titre que la monnaie ou l'armée. Ce principe, réaffirmé par la loi du 2 mai 1837, ne s'assouplira qu'avec le télégraphe électrique, ouvert au public en 1851.

- **Deuxièmement**, l'autorisation de juillet 1794 institue de fait la première administration des télécommunications de l'histoire : une direction centrale (confiée à Claude Chappe et à ses frères, avec le titre de directeurs, puis d'administrateurs du télégraphe), un corps d'employés hiérarchisé (inspecteurs, directeurs de poste aux extrémités des lignes, stationnaires dans les relais), des règlements de service, des états de traitement, des procédures de maintenance. L'État apprend à exploiter un réseau.
- **Troisièmement**, elle consacre le principe du secret des correspondances d'État par le code : les employés intermédiaires transmettent des signaux dont ils ignorent la signification ; seuls les directeurs des stations terminales, assermentés, détiennent les vocabulaires permettant de chiffrer et déchiffrer. La séparation entre le transport du signal et l'accès au sens – principe qui structure encore les télécommunications modernes – est posée dès l'origine.

Dans les semaines qui suivent l'autorisation, le service s'organise entre Paris et Lille. Les dépêches gouvernementales commencent à circuler : ordres du Comité de salut public aux représentants en mission près l'armée du Nord, comptes rendus des opérations, demandes d'instructions. La chute de Robespierre le 9 thermidor (27 juillet 1794), survenue au moment même où le service entre en fonction, ne l'interrompt pas : le télégraphe, instrument d'État sert le Comité recomposé comme il eût servi le précédent ; première démonstration de la neutralité fonctionnelle des infrastructures de communication à l'égard des vicissitudes politiques.



Les premières grandes dépêches : Le Quesnoy et Condé (août-septembre 1794)

La démonstration de la valeur du nouvel instrument survient à la fin de l'été 1794, alors que l'armée de Sambre-et-Meuse, victorieuse à Fleurus (26 juin 1794), reconquiert les places fortes du Nord occupées par les Autrichiens.

Le 15 août 1794 (28 thermidor an II), le télégraphe apporte à Paris la nouvelle de la reprise du Quesnoy : la dépêche, expédiée de Lille, parvient à la station parisienne environ une heure après l'événement – moins d'une heure de transmission proprement dite. Carnot monte à la

tribune de la Convention et lit aux députés stupéfaits l'annonce de la reddition de la garnison autrichienne, reçue « *par le télégraphe* » : c'est la première fois dans l'histoire qu'une assemblée politique apprend, le jour même et presque à l'heure même, un événement militaire survenu à plus de 200 km. L'effet moral est immense ; le télégraphe entre dans l'imaginaire public comme une quasi-magie d'État.

Le 30 août 1794 (13 fructidor an II), la scène se répète : la dépêche annonçant la reprise de Condé-sur-l'Escaut – « *Condé est restitué à la République ; la reddition a eu lieu ce matin à six heures* » – arrive à la Convention dans l'heure. L'assemblée, dans l'enthousiasme, décrète séance tenante que l'armée du Nord « *a bien mérité de la patrie* » et que la ville de Condé portera désormais le nom de « *Nord-Libre* » ; et ce décret repart aussitôt par la même voie, si bien que l'armée en campagne reçoit le soir même la réponse de la représentation nationale. Pour la première fois, un dialogue politique s'établit dans la journée entre un gouvernement et son armée à des centaines de kilomètres : la boucle de commandement en temps quasi réel est née. Les contemporains ont parfaitement mesuré la portée de l'événement ; Bertrand Barère et d'autres orateurs célèbrent ce prodige qui « *rapproche les distances* » et fait de la République un seul corps animé d'une seule volonté.

Ces succès décident de l'avenir : dès l'automne 1794, la Convention ordonne l'extension du réseau, et la ligne de Lille sera prolongée vers Dunkerque, puis, au gré des conquêtes, vers Bruxelles (1803) et Amsterdam (1810), tandis que d'autres lignes rayonneront de Paris vers l'est et l'ouest.

