

Faire revivre les téléscripteurs et autres machines.



Photo et appareil : Christophe TOURNERIE (F1APJ)

Certains collectionneurs possèdent de telles machines pour la démonstration. Or, de nos jours, il n'est guère d'émissions de téléscripteurs que les bulletins météo de Hambourg présents en permanence aux environs de 10,100 MHz, en bas de la bande radioamateur des 30 m.

Mais pour combien de temps encore ? Par ailleurs il me semble sympathique, lors de démonstrations, que l'on puisse écrire un texte et l'envoyer sur la machine.

Avant toute chose il faut se remémorer quelques notions fondamentales sur la transmission de l'écrit depuis le début du XXe siècle, voire à la fin du XIXe. Il eut à cette époque beaucoup d'essais plus ou moins réussis mais il n'est resté que le Morse, puis le téléscripteur Baudot. D'autres modes ont été essayés, des modes analogiques mais sans bon résultat utilisant des appareils coûteux et peu fiables. En premier nous examinerons les lignes filaires de transmission, avant les transmissions par radio que ce soit pour le Morse ou le téléscripteur. (Davantage de précisions historiques en 3^e partie de l'article.)

Généralités sur la transmission de l'écrit à partir du XIXe siècle

Les lignes de transmission

La transmission des messages écrits s'est faite tout d'abord sur des lignes filaires. La radio est venue bien plus tard.

Il existe deux types de lignes de transmission différentes : les lignes **télégraphiques** et les lignes **téléphoniques (actuelles)**.

La **ligne télégraphique** peut fournir tension et courant, elle ressemble à une ligne électrique ordinaire pour l'éclairage ou tout autre usage. Parfois la terre est utilisée pour le « retour » à la place d'un second fil aérien. Vu les pertes dans le circuit en raison de conducteurs très imparfaits, l'énergie électrique (tension, courant) doit être fréquemment relayée par des systèmes « injectant » à nouveau de l'énergie. Ce sont des **relais**, semblables aux relais de poste pour les diligences qui utilisaient de

l'énergie animale ! *Nota : les lignes des « téléphones de campagne » composées d'une paire de fils torsadés sont de ce type.*

La ligne téléphonique actuelle ne peut diffuser que des **fréquences** audibles, limitées par convention à 3000 Hz pour le téléphone, **pas de courant continu**. Elle passe par des centraux téléphoniques pour dispatcher les destinations. **La transmission par radio** est similaire dans son usage à une telle ligne téléphonique.

Ces lignes de transmission sont adaptées à divers appareils :

Les appareils électromécaniques nécessitent une ligne télégraphique : anciens télégraphes Morse à bande de papier et téléscripteurs Baudot de différentes époques, commandés par une « boucle de courant » selon les termes employés. Souvent il s'agit de 120V et 60 à 80 mA soit une puissance électrique de l'ordre de 9 watts pour les téléscripteurs.

Les appareils capables de détecter le son (généralement électroniques) utilisent principalement les lignes téléphoniques : télégraphie Morse auditive, téléscripteurs avec MODEMS et radio-téléscripteurs, HELLSCHREIBER (qui est un FAX transmettant les graphismes des lettres). Ces machines sont adaptées à une transmission par radio.

Pour les téléscripteurs, il s'agit souvent d'appareils classiques à « boucle de courant » connectés à un MODEM, un modulateur/démodulateur capable de transformer des tensions électriques en signaux sonores à fréquences audibles, transportables par les lignes téléphoniques et de faire l'inverse.

De nos jours je pense qu'il n'existe plus en France de lignes télégraphiques, mais l'ancien sigle « PTT » montre bien qu'il y avait une différence entre les deux.

Les modes de transmission

Toutes ces transmissions ont un point commun : **elles sont binaires**. Les lettres sont codées d'une façon ou d'une autre par 0 et 1, actif ou inactif. Pour les lignes télégraphiques, c'est l'alimentation électrique : **volts et ampères sur la ligne**, lumière allumée / lumière éteinte d'où la dénomination fréquente de « boucle de courant ». Mais pour qu'il y ait du « courant » il faut une différence de potentiel, généralement 120V en courant continu.

Pour tous les vecteurs de transmission, quel qu'en soit le type, le principe binaire sera le même en transportant **soit un son unique, présent ou non, soit deux sons non harmoniques** représentant les deux états. L'écart de fréquence est de 170 à 850 Hz, souvent 450 Hz. C'est le **SHIFT**, suffisamment faible pour ne pas beaucoup élargir la bande passante.

Les types de transmissions par signaux audibles

Les transmissions par fréquences audibles sont de deux types : **un seul son**, présent ou non (télégraphe Morse mécanique et HELLSCHREIBER) ou **deux sons différents** appelés **MARK et SPACE** pour les radio-téléscripteurs. Dans ce cas un **MODEM** est indispensable pour transformer les sons en énergie électrique et inversement.

En conséquence, il faudra utiliser en réception des « tables de traduction » : nombre binaire vers graphisme de lettres pour ce qui est du Baudot et du Morse.

En émission le principe est identique : une frappe sur un clavier est transformée en un signal binaire. Dans le cas du Morse « manuel » c'est le cerveau de l'opérateur qui effectue cette transformation.

L'assemblage des signaux : la procédure. Il existe de milliers de façons de transformer une lettre en une suite de sons ou plus généralement en un signal à deux états. Il semble évident à notre époque, habituée à la numération en base 2, d'attribuer un nombre à chaque signe d'écriture à transmettre. Ce n'a pas été le cas dans les tout-débuts, au XIXe siècle.

La télégraphie Morse est particulière car elle transmet un « motif graphique » (pas un caractère latin de l'alphabet classique) ou auditif, un « gingle » pourrait-on dire. Les Anglo-Saxons utilisent le

mot « pattern ». La transformation en lettres « normales » n'est pas très facile pour les hommes, nécessitant un long apprentissage et elle est encore plus difficile pour les systèmes électroniques en raison de l'absence de synchronisation et surtout de vitesses de transmission variables et irrégulières. C'est un code binaire non numérique, ne représentant pas de nombres.

Pour les **transmissions autres que le Morse, seuls des NOMBRES sous forme BINAIRE** sont transmis, synchronisés et toujours à la même vitesse : émission impossible à décoder par l'oreille humaine mais convenant parfaitement à des machines adaptées.

Des expérimentations pour faire revivre les machines

Note importante : Les expérimentations ci-après ont été réalisées sur de véritables machines, mais ont été également testées, en premier lieu, avec un logiciel de télécommunications : MULTIPSK. Elles peuvent donc être réalisées même si l'on ne possède pas de téléscripteur.

Bien qu'elle soit applicable à la télégraphie Morse, mais dans ce cas il faut construire un décodeur efficace, cette expérience ne s'applique qu'à des téléscripteurs BAUDOT sur ligne téléphonique avec MODEM ou utilisant un signal radio modulé (RTTY).

