

Le télégraphe de Chappe et la communication à distance

Claudette Balpe

Tout enfant sait que, pour parler avec un ami distant de quelques mètres, il lui suffit de hausser la voix et de l'appeler ; ce dernier s'approche alors et la discussion peut s'engager : ainsi les enfants communiquent-ils oralement à l'école. Si chacun d'eux est chez soi, ils peuvent s'écrire, mais la lettre mettra généralement vingt-quatre heures pour parvenir à destination, d'où une communication différée. Aussi, le plus souvent, aujourd'hui, les enfants utilisent-ils le téléphone ou Internet, avec le « texto », le message électronique ou le « chat », voire la vidéo-caméra branchée sur un ordinateur en ligne. C'est dire que, pour l'enfant, communiquer avec son entourage, ses amis ou d'autres n'est pas un problème : les techniques existantes le lui permettent.

Le perfectionnement de ces techniques rend le processus de communication si facile et immédiat que les enfants le perçoivent comme allant de soi. Il sera donc intéressant de les amener à s'interroger sur les enjeux de la communication à distance et de les faire réfléchir sur la manière dont chacun d'eux peut utiliser les moyens simples à sa disposition pour communiquer. Des situations de jeux seront mises en place, chacune recelant un problème : par exemple, comment entrer en communication dans une cour d'école bruyante ? comment le maître interrompt-il la récréation ? comment joindre un camarade à une certaine distance en pleine nature ou bien lorsque l'on ne se voit pas et que l'on se trouve dans deux pièces contiguës ? et que se passe-t-il lorsqu'on frappe les tuyaux d'eau du haut et du bas de la maison ? Enfin, on pourra imaginer se trouver en présence de personnes qui parlent une langue différente ou n'entendent pas : comment font les malentendants ?

Aux origines de la communication

Par contraste, et pour qu'in fine, les enfants inscrivent la découverte de Claude Chappe dans son contexte historique, on les invitera à rechercher comment les hommes ont pu communiquer avant la naissance des « télécommunications ».

Pour cela, on se référera aux films, aux histoires, aux documentaires et aux récits historiques qui se déroulent aux périodes anciennes (relatant les tentatives des Grecs Énée et Polybe, par exemple) et qui évoquent des coutumes ancestrales (telles celles des Indiens d'Amérique). Des nuages de fumée ou des lueurs de torches au porteur chargé de transmettre un message – pensez au soldat messenger de Marathon – en passant par le son d'instruments, l'imitation de chants d'oiseaux ou les coups transmis par le sol, les hommes ne manquèrent pas d'inventivité pour communiquer. À l'issue de ces recherches et de leur synthèse, on pourra centrer le travail des enfants sur le « principe de la communication » : émetteur, signal, récepteur.

Dans les années 1790, l'invention du télégraphe par Chappe bouleverse le principe de la communication à distance. Les élèves pourront, dans un premier temps, appréhender cette révolution en examinant une photographie de l'un des appareils encore existants ou en allant observer directement un ancien télégraphe présenté dans un musée (comme celui des Arts et Métiers, à Paris). Avec le regain des actions patrimoniales, on peut aussi avoir la chance de trouver près de l'école une station – on appelle ainsi la tour au sommet de laquelle se trouvait le télégraphe – remise en état par des passionnés.

Lorsque les points de vue techniques auront été cernés, on s'intéressera au contexte de la

communication proprement dit, décisif pour le choix du dispositif élaboré. Les enfants découvriront que le télégraphe fut inventé en période de guerre, sous la Révolution, ce qui accéléra la construction des lignes et le développement du réseau. À cette époque en effet, en pleine Convention, la France révolutionnaire est en guerre contre les fédérés antinationaux et antipatriotiques alliés à l'Angleterre, la Prusse et la Belgique. Convaincus de l'utilité du télégraphe, les Conventionnels veulent une guerre moderne. Le nord du pays étant le plus menacé, la première ligne établie sera celle de Paris-Lille et le télégraphe sera utilisé jusque vers 1850, date à laquelle apparaîtront de nouvelles techniques. À ce sujet, il est important que les enfants prennent conscience que, même si un objet technique répond à un usage souhaité, son utilisation n'est pas automatique pour autant : le choix du moyen de communication doit toujours être optimisé en fonction de contraintes à déterminer et, quoi qu'il en soit, toujours au regard du rapport coût/efficacité, seul critère véritablement discriminant. Ce qui explique que, même en présence de nouvelles solutions, des dispositifs anciens puissent perdurer.