Caractéristiques technique du système.

Architecture générale d'une station

Une station télégraphique type est une petite construction — tour, maisonnette surélevée, ou aménagement au sommet d'un clocher ou d'un édifice existant — choisie sur un point haut assurant la visibilité directe des deux stations voisines, en amont et en aval de la ligne. Elle comprend trois éléments essentiels : le mât portant le mécanisme de signaux, dressé sur le toit ; la chambre de manœuvre, située immédiatement au-dessous, d'où l'employé actionne l'appareil et observe ses voisins ; et les lunettes d'observation, deux longues-vues achromatiques de fort grossissement, montées à demeure et braquées en permanence, l'une vers la station précédente, l'autre vers la station suivante.

Le mécanisme : régulateur et indicateurs

Le système de signaux proprement dit se compose de trois pièces mobiles articulées, peintes en noir mat pour se détacher sur le ciel :

Le **régulateur** est une longue poutre centrale d'environ 4,60 m de long sur 0,35 m de large, pivotant en son milieu au sommet du mât. Il peut prendre quatre orientations : horizontale, verticale, et deux positions obliques à 45 degrés (oblique droite et oblique gauche). Sa construction est un chef-d'œuvre de compromis entre visibilité et prise au vent : il est réalisé

en persiennes (lattes ajourées), ce qui le rend opaque de loin — l'œil ne résout pas les interstices à 10 km — tout en laissant passer le vent, réduisant considérablement les efforts sur le mécanisme et le mât.

Les deux **indicateurs** (ou « ailes ») sont des bras plus courts, d'environ deux mètres de long, également en persiennes, articulés chacun à une extrémité du régulateur. Chaque indicateur peut tourner autour de son axe et prendre huit positions espacées de 45 degrés ; mais la position dans laquelle l'indicateur se trouve exactement dans le prolongement du régulateur est exclue, car l'aile s'y confondrait visuellement avec la poutre : restent donc **sept positions utiles par indicateur**. Chaque indicateur est équilibré par un contrepoids en tiges de fer minces (pratiquement invisibles à distance), de sorte que l'ensemble, parfaitement compensé, se manœuvre du bout des doigts malgré ses dimensions.

La commande : le manipulateur

L'employé n'agit pas directement sur les grands bras. Dans la chambre de manœuvre, il dispose d'un **manipulateur** : une réplique en réduction de l'appareil (régulateur et indicateurs miniatures), montée à hauteur d'homme. Des transmissions par poulies, câbles et tringles – conçues avec le concours de l'illustre horloger Abraham-Louis Breguet – asservissent rigoureusement les grands bras aux mouvements du modèle réduit : chaque position donnée au manipulateur est reproduite instantanément et exactement par la machine du toit. L'opérateur compose donc ses signaux « *en miniature* », les yeux alternativement sur son manipulateur et sur la lunette. Ce principe de la commande asservie par modèle réduit, remarquablement moderne, garantit la fidélité géométrique des signaux, condition absolue de la lisibilité du code.

La combinatoire des signaux

La combinatoire de l'appareil résulte du produit des positions : 7 positions de l'indicateur gauche × 7 positions de l'indicateur droit × 2 positions principales du régulateur (horizontale et verticale, seules retenues pour les signaux valides) = **98 signaux possibles**. Les positions obliques du régulateur ne forment pas de signaux : elles servent de positions de travail et de transition, comme on le verra. Sur ces 98 combinaisons, six sont réservées aux besoins du service (signaux de contrôle et de régulation), ce qui laisse **92 signaux de correspondance** — nombre qui commande toute l'architecture des vocabulaires.

Le langage des signaux : codes et vocabulaires.