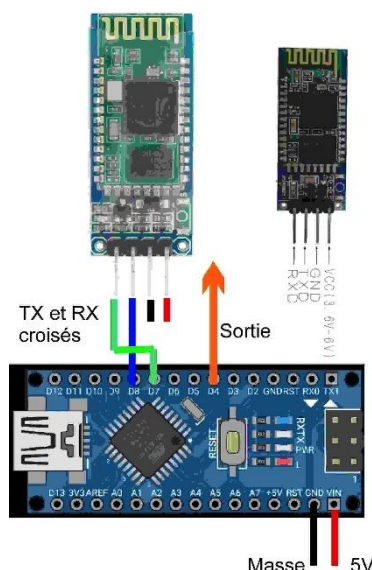
Nous avons réalisé avec succès d'autres montages pour le Morse, pour les téléscripteurs à boucle de courant grâce à l'utilisation d'une interface prévue pour des tensions continues élevées (120 V), utilisant des optocoupleurs spéciaux, ou au HELLSCHREIBER. Ces deux dernières expérimentations ne présentant pas de grandes difficultés logicielles seulement une interface spécifique entre ARDUINO et appareils.

Il est amusant de mélanger des techniques d'époques différentes en utilisant un smartphone comme émetteur et un montage très simple à ARDUINO comme récepteur à la place de l'appareil de radio ou de la ligne téléphonique.

Nous distinguerons trois éléments :

- Un montage électronique à ARDUINO très simple utilisant des interfaces toutes prêtes ;
- Un programme de transmission (téléchargeable en fichier de type « .INO ») envoyant les caractères Baudot vers la machine sous forme de deux tonalités appelées MARK et SPACE. La vitesse de transmission et les paramètres des tonalités (le SHIFT ou différence de fréquence) sont les plus couramment employés, ceux utilisés par la station météo de Hambourg, mais le programme étant libre, chacun pourra l'adapter ;
- Un logiciel gratuit à télécharger sur son smartphone puis à paramétrer.

Première partie : l'expérience de base



Montage extrêmement simple, il permet d'envoyer une phrase tapée sur le téléphone vers le téléscripteur.

Un schéma étant plus parlant que de longues explications, le voici.

Mis à part le microprocesseur (NANO, UNO ou tout autre) il nécessite un circuit émetteur/récepteur de Bluetooth nommé **HC-6** à 4 broches seulement car il sera monté en « esclave ». Le branchement est des plus simples : l'alimentation et la liaison RX/TX.

L'alimentation 5V peut provenir d'une pile de 9V suivie par une régulation utilisant un circuit 7805 mais il est encore plus simple d'utiliser un chargeur de téléphone ou une batterie de secours connectés directement sur la prise USB de l'ARDUINO. Pendant les premiers essais le port USB de l'ordinateur téléversant le programme

sera suffisant. La masse pour la sortie vers l'appareil sera prise sur l'une des broches marquée « GND » sur l'ARDUINO.

Il est possible de placer un potentiomètre ajustable de 10 k monté en atténuateur réglable à la sortie (éventuellement avec un condensateur de liaison de 100 nF ou davantage, en série), surtout si l'on expérimente en utilisant l'entrée d'un ordinateur fonctionnant avec MULTIPSK car les signaux produits par ARDUINO sont des « carrés » d'environ 4 V d'amplitude.

Le logiciel d'ARDUINO

Il est fourni gratuitement sous forme de fichier « .ino » à téléverser dans le microprocesseur.

Que fait-il ?

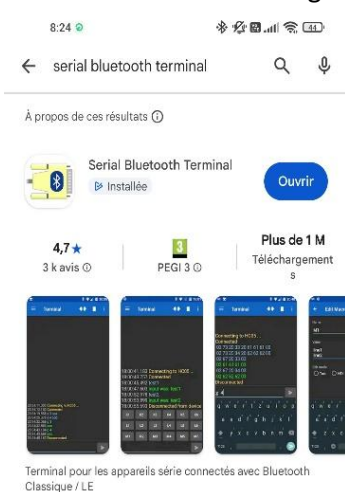
- Il donne sur l'écran du smartphone les indications nécessaires à son utilisation ;
- Il reçoit le texte tapé sur cet appareil. Il est possible d'écrire en majuscules ou minuscules, le logiciel pourra gérer ça, mais les lettres accentuées seront remplacées par des « ? ». Les chiffres et la ponctuation sont également admis dans la limite des caractères Baudot imprimables. Il est possible d'ajouter un retour de chariot volontaire au milieu du texte et si celui-ci dépasse 70 caractères, la machine reviendra automatiquement à la ligne comme il se doit ;
- Lorsque le texte est écrit, 3 options sont proposées après vérification et avant de l'envoyer : soit on transmet le texte une seule fois, puis on en écrit un nouveau, soit on le garde en mémoire pour l'envoyer à plusieurs reprises, soit on l'efface sans l'envoyer et on repart au début ;
- Le texte est envoyé à la machine. En cours d'envoi il est possible avec une touche du smartphone d'arrêter cette transmission.

Note importante :

- *Le shift habituel entre fréquences est de 450Hz, +/- 225 Hz par rapport à la fréquence centrale qui est en général réglable sur la machine mais il est possible de modifier les lignes du programme avec les valeurs de fréquences souhaitées, voire de les inverser si l'on reçoit en « reverse ». Toutes les lignes sont commentées pour pouvoir effectuer un changement de programmation très facilement, même par un débutant.*
- *Le logiciel fourni gère aussi une carte SD (expérimentation avancée en seconde partie) Ne pas s'inquiéter s'il indique que la carte est absente, ensuite il n'en tiendra pas compte et tout se déroulera normalement.*

Le paramétrage du smartphone, le moment le plus délicat !

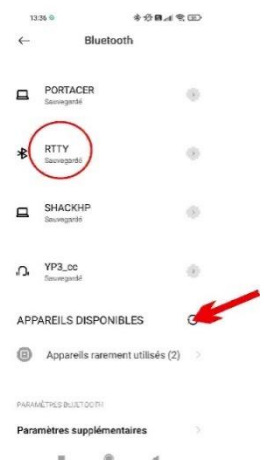
Il faut d'abord télécharger le logiciel : **Serial Bluetooth Terminal** en utilisant votre application habituelle de téléchargement.



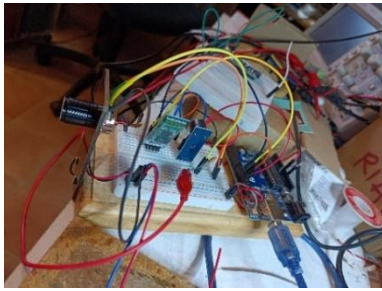
Vérifier également que Bluetooth est activé sur le téléphone.