Mise en situation : comment communiquer à distance ?

Il est temps dès lors d'inciter l'enfant à concevoir un objet technique dont la fonction sera déterminée. Après avoir réfléchi et effectué des recherches sur la communication à distance, on pourra envisager une sorte de défi où des groupes jumelés devront se communiquer un bref message le plus vite possible. Ce genre de mise en situation réjouit les enfants et stimule leur imagination. S'identifiant à un inventeur, l'élève tente d'adopter la même démarche. Pour faciliter son travail, on peut mettre à sa disposition un matériel varié, à charge pour lui d'en faire un usage judicieux. Si ce type de travail incite à la créativité, il demande également de savoir utiliser le principe de la communication établi précédemment. Tout en étant l'occasion de concevoir, fabriquer, améliorer des prototypes, cette démarche technologique permet aussi de prendre conscience du va-et-vient nécessaire entre les objectifs, le matériel et les connaissances antérieures que les élèves doivent utiliser.

Les essais, les propositions seront mis en commun dans la classe. Certains groupes tenteront probablement de s'inspirer du télégraphe de Chappe, d'autres feront preuve d'originalité. Une exposition en classe fera prendre conscience aux élèves de la diversité des propositions et des créations tandis que la comparaison des performances des dispositifs proposés permettra de développer leur esprit critique.

Enfin, un retour sur les premières solutions envisagées par Chappe – et présentées par un groupe – permettra aux enfants de constater que certaines de leurs suggestions en sont proches. Cela les confortera dans leur envie de fabriquer, valorisera également leurs travaux et leur démarche et les acculturera en sciences et en techniques.

Reproduire un instrument historique pour en mieux comprendre le fonctionnement

On pourra demander aux élèves de fabriquer un télégraphe à l'image de celui de Chappe en partant des croquis ou des images le représentant, documents anciens ou reproductions. Le matériel utilisé devra être simple : on utilisera avec profit des tiges de Meccano – ou de Lego –, des poulies, des fils. Le recours à la nomenclature d'origine (régulateur, indicateur, montant, poulie, etc.) facilitera les échanges lors de la conception et de la réalisation.

Les quelques travaux conduits dans les classes montrent que l'aspect « mécanique » de la construction est sans doute celui qui pose le plus de difficultés : les frottements sont à prendre en compte, de même que les problèmes de stabilité ou d'équilibre de l'équipage. À cette occasion, des recherches intermédiaires permettront aux enfants de maîtriser l'équilibre de tiges en rotation : égalité des forces de part et d'autre de la poulie, division de l'effort par des poulies mobiles ou des palans, précision de la longueur de fil tiré en fonction de la démultiplication par les poulies mobiles. Le pantin articulé et ses fils que les enfants pourront concevoir puis fabri-

quer poseront les questions du mouvement d'un levier, des positions relatives de l'axe, de la résistance du poids du bras ou de la jambe, de la détermination du point d'application des ficelles et de l'action à exercer. De même, la solidité de l'équipage du télégraphe imposera-t-elle de réfléchir à la répartition des forces et à l'équilibre du dispositif. Ainsi l'élève sera-t-il confronté à un véritable problème scientifique et technologique, qu'il résoudra en découvrant la nécessité de corrélérer la longueur du fil à tirer et la position du bras indicateur.

L'optimisation progressive du dispositif lui permettra de réaliser que cet instrument, dont l'allure lui évoque – à tort – quelque chose de bricolé et de facile, relève en fait d'une mise au point précise et sophistiquée. Par exemple, pour positionner un bras dans une direction donnée, rapidement et sans ambiguïté, on peut imaginer diverses solutions techniques dont chacune fonctionnera ou mieux ou moins bien que l'autre pour le service rendu. La tension des fils, le mouvement des poulies, l'action de l'homme qui déplace les bras, l'ordre des affichages... autant de problèmes pour lesquels il conviendra de trouver la meilleure solution. Chaque phase proposera des solutions distinctes, correspondant à des télégraphes plus ou moins perfectionnés. Une recherche sur les différents télégraphes construits depuis le ^{xviii}^e siècle confirmera que les dispositifs et les dimensions des télégraphes en France ont connu divers avatars avant d'être standardisés.

Une initiation à la problématique : du codage et à la solution de Chappe

Dernière étape : celle du codage. Un travail sensibilisera les enfants aux difficultés à surmonter, aux choix à opérer, et leur permettra d'apprécier le travail de Chappe à sa juste valeur.