Le principe du chiffrement par renvoi

Le génie du système de Chappe ne réside pas seulement dans la machine, mais dans son langage. Transmettre lettre à lettre eût été d'une lenteur rédhibitoire : une dépêche de trois cents caractères aurait exigé des heures. Chappe, assisté de son collaborateur Léon Delaunay, ancien consul, conçoit donc un codage par renvoi à des vocabulaires : les signaux ne

représentent pas des lettres mais des numéros, et ces numéros désignent des mots ou des phrases entières dans des recueils tenus secrets.

Le mécanisme est le suivant : les signaux de correspondance sont transmis par paires. Le premier signal de la paire indique un numéro de page du vocabulaire (de 1 à 92) ; le second indique le numéro de la ligne dans cette page (de 1 à 92). Chaque paire de signaux désigne donc une case unique parmi $92 \times 92 = 8\,464$ entrées — mots usuels, expressions, formules administratives et militaires, chiffres, noms propres. Une dépêche entière tient ainsi en quelques dizaines de signaux.

L'évolution des vocabulaires

Le premier vocabulaire, mis en service avec la ligne de Lille en 1794, comprend ce répertoire unique de 8 464 entrées, taillé pour la correspondance militaire et gouvernementale : on y trouve les termes de la guerre, de l'administration, de la politique, ainsi que des tables de nombres et un alphabet de secours permettant d'épeler les mots absents du recueil.

En 1799, le système est refondu et enrichi : le vocabulaire est porté à trois volumes de 92 pages de 92 entrées chacun – un volume de *mots*, un volume de *phrases* toutes faites, un volume *géographique* (noms de lieux, de places fortes, de pays) – soit 25 392 entrées au total. Un signal préliminaire indique dans quel volume chercher. Sous l'Empire puis la monarchie de Juillet, de nouveaux codes plus compacts et plus sûrs (notamment le vocabulaire réformé des années 1830) perfectionnent encore le système, avec des signaux de ponctuation, de priorité et de correction.

L'efficacité de ce codage est double. D'une part, la compression : une phrase entière peut tenir en une seule paire de signaux, ce qui multiplie la vitesse effective de transmission. D'autre part, la confidentialité : les vocabulaires, imprimés à très petit nombre, numérotés, gardés sous clef et couverts par le serment, ne sont remis qu'aux directeurs des stations extrêmes. Les stationnaires intermédiaires ne voient passer que des configurations angulaires dénuées de sens pour eux. Le télégraphe de Chappe est ainsi, dès l'origine, un système de transmission chiffrée de bout en bout, où le réseau transporte de l'information sans y avoir accès ; une architecture de sécurité que les réseaux modernes redécouvriront.

Les modes de transmission : protocole, rythme et signaux de service.

La formation du signal : positions de travail et positions finies

Le protocole de transmission, minutieusement réglé par Chappe, repose sur la distinction entre deux états de l'appareil, qui joue le rôle d'une véritable horloge de validation :

La position de travail : pour composer un signal, le stationnaire amène d'abord le régulateur dans une position oblique (à 45 degrés). Dans cette attitude, l'appareil est réputé « *en formation* » : les mouvements des indicateurs qu'on y règle n'ont aucune valeur de

correspondance. L'opérateur dispose alors ses deux ailes dans les positions voulues, sans hâte, en vérifiant sur son manipulateur.

Le signal fini : une fois les indicateurs en place, l'opérateur fait pivoter le régulateur de l'oblique vers l'horizontale ou la verticale. C'est cette rotation finale qui « *publie* » le signal : dès que le régulateur atteint sa position principale, la configuration devient un signal valide, que la station suivante doit lire et reproduire. Le passage par l'oblique entre deux signaux successifs évite toute ambiguïté : jamais un signal en cours de composition ne peut être confondu avec un signal achevé./

La chaîne de répétition et l'accusé de réception

La transmission de proche en proche obéit à une discipline stricte. Le stationnaire, l'œil à la lunette braquée sur la station amont, guette l'apparition d'un signal fini. Dès qu'il le voit, il le reproduit sur son propre appareil, aussi exactement et rapidement que possible – le règlement lui accorde quelques secondes, une vingtaine au plus. Il vérifie ensuite, à la lunette aval, que la station suivante a bien répété à son tour.