Comme pour tous les autres appareils il va falloir **appairer** le HC-6 et pour cela, il faut au minimum l'alimenter. Il va se mettre à clignoter « furieusement » !

Ouvrir les paramètres du téléphone et choisir Bluetooth. Vous allez voir tous les appareils déjà appairés et tout en bas de l'écran la mention : **APPAREILS DISPONIBLES**. En touchant la petite roue le téléphone va rechercher et bien sûr trouver HC-6. Il va vous être demandé un code pour l'appairer, c'est « 1234 » ou « 0000 ». Ensuite vous pouvez renommer le HC-6 comme on le voit sur cette copie d'écran, mais ce n'est pas obligatoire.



Normalement c'est terminé pour la partie « Bluetooth » du téléphone, il va falloir s'occuper du logiciel **Serial Bluetooth Terminal**.



Il vaut mieux avoir réalisé le montage, même si c'est sur une plaque d'essais « planche à pain » !

Sur ce montage remarquez à gauche un potentiomètre de 10k ohms. Ceci a été expliqué précédemment

Démarrer le logiciel sur le smartphone.

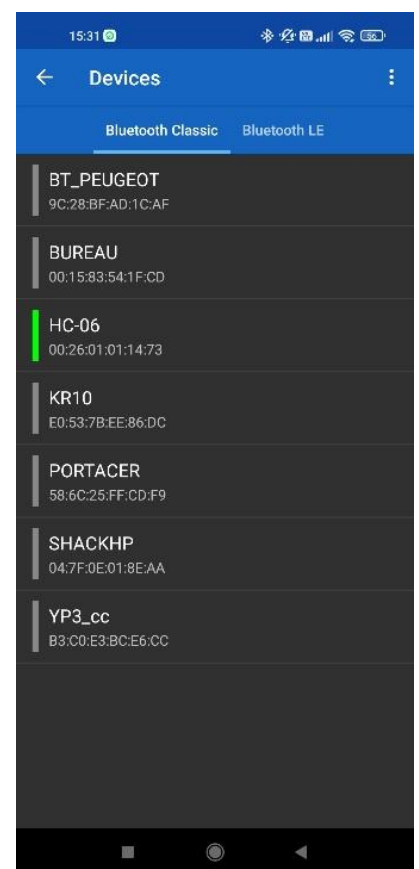


L'écran apparaît et sur l'image de gauche on remarque des « boutons » dans le bas. Il y a des inscriptions, **ce sont celles que j'ai mises**, au départ il n'y a rien. Ces boutons sont très utiles pour **envoyer** ou **insérer** des caractères particuliers : pour terminer le message à envoyer par exemple, insérer un retour à la ligne, ou faire des choix. Nous verrons comment les programmer, mais pour le moment le plus important est de se connecter avec le module HC-6.

Pour commencer il faut aller dans les paramètres et choisir **Devices**.

C'est là que l'on devrait voir HC-6 parmi tous les autres appareils Bluetooth, présents ou déjà vus.

Sur l'écran de droite on peut voir : ma voiture (publicité gratuite !) 3 ordinateurs, ma montre et un casque... en plus de HC-6 bien entendu.

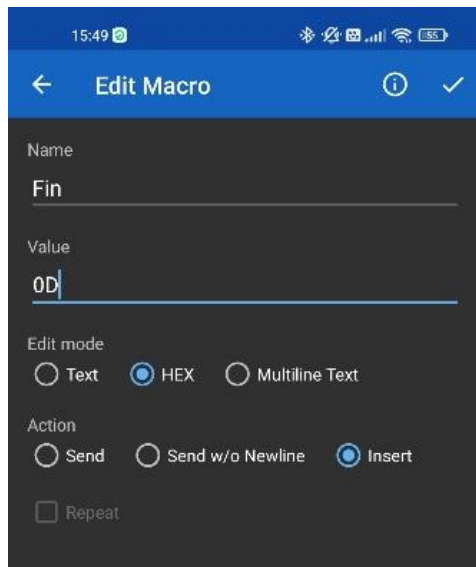


En appuyant sur HC-6 le smartphone va se connecter avec le module et à ce moment, les LEDs qui s'agitaient beaucoup vont devenir très « cool » ! Revenir alors sur l'écran principal.

*Si le montage était fait et le logiciel téléchargé, **il est probable que rien ne soit écrit sur l'écran du smartphone, c'est normal**. En fait le logiciel attend la commande « Escape » qui n'est pas encore programmée.*

Allez en fin de ce texte pour d'autres informations importantes sur le paramétrage du terminal.

Il vaut mieux d'abord programmer les boutons en commençant par exemple par celui qui est marqué « Fin » sur la photo ci-dessus, car il va indiquer au programme que le texte est terminé et pourra partir vers le téléscripneur.



Pour programmer les boutons il faut appuyer quelques secondes sur l'un d'eux pour qu'apparaisse la fenêtre de paramétrage. Ici c'est le second à partir de la gauche, mais c'est à votre choix, tous sont équivalents. On peut même avoir plusieurs lignes de boutons, ce qui est totalement inutile pour cette application (et la suivante).

Sur la photo ci-contre :

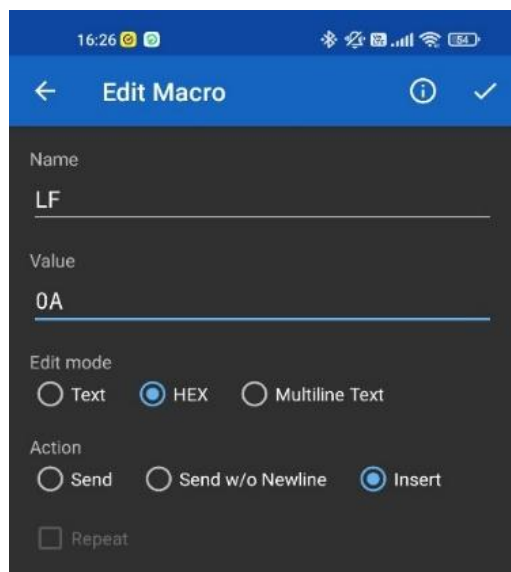
Première ligne : le nom du bouton qui va apparaître sur l'écran principal. J'ai mis « Fin » parce que... c'est pour terminer le texte !

Deuxième ligne « Value ». Comme je veux y mettre un caractère de fin de texte, je coche d'abord **HEX** en sorte que sur la ligne « Value » je puisse placer **0D (zéro D)**, le caractère 13 en ASCII hexadécimal, celui qu'on appelle aussi CR, « carriage return », retour de chariot.

En bas à droite, je choisis « Insert » car je vais insérer ce caractère dans ma ligne de texte. Pour l'envoyer il faudra

ensuite appuyer sur la flèche >> à droite de la phrase, nous verrons cela dans le déroulé de l'action.