À l'occasion d'un jeu de rôles au sein de la classe, les enfants pourront inventer un codage écrit : se passer des papiers emplis de messages que les autres devront intercepter et décoder. Le jeu de l'encre sympathique est un moyen bien connu. La déformation des mots selon une règle à définir en est un autre. On peut aussi proposer, une fois l'initiation lancée, un codage à l'aide de bûchettes ou de cure-dents : la disposition des tiges sera l'occasion de réfléchir au codage mis en œuvre par le télégraphe. L'un des problèmes à résoudre sera l'orientation des barres : laquelle privilégier ? choisira-t-on seulement l'horizontale et la verticale ? sinon, comment repérer une position oblique ?

Une fois ces considérations géométriques passées en revue, que signifie « faire circuler l'information » ? Comment lier les positions successives des signaux aux significations successives ? Si l'on se souvient du code Morse, la succession des signes peut se faire sur la même ligne ou selon des positions différentes ; les points peuvent être en rotation, leur nombre augmenter, etc., de façon à faire progresser le signal en même temps que l'information. Ici, l'information sera supportée par des points et des traits alignés qui se succèdent sur une ligne, mais on peut imaginer trouver d'autres codages sur d'autres supports : taches, couleurs, bâtonnets...

Sachant que le télégraphe de Chappe permet de représenter $2 \times 7 \times 7 = 98$ signaux différents – deux positions distinctes pour le régulateur et sept pour chaque indicateur –, il sera intéressant d'étudier les textes anciens qui présentent les essais de Chappe sur cette question. L'école primaire de Chambéry a fourni des indications précieuses à ce sujet : elles retracent les tentatives et suggestions successives de Chappe pour obtenir un codage assez complexe offrant un grand nombre de possibilités – un codage trop simpliste ne pourrait en effet que communiquer des messages courts et peu élaborés. En comparaison des propositions enfantines, souvent élémentaires, celles de Chappe permettront de saisir la force de conviction et la compétence technique de l'inventeur.

Les processus de l'invention

L'idée de l'invention est encore trop souvent associée à une création ex nihilo, la simple imagination de l'inventeur remplissant son office. Aujourd'hui, les nombreux travaux d'histoire des sciences ont montré qu'une découverte est généralement le produit de découvertes antérieures, de travaux précurseurs présentant des solutions partielles, autres. On se souviendra de la communication sur grandes distances expérimentée dès l'Antiquité avec des torches ou des signaux de fumée, que plus tard, les Romains ont fait tenir par des « stationnaires » pour augmenter la distance de visibilité. L'intérêt de la nouveauté que présente le télégraphe de Chappe réside dans l'existence de relais placés en terrain découvert ou sur des hauteurs et dans l'utilisation de longues-vues – sortes de lunettes inspirées des lunettes astronomiques mises au point grâce au perfectionnement de l'optique et de ses instruments à la fin du XVIII^e siècle –, qui grossissent entre trente et soixante-cinq fois.

Il serait intéressant que, partant de ce point de vue, les enfants recherchent en quoi les travaux de Chappe lui ont permis de mettre au point le télégraphe. En particulier, par quelles étapes cette invention a pu aboutir : essai de techniques différentes telles que l'utilisation de pendules, du son ou l'affichage de couleurs, etc. De là, il sera riche d'enseignement pour les élèves d'analyser les raisons pour lesquelles les premières solutions techniques n'ont pas été retenues, que l'efficacité ait été insuffisante ou que des obstacles soient intervenus – à ce sujet, l'évocation de la destruction du matériel par des riverains inquiets qui avaient pris peur devant ces constructions bizarres fera prendre conscience aux élèves que l'invention en soi peut ne pas suffire à convaincre. Les conditions d'utilisation du télégraphe « final » et ses performances seront également analysées, ce qui permettra aux enfants d'appréhender les inconvénients liés à l'aspect optique et mécanique de l'affichage et de sa transmission : à quelles conditions les signaux sont-ils visibles ? que se passe-t-il par temps de brouillard, de neige ou de pluie, ou quand il commence à faire nuit ? combien de temps cela prend-il de lire un message, de le retranscrire ? avec ce type de codage, combien de mots différents peut-on composer ? des espions ne risquent-ils pas de décrypter les messages ?... Des inconvénients qui justifieront l'avènement du télégraphe électrique, un demi-siècle plus tard.