Le dispositif comporte un mécanisme d'accusé de réception implicite remarquable : chaque station, avant d'effacer son signal pour composer le suivant, doit avoir constaté que la station aval l'a correctement reproduit. La reproduction du signal par la station N+1 vaut accusé de réception pour la station N. Si la station aval tarde ou reproduit un signal erroné, la station amont maintient son signal, et des signaux de service permettent de demander répétition. L'information progresse ainsi le long de la ligne comme une onde contrôlée, chaque maillon garantissant l'intégrité du maillon suivant ; un contrôle d'erreur de proche en proche, saut par saut, qui préfigure les protocoles de transmission modernes.

Les signaux de service et la régulation de la ligne

Outre les 92 signaux de correspondance, le système emploie un répertoire de signaux de service, connus de tous les employés, qui assurent la régulation du réseau. Ils permettent notamment d'ouvrir et de fermer le service (signal d'activité, signal de repos), de marquer le début et la fin d'une dépêche, d'indiquer sa priorité et sa destination, de signaler une erreur et demander l'annulation ou la répétition des derniers signaux, de suspendre la transmission en cas de brume ou d'obscurité (signal de suspension, repris dès que la visibilité revient), de gérer les conflits de circulation lorsque deux dépêches de sens contraire se rencontrent sur la ligne – la dépêche prioritaire (selon un ordre réglementaire : service de l'État avant service télégraphique, dépêche ancienne avant dépêche récente) obtient le passage, l'autre étant stockée à une station et réexpédiée ensuite – et enfin d'appeler l'attention d'une station somnolente ou de signaler un appareil en avarie.

La ligne fonctionne ainsi comme un canal unique à alternat, régulé par des règles de priorité : une seule dépêche circule à la fois sur un tronçon donné, mais plusieurs dépêches peuvent progresser simultanément sur des tronçons différents d'une même ligne, se suivant comme des trains sur une voie.

Les hommes du réseau

Le facteur humain est au cœur du système. Chaque station est servie par un ou deux stationnaires, employés modestes, souvent recrutés sur place, astreints à une présence continue du lever au coucher du soleil, par tous les temps. Leur tâche – guetter, reproduire, guetter encore – exige une vigilance de tous les instants ; le règlement prévoit des amendes pour les signaux manqués, ralentis ou déformés, et les inspecteurs qui parcourent les lignes relèvent sur des registres les performances de chaque poste, chaque signal transmis étant consigné avec son heure. Les stationnaires ignorent le contenu des dépêches : on leur demande une fidélité de miroir, non une intelligence du texte.

Aux extrémités des lignes, les directeurs – personnel assermenté d'un rang supérieur – assurent le chiffrage et le déchiffrement : ils traduisent la dépêche en clair remise par le gouvernement en séquence de numéros à l'aide des vocabulaires, puis l'opération inverse à l'arrivée, avant de porter le texte à l'autorité destinataire. Les inspecteurs et le personnel d'entretien (charpentiers, serruriers, opticiens) complètent l'organisation, sous l'autorité de l'administration centrale des télégraphes dirigée par les frères Chappe.