Quand on a terminé le paramétrage d'un bouton ne pas oublier d'appuyer sur la coche « V » en haut à droite.



Le bouton à la droite de « Fin » est « LF », « line feed », celui qui fait monter la feuille de papier d'une ligne sur une machine à écrire (et descendre sur un écran !). Celui-ci servira à insérer un caractère « 0A » (zéro A), le n°10. Le programme ARDUINO va l'interpréter et le téléscripateur reviendra à la ligne et en début de ligne.

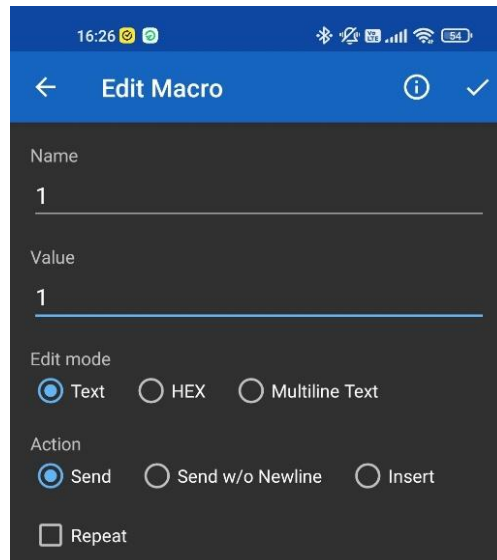
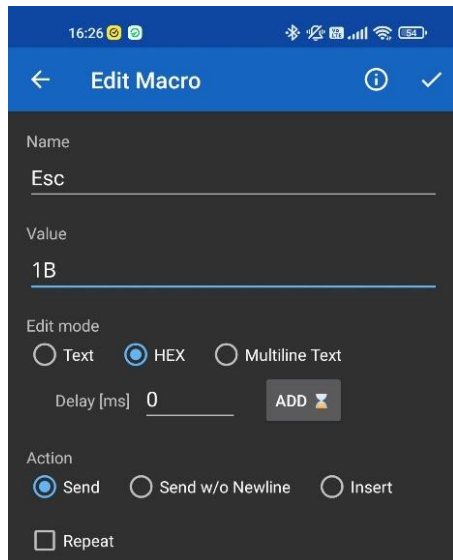
Anecdote : pour respecter le fonctionnement de la mécanique (dont la vitesse est limitée) il vaudra mieux envoyer au téléscripateur deux retours de chariot et un passage à la ligne suivante : CR+CR+LF.

Le nom du bouton que j'ai choisi est donc « LF » et il insérera au milieu du texte un retour de chariot.

Cela fera apparaître dans la ligne d'entrée de texte deux caractères de couleur différente. Ne pas s'en préoccuper.

En revanche si l'on veut ne plus revenir à la ligne, il faudra les effacer tous les deux.

Jusqu'alors nous avons défini des caractères à **INSERER** dans le texte. Maintenant nous allons créer des boutons dont la valeur est destinée à être **ENVOYEE**. C'est le cas du bouton « ESC » et des boutons numériques. En fait il n'y en aura que 3 d'utiles pour le moment, le 4^e est juste là pour compléter la ligne, mais il servira pour un autre montage expérimental.



Le bouton ESC enverra la valeur 1B (27) « escape » pendant la transmission du message vers le téléscripneur.

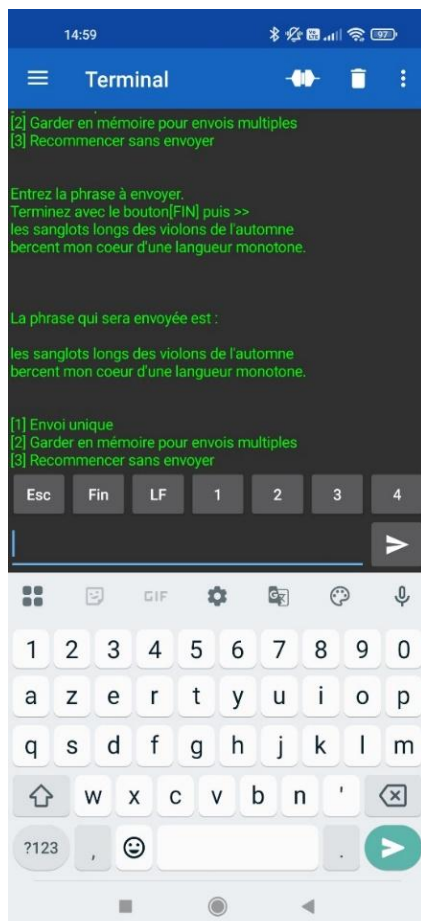
Il sera interprété par le programme ARDUINO comme mettant fin à l'envoi du texte.

Le bouton « 1 » enverra (cocher

Send) du **texte** comme l'indique la ligne « Edit mode ». Il s'appelle « 1 » et envoie 1 quand le programme le lui demandera (voir la suite des explications, l'utilisation du programme). Les boutons 2 et 3 feront strictement la même chose.

Pourquoi alors ne pas utiliser tout simplement le clavier ? **Parce que ces valeurs ne feront pas partie du texte à envoyer.** Ce sont les réponses à des choix que proposera le programme.

Le déroulé des opérations



Si tout est programmé, si le smartphone est connecté : plus de clignotement du HC-6 et les 2 « prises » en haut sur le téléphone sont réunies, il ne s'affiche RIEN !

A ce moment taper sur la touche [Esc] et si Murphy ne s'en mêle pas, vous verrez que la carte mémoire n'est pas connectée mais juste après il vous sera demandé de taper la phrase que vous voulez envoyer.

Entrez votre message normalement. **La taille maximale de la phrase est de 140 caractères.** Le téléscripneur Baudot n'envoie que des caractères en majuscules, mais tapez sans vous en préoccuper, le programme fera le reste. Toutes les lettres, tous les chiffres et les signes de ponctuation sont possibles, **mais pas les accents.** Si vous avez une table ASCII ce sont les caractères de 65 à 95. L'arobase, n° 64, sera transformée en « A ». A la place des caractères accentués il y aura un « ? ».

Si vous insérez un « LF » le téléscripneur reviendra à la ligne quand le texte y arrivera.

Pour terminer, appuyer sur [Fin] puis sur >> comme indiqué au début sur votre écran de téléphone.

Et... cela ne part pas encore !!!

D'abord, on peut ne pas être content de la phrase qui vient d'être affichée pour que vous la contrôliez. Dans ce cas appuyer,

comme il est indiqué, sur le **bouton [3]**. On efface tout et on recommence.

Si vous êtes satisfait, taper sur le **bouton [1]**. La phrase sera envoyée puis, à la fin, cela revient au départ : on pourra entrer une nouvelle phrase.