Dans un autre ordre d'idées (une invention étant une production humaine), il est important de faire appréhender par les enfants que la technique n'est pas seule en cause : l'inventeur fait partie d'un environnement qui ne peut le laisser indifférent et qui ne peut, en conséquence, manquer d'influer sur ses choix et ses comportements. D'autres facteurs – autres qu'une bonne dose de persévérance et d'acharnement ! – que la technique interviennent donc dans l'achèvement et la commercialisation d'une découverte. Notamment, les instances d'officialisation et de validation. Les enfants rechercheront, dans le cas de Chappe, comment son invention fut validée : ils trouveront dans les récits que la reconnaissance officielle fut le fait de la Convention. Pour que cela adienne, Chappe a eu besoin de relais, ce que les enfants vérifieront en explorant sa biographie : son frère Ignace fut cet intermédiaire en tant que membre de l'Assemblée législative. Mais il ne fut pas le seul : pour une telle aventure, qui dura de la Révolution française jusqu'au second Empire, Chappe sut trouver de nombreux autres appuis. Le réseau humain ainsi que les juridictions et les autorités comptent au moins autant que les performances techniques dans l'invention, qui ne peut être le fait d'une seule personne.

Qu'est-ce qu'un réseau de communication ?

La structure des Postes ou celle des télécommunications est aujourd'hui bien connue des enfants (le postier, le facteur, le guichet, les trains postaux, les imprimés, ou les combinés de téléphone, les bornes d'appel, les bureaux, les annuaires, le personnel technique...). Un premier bilan de ce que savent les enfants à ce sujet leur permettra de se familiariser un peu

avec l'idée de réseau.

Dès lors, ils pourront s'interroger sur le type de réseau qui s'imposa dans le cas du télégraphe de Chappe. À cette fin ils simuleront des communications avec le télégraphe qu'ils auront construit, en utilisant un codage accepté par tous. Ainsi émergera, outre la question du matériel et des constructions, celle du personnel et de sa hiérarchie. Deux « stationnaires » étaient requis dans chaque station : l'un pour actionner les bras du télégraphe, l'autre pour observer à la lunette, et cela 365 jours par an, de l'aube au crépuscule. Seuls dépositaires du vocabulaire (ou dictionnaire), tenus au secret absolu, les directeurs, qui supervisaient une division de stations, codaient, décodaient et transmettaient les messages. Représentants de l'administration télégraphique, les inspecteurs, d'origine noble ou bourgeoise, comme les directeurs, visitaient une fois par mois, et souvent à pied, toutes les stations, soit quinze à vingt jours de route environ. Ils contrôlaient le matériel, surveillaient et payaient les stationnaires pour un salaire valant la moitié de celui du directeur.

Le concept de ligne télégraphique sera aussi dégagé : une ligne jalonnée de stations équipées de sémaphores, lunettes et personnel ; d'où le réseau de 5 000 km en étoile autour de Paris qui prendra forme peu à peu, reliant vingt-neuf villes grâce à 550 stations.

Les enfants essaieront d'évaluer les avantages de ce réseau qui fut, à l'époque, admiré et copié en Europe : rapidité de l'information et efficacité – sauf, nous l'avons vu, en cas de pluie, neige ou brouillard, ce qui sera l'une des causes de son déclin. Mais cette faiblesse face aux intempéries et les autres inconvénients techniques déjà listés ne furent pas à eux seuls cause de son abandon. En effet, le réseau avait été développé par la Convention qui y avait vu une solution au problème de la transmission des informations urgentes en temps de guerre. Dans ces conditions, le réseau bancaire n'existant pas encore, la construction des lignes, des stations, du réseau, la paie des stationnaires, des inspecteurs, tout fut pris en charge par l'État, lequel, en contrepartie, l'utilisa à son seul service – un point sur lequel il ne transigea jamais et qui n'incita pas les particuliers à être parties prenantes du dispositif. Il lui revenait donc logiquement d'entretenir ce réseau. Or, dès la paix revenue, le budget alloué au réseau diminua ; Bonaparte, le Premier consul, fit même fermer les lignes par peur des désordres révolutionnaires. Elles furent réouvertes sous la Restauration alors que la transmission des résultats de la Loterie nationale assura leur survie. Mais, l'État n'entretenant plus les lieux réquisitionnés, le matériel, de plus en plus à l'abandon, disparut progressivement du paysage tandis que commençaient à se développer de nouveaux moyens de communication – notamment le télégraphe électrique, déjà mentionné, appelé ensuite « télégraphe Morse », du nom de l'inventeur du codage.