Le déroulement d'une transmission type

Récapitulons le trajet d'une dépêche entre le Comité de salut public et le quartier général de Lille à l'automne 1794. Le texte en clair est porté à l'administration du télégraphe, où le directeur du poste de Paris le chiffre : chaque mot ou groupe de mots devient une paire de numéros (page, ligne). La station de Paris ouvre la transmission par les signaux de service annonçant une dépêche, sa priorité et sa longueur, puis émet la séquence des signaux de correspondance, deux à trois par minute, chacun formé en position oblique puis validé en position principale. Montmartre reproduit, puis la station suivante, et ainsi de suite : le premier signal de la dépêche atteint Lille en 2 à 3 minutes environ, tandis que les signaux suivants cheminent en file derrière lui – la ligne fonctionne en pipeline, plusieurs signaux étant simultanément en transit sur des tronçons successifs. À Lille, le directeur note les numéros au fur et à mesure, déchiffre à l'aide de ses vocabulaires, fait viser le texte et le porte aux représentants en mission. Une dépêche d'une trentaine de signaux parvient ainsi à destination, déchiffrement compris, en moins d'une heure — contre vingt-quatre heures au minimum pour un courrier à franc étrieur.

Performances, contraintes et limites du télégraphe aérien.

Vitesses et débits

Les performances du système, prodigieuses pour l'époque, méritent d'être quantifiées. La vitesse de propagation d'un signal isolé est de l'ordre de 2 à 3 minutes entre Paris et Lille (environ 230 km et une quinzaine de stations), soit une vitesse apparente dépassant 4 000 km/h. Sur les grandes lignes établies ultérieurement, on mesure environ 6 minutes de Paris à Strasbourg, 8 minutes de Paris à Brest, et une vingtaine de minutes de Paris à Toulon via Lyon,

à travers plus d'une centaine de stations.

Le débit, en revanche, est modeste : chaque station ne peut former et valider que deux à trois signaux par minute, et ce rythme, imposé par la mécanique et par le temps de lecture à la lunette, borne la capacité de la ligne. Une dépêche de cinquante signaux occupe la ligne une vingtaine de minutes ; les longues dépêches diplomatiques peuvent exiger plusieurs heures. Grâce au codage par vocabulaire, toutefois, cinquante signaux représentent déjà plusieurs dizaines de mots : le débit utile, rapporté au texte en clair, est sans commune mesure avec ce que donnerait une transmission lettre à lettre.

Les limites du système

La grande servitude du télégraphe aérien est sa dépendance absolue à la visibilité. Le service est impossible de nuit et il est interrompu par la brume, la pluie battante, la neige, les brumes de chaleur qui font trembler l'image dans les lunettes. En moyenne, sur une année, les lignes ne sont exploitables que six heures par jour environ, et un tiers des jours sont perdus en tout ou partie ; les lignes du Nord, souvent embrumées, sont plus pénalisées que celles du Midi. Une dépêche surprise par la nuit ou le brouillard est stockée à une station intermédiaire — avec les signaux de service consignants l'interruption — et repart dès que la visibilité revient : le réseau pratique, par nécessité, le stockage et retransmission (store and forward) que reprendront les réseaux de données.

Autre contrainte : le coût. Le réseau exige des centaines de stations, des milliers d'employés, un entretien constant des mécanismes exposés aux intempéries. Cette charge, supportable pour un instrument de souveraineté, explique que l'État n'ait jamais sérieusement envisagé d'ouvrir le télégraphe aérien au public payant : sa capacité, entièrement absorbée par les dépêches officielles, ne l'aurait d'ailleurs pas permis. Les seules dérogations notables au monopole gouvernemental seront la transmission, à partir de 1799 puis surtout sous la Restauration, des résultats de la loterie nationale – mesure qui, en coupant court aux fraudes fondées sur la lenteur des courriers, rapportait à l'État plus qu'elle ne coûtait — et l'annonce des arrivées de navires sur certaines lignes côtières.