Si l'on est extrêmement content de sa phrase, alors **taper [2]** : la phrase sera envoyée, **mais restera en mémoire**. A la fin de l'envoi touchez le bouton qui vous sied : [1] et elle sera envoyée une fois, [2] elle sera envoyée mais restera encore en mémoire et [3] on recommencera !

Au cours de l'envoi, touchez le bouton [Esc] et tout s'arrêtera dès le prochain caractère.

Dans l'exemple d'écran ci-dessus un caractère « LF » a été inséré à la fin du premier vers de Verlaine.

Vous pouvez constater que dans le bandeau « Terminal » un petit dessin montre 2 prises connectées. Si elles apparaissent déconnectées (on s'est peut-être trop éloigné) les toucher permettra une nouvelle connexion.

Notes importantes :

Ce montage est prévu pour des télécriteurs radio ou téléphoniques, c'est-à-dire qu'il transmet uniquement des SONS, pas de tensions ni de courants.

La section paramétrage du terminal (3 traits horizontaux, en haut à gauche) permet de définir l'aspect physique de l'écran en particulier **la taille des caractères**. On le trouve dans le sous-menu « Settings », c'est au choix de l'utilisateur.

If faut, dans « Receive » choisir « CR+LF » pour : « Newline ».

En revanche, dans « Send », choisir « None ». C'est le programme qui se chargera d'envoyer le texte grâce au bouton [Fin] et à la flèche >>

Cela fonctionne mieux de cette façon et cela peut éviter d'envoyer une phrase avec des erreurs. On peut toujours se rattraper avec le bouton [3] mais il faut alors tout réécrire, autant corriger l'envoi en temps voulu.

J'ai activé « **Clear input on send** », effacer l'entrée (du texte) après l'envoi, ce qui me semble logique. Il faut en revanche (Settings/Terminal) **désactiver** : « **Show connection messages** » et « **Show timestamps** », l'horodatage des envois.

Taille de la phrase que l'on peut envoyer : Elle est limitée à 140 caractères ce qui fait 2 lignes de 70 caractères. C'est assez long à taper sur un smartphone. Elle est limitée à cause de la mémoire disponible sur l'ARDUINO. La taille maximum de la mémoire pour les variables est de 2,5 ko pour ce modèle d'ARDUINO.

Le but de cette démonstration est en général d'écrire quelques mots ou quelques lignes à la demande d'un visiteur pour montrer le fonctionnement de la machine, pas pour imprimer un long document.

Deuxième partie : envoyer des documents sur un télécriteur

Mes « clients, initiateurs, instructeurs, expérimentateurs et essayeurs de plâtres », Christophe et Jean-Pierre, qui effectuent des démonstrations auprès du public avec leurs belles machines m'ont indiqué qu'envoyer une phrase à la demande était intéressant mais envoyer par moments un long texte, de préférence historique, permettait de donner des explications à d'autres personnes.

Petite digression historique



Je possède des copies de textes relatant en 1939 la présence sur notre sol de France d'émetteurs allemands clandestins avec leur description. **Je voudrais les envoyer sur le téléscripteur.**

Voici la photo d'un des émetteurs décrits. L'agent ennemi ne transportait que la boîte grise, sans tube.

Il aurait retiré la lampe finale de l'amplificateur basse fréquence d'un poste de radiodiffusion, l'aurait placée sur le dessus du boîtier puis aurait enfiché l'ensemble à la place du tube précédemment prélevé, bénéficiant ainsi des hautes et basses tensions nécessaires au fonctionnement de l'appareil.

Après cette digression historique voici le principe d'utilisation du montage.

Il s'agit de réaliser un système qui permettrait d'envoyer vers un radio-téléscripteur une page de texte ou davantage, celui-ci ayant été sauvegardé sur une carte « micro SD ».

On pourra alors soit envoyer une phrase de démonstration tapée sur le téléphone, soit un long texte enregistré.

Rien n'est changé en ce qui concerne l'envoi de la phrase. La programmation du Smartphone ne change pas non plus.

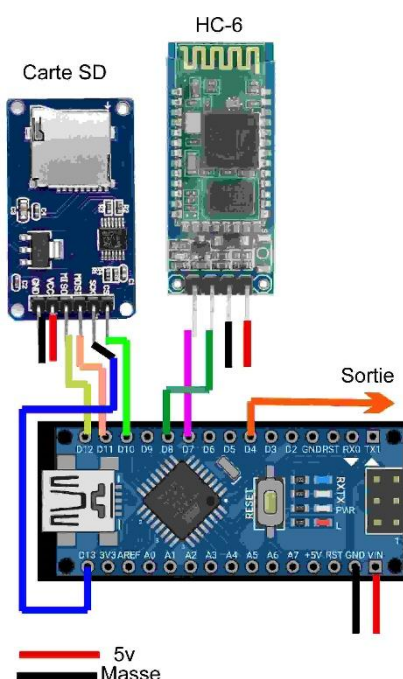
Comme précédemment, les commandes se feront à partir du téléphone qui donnera, en plus, le choix entre plusieurs textes. Pour ce montage d'essai il n'y aura que 4 titres possibles, mais chaque fichier n'est pas limité en taille et l'on y enregistrera ce que l'on souhaite en utilisant un ordinateur.

Pourquoi seulement 4 fichiers ? Pour ne rien avoir à changer dans l'aspect et au paramétrage précédent du téléphone avec les boutons existants. La touche « Escape » sera utilisée pour arrêter immédiatement l'envoi du texte qui va s'afficher à la fois sur le téléscripteur et également sur le téléphone.

Il s'agit d'un parti-pris personnel pour simplifier le travail, mais tout est modifiable dans la programmation de l'ARDUINO et du téléphone.

Nota : Il est possible de gérer plusieurs circuits HC-6 sur 2 montages différents car les circuits n'ont pas la même « adresse Mac ». Quand ils auront été appariés, ils apparaîtront tous les deux dans l'onglet « Devices » et il suffira de choisir le bon.

Le montage pratique



Il y a davantage de connexions que pour le montage précédent car il faut câbler en supplément le support de carte SD. 7 et 8 seront pour le HC-6 (pas de changement) 10,11,12 et 13 pour la liaison avec la carte, une liaison de type « SPI ». Cela signifie : Serial Peripheral Interface, interface série de périphérique, mais la liaison avec le module HC-6 est tout autant une liaison série (une autre, de type « port de COM modifié ») quant à celle qui relie le montage au téléscripteur, c'est également une liaison série ! L'USB est encore une autre liaison série, sans parler des liaisons sans fil (Bluetooth, Wi-Fi, etc.) qui en sont également. En résumé toutes ces liaisons utilisent un « code » et un « protocole » : comment représenter les données et de quelle façon les transmettre.

En fait il y a belle lurette qu'il n'y a plus de liaisons parallèles utilisant ces larges nappes de fils que l'on appelait « limandes » par dérision !

Le logiciel d'ARDUINO

Par rapport au programme précédent, il gère la lecture des fichiers sauvegardés sur la carte SD avec un ordinateur, transforme le codage ANSI (pas ASCII, si l'on veut vraiment gérer les lettres accentuées et ne pas les remplacer par un point d'interrogation. Voir plus loin les explications) en code Baudot et l'envoie vers la machine.

Il y a donc plusieurs nouveautés :

- Gestion de fichier de texte (logiciel Notepad ou texte brut de Word) enregistré sur une carte mémoire ;
- Remplacement des caractères accentués par les lettres majuscules correspondantes.

Le déroulement des opérations est très simple :

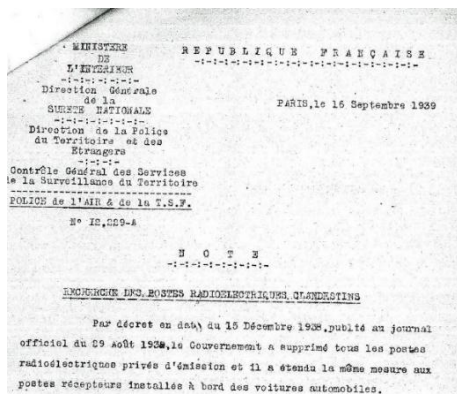
- Sur l'écran vide du début il faut appuyer sur le bouton [Esc] ;
- On choisit si l'on veut envoyer une phrase simplement ou un texte. Rien n'est changé pour le mode « phrase simple ».
- Si l'on a choisi le mode d'envoi de textes, le téléphone affiche les consignes et l'on choisit avec les boutons, 1,2,3,4 ;
- Il n'y a plus rien à faire, le texte choisi sera diffusé ;
- **En appuyant sur [Esc] tout s'arrête et recommence au départ pour choisir un autre texte ou revenir tout au début et choisir le mode d'envoi, phrase ou texte.**

La création des textes : *Cela constitue l'essentiel du travail pour l'utilisateur !*

En effet il faut que le texte soit composé de caractères conformes avec un envoi de type Baudot : lettres en majuscules et ponctuation permise.

Examen du cas le plus compliqué : le document est imprimé sur une feuille de papier !

- Il faut scanner la page avec un bon contraste, le mieux que l'on puisse faire. On a maintenant une IMAGE, mais pas de texte ! Moi j'avais déjà le document en (mauvais) PDF. Cela m'a évité la phase : « scan de la page ».



- Soit on possède un logiciel de reconnaissance de caractères dit « OCR », soit, comme moi, on utilise les services d'un site INTERNET qui va transformer l'image en caractères **MAIS sans aucune mise en page**, sauf les retours à la ligne. C'est déjà beaucoup de travail à faire en moins !
- Il faut commencer par **vérifier si toutes les lettres correctes y sont**, souvent les « c », les « e », les « o » se confondent, sans parler des « ç », des « ù » ou des « ô » ! Ne vous préoccupez pas des minuscules accentuées ou non, ARDUINO veillera au grain, mais il ne changera pas un « o » en « c » !
- C'est là que le travail fastidieux commence : **on va remettre en page « à l'ancienne »** ! Pas de tabulations, d'alignements automatiques car cela n'existe pas en code Baudot... Bien que ce soit possible (*voir la note plus loin*), on n'utilisera pas obligatoirement un traitement de texte moderne car le logiciel « Notepad » (**Bloc-Notes**) de Windows est bien suffisant (et pratique).
- **Choisir impérativement une police « machine à écrire » comme « Courier ».** Tout espacement doit se faire avec des caractères « espace », pas de tabulations.

```

REPUBLICQUE
-----
MINISTERE DE ESTERIEUR
Direction
de la
Générale
SURETE NATIONALE
-----
Direction de la Police
du Territoire
Etrangers
-:-:-:-:-
et des
Contrôle Général des Services
de la Surveillance du Territoire
POLICE de l' AIR & de la T.S.F.
No 12,229-A
O
T
E
FRANCAISE
PARIS, le 16 Septembre 1939
RECHERCHE DES POSTES RADIOELECTRIQUES. CLANDESTINS
Par décret en dat du 15 Décembre 1938, publié au journal
officiel du 29 Août 1938, le Gouvernement a supprimé tous
les postes radioélectriques privés d'émission et il a
étendu la même mesure aux postes récepteurs installés à
bord des voitures automobiles.
Pour faciliter la recherche des postes clandestins dont
il pourrait être fait un usage nuisible à notre défense
nationale, il apparaît indispensable que tout fonctionnai
re de police puisse recon- naître la nature des installat
ions radioélectriques qu'il pourrait découvrir au cours
de perquisitions ou occasionnellement.
Les quelques descriptions d'appareils énumérés ci-après
doivent pouvoir le guider dans ce genre de travail.

```

```

EM4.txt - Bloc-notes
Fichier Edition Format Affichage Aide

MINISTERE DE REPUBLIQUE FRANCAISE
L'INTERIEUR -:-:-:-:-
Direction GENERALE PARIS, le 21 Septembre 1939
de la
SURETE NATIONALE
-:-:-:-:-
Direction de la Police
du Territoire et des
Etrangers
-:-:-:-:-
Controle Général des Services
de la Surveillance du Territoire
-----
POLICE de l' AIR & de la T.S.F.
No 12.502-A

LE MINISTRE DE L'INTERIEUR
A
MESSIEURS LES PREFETS

J'ai l'honneur de vous faire parvenir,
sous ce pli, une notice concernant la recherche des postes
radioélectriques clandestins et que je vous serais obligé
de bien vouloir diffuser a vos services de Police, en
application des prescriptions de mes télégrammes des
14 et 16 Septembre courant.

Pour le MINISTRE de l'INTERIEUR
LE DIRECTEUR GENERAL
DE LA SURETE NATIONALE

```

Sur une lettre officielle il y a, tout au début, des inscriptions à gauche (généralement celui qui écrit) et d'autres à droite (le lieu, la date et autres mentions). **Il va falloir les espacer et les aligner ligne par ligne**, telles que la machine doit les imprimer et elle ne revient jamais en arrière ni ne remonte.

Ne surtout pas oublier de revenir à la ligne par [Entrée] à la fin de chacune des lignes. (Sinon le logiciel effectuera automatiquement un retour de chariot au bout de 70 caractères et la mise en page sera perdue.

- **Sur une lettre officielle en Français il y a toujours des majuscules, des minuscules et des lettres propres à notre langue** : accents, cédille. Pour ce qui est du passage de minuscule en majuscule, le logiciel s'en débrouille avec facilité car dans le code ASCII il existe un décalage de 32. Donc si le nombre est supérieur à 95 il suffit d'enlever 32 pour transformer un « a » en « A ». **Il n'en va pas de même avec les caractères de numéro supérieur à 127** et il n'y a pas de façon mathématique évidente pour établir une correspondance. Cela est compréhensible car, par exemple, la lettre « E » se décline en : e, é, è, ê, ë. En plus, il y a des lettres majuscules accentuées que l'on n'obtient pas aisément sur le clavier : É se ape [Alt] [1][4][4] avec les touches !