Sécurité, fraudes et « guerre de l'information »

La sécurité du système reposait sur le secret des vocabulaires et l'ignorance des stationnaires. Elle fut pour l'essentiel efficace : on ne connaît pas de déchiffrement ennemi des dépêches de Chappe. La vulnérabilité vint de l'intérieur : en 1834, les frères Blanc, spéculateurs bordelais, corrompirent un employé de la ligne de Bordeaux pour glisser dans les dépêches officielles, sous couvert de signaux d'erreur convenus, des informations sur les cours de la rente parisienne — première fraude télégraphique de l'histoire, première attaque par « canal caché ». Le scandale, jugé en 1837, révéla un vide juridique (aucune loi n'interdisait alors à des particuliers de faire des signaux) et provoqua la loi du 2 mai 1837, qui institua formellement le monopole d'État sur toute transmission de correspondance par machines télégraphiques ; texte fondateur du droit français des télécommunications, dont les principes régiront aussi le télégraphe électrique, le téléphone et la radio.

L'extension du réseau (1794-1844).

Le succès de la ligne de Lille entraîne, pendant un demi-siècle, la construction progressive d'un réseau national en étoile autour de Paris, épousant les besoins militaires et diplomatiques de chaque régime.

Sous le Directoire, la ligne du Nord est prolongée vers Dunkerque (1798), et deux grandes artères sont ouvertes : Paris-Strasbourg (1798), axe vital vers le Rhin et l'Allemagne, et Paris-Brest (1798), reliant le gouvernement au grand port de guerre de l'Atlantique. Le Consulat et l'Empire, qui font du télégraphe un instrument majeur du commandement napoléonien, ajoutent la ligne de Boulogne (1803) pour le camp de l'armée d'Angleterre – avec un projet d'appareil géant d'Abraham Chappe destiné à franchir la Manche –, l'extension de la ligne du Nord vers Bruxelles (1803) puis Amsterdam (1810), et surtout la grande ligne Paris-Lyon (1806), poussée à travers les Alpes vers Turin et Milan (1809), reliant l'Empereur à l'Italie ; une antenne atteindra Venise. Napoléon fait également établir des lignes de campagne mobiles et, en 1812, une ligne provisoire suivra la Grande Armée vers l'est. La Restauration et la monarchie de Juillet complètent l'étoile : Lyon-Toulon (1821) vers la Méditerranée, Paris-Bordeaux-Bayonne (1823) vers l'Espagne au moment de l'expédition de 1823, Avranches puis diverses transversales et antennes vers les places du Nord et de l'Est.

À son apogée, vers 1844-1845, le réseau Chappe compte environ 534 stations, couvre quelque 5 000 kilomètres de lignes et relie 29 villes à Paris. Des milliers d'employés le servent. Aucun État au monde ne dispose alors d'un système comparable : les imitations étrangères – télégraphe à volets de Lord George Murray en Angleterre, système d'Edelcrantz en Suède, lignes prussiennes de Berlin à Coblenze (1832), réseaux espagnol et russe – restent plus modestes ou plus tardives. Pendant 50 ans, la « *ligne à bras* » française est la référence mondiale des télécommunications.

Claude Chappe, lui, n'aura vu que les débuts de cette expansion. Épuisé par les luttes administratives, malade, et profondément affecté par les revendications de rivaux qui contestaient la paternité de son invention, il se donne la mort le 23 janvier 1805, à Paris, en se jetant dans le puits de l'hôtel de l'administration des télégraphes. Ses frères, notamment Ignace et Abraham, poursuivent l'œuvre comme administrateurs jusqu'en 1823, puis le corps des ingénieurs des télégraphes, sous l'autorité du ministère de l'Intérieur et d'administrateurs comme Alphonse Foy, assure l'exploitation jusqu'à la fin du système.

Du sémaphore à l'électricité : la mutation du télégraphe (1837-1855).

L'émergence du télégraphe électrique

Dès l'origine, l'idée d'employer l'électricité pour transmettre des signaux avait été envisagée (Chappe lui-même l'avait tentée en 1790), mais elle butait sur l'absence de sources de courant continu (avant la pile de Volta, 1800), d'électroaimants (Sturgeon, 1825) et d'isolation fiable

des conducteurs. Dans les années 1830, ces verrous sautent : Gauss et Weber à Göttingen (1833), Steinheil à Munich (1837), Cooke et Wheatstone en Angleterre (télégraphe à aiguilles, brevet de 1837, exploité le long des chemins de fer dès 1839), enfin Samuel Morse aux États-Unis, dont le télégraphe électromagnétique à registre, servi par le code de points et de traits élaboré avec Alfred Vail, triomphe avec la ligne Washington-Baltimore en mai 1844.