Ceci montre la grande difficulté pour la programmation d'effectuer la conversion, d'autant plus que le codage d'enregistrement par défaut de « Notepad » est « uint-8 » ce qui veut dire en « langage non-geek » : nombre entier codé sur 8 bits. Ceci conduit à ce que la lettre accentuée soit enregistrée dans DEUX caractères successifs ! Pourquoi ? Parce qu'un « entier » se code sur 2 octets mais en tout cas cela n'arrange pas les affaires du programmeur dont l'esprit aime bien les choses simples !

La solution est dans le fait que « Bloc-notes » propose la sauvegarde en **caractères « ANSI »** : American National Standard Institute. C'est encore un code américain mais bien plus respectueux des autres langues que l'ASCII en fournissant des lettres spécifiques enregistrées avec 1 seul octet ! Bien entendu, le numéro affecté aux lettres accentuées n'est pas le même qu'en ASCII. Il n'importe, lorsqu'un programmeur possède une « table » il peut s'y installer et faire sa cuisine !

Conclusion : quand le travail de mise en page est terminé, choisissez impérativement de le sauvegarder en ANSI. Sinon le télescripteur va imprimer des choses erronées.

Quand tout vous semble correct, sauvegardez le texte sur la carte mémoire avec uniquement des titres tels que « EM1.txt » (ou EM2.txt, EM3.txt, EM4.txt). Vous pouvez aussi modifier les lignes correspondantes du programme pour prendre des noms à votre guise, mais le nom des fichiers doit comporter au maximum 8 caractères « ordinaires » (lettres ou chiffres) et l'extension obligatoirement 3 caractères.

J'ai pris le parti de la simplicité au vu d'un usage « raisonnable » lors d'une journée de démonstration. Sinon il serait possible de faire afficher sur le téléphone tous les fichiers que l'on aurait inscrits sur la carte mémoire et de les choisir pour les envoyer. Le programme est « open source », allez-y !

Examen du cas le plus simple : vous tapez le texte !

- Ouvrir « **Bloc-notes** » (voir « Nota » ci-après) ;
- Choisir la police « **Courrier** » où la taille des caractères est la même pour toutes les lettres comme sur une machine à écrire ;
- Il est **pratique** d'écrire une première ligne contenant 7 fois les chiffres de 0 à 9 pour déterminer le maximum de caractères dans une ligne. *Sauvegardez cette ligne, vous pourrez la réutiliser et rétrécissez la fenêtre du logiciel juste à la bonne largeur, cela va vous aider ;*
- Passez en « **verrouillage majuscules** » sur le clavier ;
- Tapez votre lettre en pensant à la mise en page, mais le logiciel permettra des corrections. **N'utiliser que des espaces pour disposer le texte dans la ligne ;**
- Chaque ligne (maximum 70 caractères) doit être **terminée par [Entrée]** ;
- Sauvegardez en mode **ANSI**. Pour cela il faut choisir « Enregistrer sous... » surtout la première fois ;
- Rechargez votre texte, il y a sans doute des erreurs ! Corrigez ;
- **Sauvegardez sur la carte mémoire avec les précautions indiquées précédemment.**

Nota : il est possible d'utiliser WORD aux conditions suivantes

- Police : Courrier ou Courrier New ;
- Passer en [Ver. Maj.] pour taper le texte. Pas de tabulations, des espaces ;
- Saut de ligne [Entrée] à la fin de chaque ligne et au maximum 70 caractères par ligne ;
- **Sauvegarder en « caractères bruts » et encodage « MSDOS » ;**
- Choisir : **seulement « LF »** pour fin de ligne ;
- Conseil : Visualiser le texte dans le Bloc-notes pour vérifier que tout va bien. Comme il n'y aura ni lettre minuscule ni accent, ASCII et ANSI sont identiques.

Troisième partie : historique et appareils similaires

Un peu d'histoire des communications de l'écrit

Dès l'Antiquité la nécessité d'échanger des écrits est apparue pour le commerce et la guerre, allant au-delà des simples signes d'avertissement sonores ou lumineux.

Pour l'essentiel et jusqu'au XIXe siècle il s'est agi de **missives transportées par des messagers**, des coureurs appelées « courriers » puis des « chevaucheurs », et pour aller très loin, le roi Louis XI a mis en place les « relais de poste » permettant aux cavaliers ou aux « voitures de poste » de changer leur équipage d'animaux.

De cette époque il est resté des expressions courantes : « La Poste », le « courrier » et même une expression : « par retour de courrier » ce qui signifiait que le messager qui avait transporté la lettre attendait la réponse pour la rapporter.



La tour d'Annoux réhabilitée (Yonne)

Après la Révolution Française, en 1793, **les frères Chappe ont inventé un « télégraphe »**, système optique utilisant des bras articulés situés au sommet de tours, suivant plusieurs itinéraires dépassant parfois 1000 km sous le règne de Napoléon 1er. Chaque station de télégraphe était visible de la précédente et de la suivante grâce à des longues-vues et les « stationnaires » reproduisaient avec les bras du télégraphe les figures de la tour précédente. Ces positions de bras représentaient des nombres. Certains correspondaient à des lettres de l'alphabet, d'autre à des phrases entières que seul le destinataire pouvait comprendre grâce à un « livre de codes ».

Puis au XIXe siècle vint l'électricité ou plus exactement le courant électrique ! (L'électricité statique étant connue depuis l'Antiquité).

Les premières tentatives de transmission de lettres étaient analogiques. Une différence de potentiel mesurée par un voltmètre avec un cadran gradué en lettres fut la première idée. Mais cela ne fonctionnait pas de façon fiable surtout sur de longues distances.

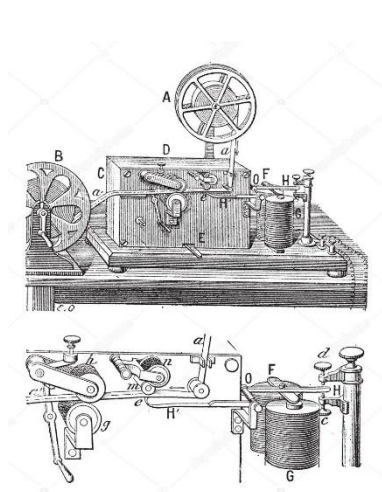
Samuel Morse, aux Etats-Unis, imagina alors un système à électro-aimants qui avait comme inconvénient de ne posséder que deux états : palette en fer attirée ou non : **un état binaire**. Mais ce n'était pas un état « numérique » il ne représentait pas un nombre en base 2 mais des « figures de rythme » imprimées sur une bande de papier représentant lettres et signes, principe semblable à celui du télégraphe de Chappe. On peut affirmer qu'il s'agissait d'un **alphabet**. Morse était un artiste (peintre) pas un mathématicien. Sa machine, très fiable et relativement simple à construire, fut adoptée très rapidement en particulier par les chemins de fer américains puis par le monde entier. De nos jours encore l'alphabet qu'il a inventé est toujours d'actualité même si sa **machine télégraphique** ne se trouve plus que dans les musées ou chez les collectionneurs.

Emile Baudot né en 1848 fut d'abord opérateur de télégraphie Morse dans l'Administration Française des Télégraphes. Pendant la guerre de 1870 il fut affecté à un service de télégraphie optique et c'est autour de ces années-là que la machine à écrire telle que nous la connaissons a été vraiment industrialisée pour pouvoir écrire des documents très lisibles. **Emile Baudot créa en 1874 le premier prototype de télescripteur**, ce qui lui vaudra une médaille d'or à l'Exposition Universelle de 1878.

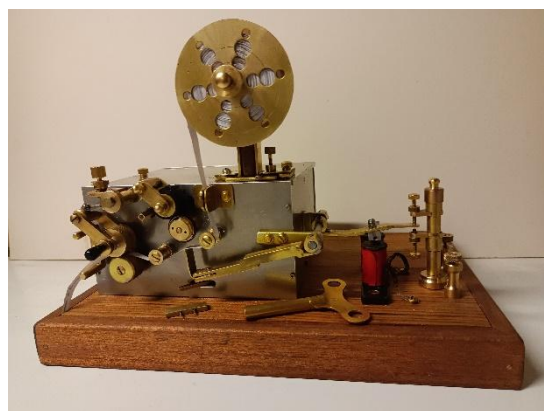
Son génie a été d'imaginer un code **binaire numérique**, c'est-à-dire des nombres codés sur 5 impulsions (nous dirions « bits ») ce qui offre 31 possibilités. Comme il y a davantage de signes d'écriture (lettres, chiffres, ponctuation) il a pensé procéder à un changement de « casse » comme le disent les imprimeurs. En « sacrifiant » 2 nombres il pourra passer du mode « lettres » au mode « figures », c'est-à-dire tout ce qui n'est pas lettres de l'alphabet latin de A à Z, espaces compris.

Le fac-similé ou FAX destiné à reproduire des images a pris jour dans les années 1850 mais n'a été exploité commercialement qu'à partir de l'année 1865. Il a fallu longtemps (une centaine d'années !) pour que la firme Xerox mette au point un système universel, dont la norme internationale a été acceptée par l'UIT en 1980 seulement.

Diverses machines destinées à la transmission de l'écrit



Le télégraphe de Morse a été utilisé officiellement par l'administration française jusqu'à la fin des années 1940. Il a été



remplacé pour les transmissions officielles par les télescripteurs dont celui de Baudot. Mais le code Morse auditif a été utilisé beaucoup plus longtemps par l'armée et les préfectures, officiellement

jusque dans les années 1980, la Marine jusqu'en 1997 ! Mais les militaires forment toujours des opérateurs... Dans certains cas difficiles de transmission il n'y a que le Morse qui « passe ». Lorsqu'on n'a plus d'électricité, la lampe à pétrole est la bienvenue.

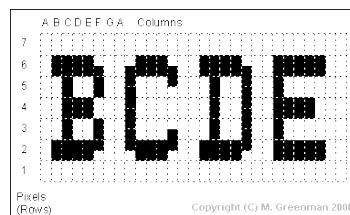
Photos : dessin technique ancien et sa copie moderne.

Le Hellschreiber est un appareil plus récent, inventé par l'Allemand **Rudolph Hell** à la fin des années 20, de 1927 à 1929. Il est destiné à transmettre des écrits mais il présente une différence fondamentale avec les autres : c'est un FAX bien qu'il serve uniquement à écrire. Il dessine alors les signes d'écriture par points sur une bande de papier défilante. L'Armée Allemande a utilisé une version portable dite « Feldhell » pendant la seconde guerre mondiale.



Le système d'impressions est très particulier, réalisé par une spirale encreée qui peut imprimer des colonnes de points sur une bande de papier défilant de façon perpendiculaire. On comprend aisément l'absolue nécessité d'une parfaite synchronisation si l'on veut que le texte soit parallèle aux bords de la bande.

Comme cette perfection ne peut être atteinte avec des systèmes mécaniques, chaque lettre est imprimée deux fois sur la largeur de la bande, si bien que le texte reste lisible quand même serait-il en biais. Pour cela, deux colonnes de 7 pixels sont imprimées sur une largeur, chaque lettre utilisant en principe 5 pixels pour laisser un espace.



Le nombre de colonnes n'est pas défini mais en général une lettre est imprimée sur 5 x 5 pixels alors que chaque caractère

utilise 7 x 7 pixels pour l'espacement nécessaire entre les lettres.

Chaque lettre étant imprimée 2 fois sur la largeur, une colonne est donc constituée par deux ensembles identiques de 7 pixels.

Cet appareil est moins sensible aux parasites lors de la transmission qu'un téléscripteur car l'opérateur sera capable à la réception d'interpréter des lettres mal formées.

Le son porteur de l'information est unique et de valeur 900 Hz pour les machines originales. Il n'est besoin que d'une seule tonalité puisqu'il s'agit uniquement d'envoyer des points ou des espaces : cela



fonctionne en « tout ou rien » comme le signal Morse, l'avantage étant que les opérateurs de transmission n'avaient pas besoin de formation particulière, sinon savoir taper à la machine à écrire.

En raison du support d'écriture, un ruban de papier, cette machine est plus

adaptée à des transmissions relativement courtes et sans aucune mise en page à l'inverse des téléscripteurs.

Le BC-918-B datant de la fin de la seconde guerre mondiale est un appareil militaire américain ayant de nombreuses ressemblances avec le HELLSCHREIBER : transmission de type FAX sur une bande de papier mais ayant la **particularité d'être également un scanner**. C'est-à-dire qu'il était possible d'écrire à la main un message sur une bande de papier de 19 mm de large (3/4 de pouce). L'appareil scannait ensuite cette bande par points et transmettait l'image à destination.



Ci-contre : Bandes de papier de réserve



La largeur de bande la destinait à une écriture manuelle de bonne taille en raison du nombre réduit de points de scan optique. Il est fait mention dans la documentation d'une machine à écrire spéciale avec de grands

caractères, ceux d'une machine normale étant trop petits et la bande ne pouvant pas y être installée.



Photos et appareil : Christophe Tournerie (F1APJ)

Il s'agissait désormais d'un appareil à fonctionnement électronique et électromécanique.

Alain CAUPENE (F5RUJ) Octobre 2026