Le télégraphe électrique renverse une à une toutes les limites du système aérien : il fonctionne de nuit, par tous les temps, en continu ; son débit est très supérieur ; il n'exige plus une station habitée tous les douze kilomètres, mais un simple fil sur poteaux entre deux bureaux ; son coût d'exploitation, rapporté au mot transmis, s'effondre, ouvrant la voie à un service public payant.

La transition française : le télégraphe Foy-Breguet

La France, forte de son réseau aérien inégalé, aborde la mutation avec prudence, et par une solution de transition d'une grande originalité. En 1842, l'administration confie à l'ingénieur Louis Breguet – petit-fils de l'horloger qui avait aidé Chappe – l'étude des systèmes électriques ; en 1844-1845, avec l'administrateur Alphonse Foy, il met au point le télégraphe électrique Foy-Breguet : un appareil dont le récepteur reproduit, au moyen de deux aiguilles mobiles commandées par électroaimants, les positions des indicateurs du télégraphe de Chappe. L'écran du récepteur figure un petit sémaphore : les employés, formés au langage des bras, et l'administration, attachée à ses vocabulaires chiffrés, retrouvent tels quels leurs signaux et leurs codes ; l'électricité se glisse dans le langage de Chappe avant de lui imposer le sien. La première ligne électrique française, de Paris à Rouen, ouverte en 1845 le long du chemin de fer, est équipée de ce système, bientôt étendu vers Lille et Bruxelles.

Cette étape symbolise admirablement la continuité revendiquée : le mot « télégraphe », les codes, l'administration, le personnel et jusqu'à la forme des signaux passent de l'aérien à l'électrique. Mais la transition ne dure pas : le système Morse, plus simple, plus rapide, laissant une trace écrite et devenu standard international (convention télégraphique austro-allemande de 1851, puis Union télégraphique internationale de 1865), est adopté par la France au début des années 1850 et remplace le Foy-Breguet.

La fin du réseau aérien

Le basculement s'accélère sous la Deuxième République et le Second Empire. La loi de 1850 puis le décret du 1^{er} mars 1851 ouvrent le télégraphe électrique à la correspondance privée, moyennant taxe (révolution d'usage) : l'instrument de souveraineté devient service public, et le « *télégramme* » entre dans la vie des affaires, de la presse et des familles. Les lignes électriques se déploient le long des voies ferrées à un rythme rapide ; à mesure qu'une liaison électrique double une ligne aérienne, celle-ci est fermée. Les dernières lignes du réseau de Chappe cessent leur service entre 1852 et 1855 — la ligne de l'Ouest et quelques antennes militaires étant les ultimes à s'éteindre, certaines stations servant encore ponctuellement pendant la guerre de Crimée avant le démantèlement définitif. Les tours sont désarmées, vendues ou abandonnées ; les grands bras noirs disparaissent des horizons français après soixante ans de veille.

Le vocabulaire consacre la mutation : le « *télégraphe* » désigne désormais l'appareil électrique

17 juillet 1794 : début des transmissions opérationnelles.

; l'ancien système devient, dans la mémoire, le « *télégraphe aérien* », le « *télégraphe optique* » ou simplement « *le Chappe* ». L'administration des lignes télégraphiques, héritière directe de celle de 1794, deviendra la direction des Télégraphes, fusionnée en 1878 avec les Postes pour former les P&T (puis PTT) ; filiation administrative ininterrompue qui court des frères Chappe aux opérateurs de télécommunications contemporains.