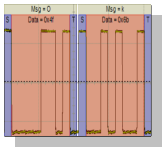
Ressources pédagogiques pour l'enseignement de spécialité ISN

Présentation / Communication par transmission série RS232



1 Thème abordé

1.1 Problématique, situation d'accroche

Comment transmettre une information numérique entre deux machines à l'aide d'un câble électrique ?

Comment fonctionne une communication de type chat ?

Défi : quels seront les élèves qui communiqueront les premiers ?

La transmission d'informations nécessite l'utilisation d'un langage commun (écrit ou oral) ou d'un code commun. Il en est de même pour la transmission d'informations numériques entre deux postes de travail ou entre un poste de travail et un équipement, qui nécessite l'utilisation de règles communes : type de liaison, « vitesse » de transmission, format des données transmises, détection d'erreurs ...

Même si ce type de communication est peu à peu remplacé par l'USB, la liaison série de type RS232 est encore très utilisée dans l'industrie, mais aussi pour la fabrication de matériels informatiques professionnels. En effet, la plupart des composantes (commutateur administrable, routeur...) d'un système de gestion de réseau informatique professionnel contiennent une liaison série de type RS232. Ceci permet, lors du «plantage» du système par exemple, aux techniciens et ingénieurs réseaux, d'intervenir en utilisant de simples commandes en lignes. C'est la raison pour laquelle, se trouve encore la traditionnelle prise SUB-D mâle à 9 contacts en façade des matériels réseaux professionnels.

De plus, le parc informatique des établissements devrait encore, pendant encore quelques années, permettre de mettre en œuvre ce type de connexion. Lorsqu'aucun micro-ordinateur de la salle informatique utilisée pour les activités pratiques en ISN n'est équipé d'une liaison série RS232, il est tout à fait possible d'obtenir une liaison série RS232 à partir d'un câble convertisseur USB/RS232, disponible chez de nombreux revendeurs informatiques.

Les activités de TP proposées dans ce document ressource s'inscrivent dans une séquence dont le déroulement pourrait être le suivant :

- présentation de la problématique et du déroulement de la séquence ;
- recherche sur le Web et prise de connaissance, par les élèves, de ressources sur le câblage et la configuration d'une liaison série RS232 ;
- défi proposé aux élèves : vous travaillez en binôme et devez interconnecter deux postes de travail reliés par un câble, en utilisant une liaison série de type RS232 afin de communiquer avec vos camarades ;
- recherche des limites de fonctionnement (débit et distance) ;
- décodage d'une trame (signal électrique sur le câble → trame numérique → code ASCII des caractères → chaîne de caractères envoyée) ;
- après avoir rédigé une synthèse sur la mise en œuvre d'une liaison série, on s'interrogera sur la qualité de la liaison (rapidité, longueur maximale, contrôle du flux de données, détection d'erreurs de transmission, autres solutions technologiques ...).

1.2 Frontières de l'étude et prolongements possibles

On se limitera ici à la mise en œuvre d'une liaison série entre deux postes de travail et au décodage d'une trame, mais on pourrait imaginer en projet de coder un algorithme de communication de type chat. Algorithme fourni, conçu par le groupe avec l'aide de l'enseignant, ou à rechercher ?

Autres projets possibles, la commande d'un vidéoprojecteur, d'un boîtier GSM, d'un GPS ... par liaison série RS232. Les mots de commande (protocole propriétaire ou commandes AT) sont fournis dans la documentation constructeur de l'équipement. On y trouve également les informations de configuration de la liaison série (débit, parité, nombre de bits de stop ...). Il reste, pour les élèves, à concevoir un programme permettant de communiquer avec l'équipement à partir d'une Interface Homme Machine (IHM).

2 Objectifs pédagogiques

2.1 Disciplines impliquées

Le relevé des signaux sur le câble série - facultatif - peut être réalisé en Physique Chimie (capacité: définir les conditions d'utilisation des instruments de mesure, réaliser et régler les dispositifs expérimentaux dans les conditions de précision correspondant au protocole).

2.2 Prérequis

Représentation binaire de l'information (bit, octet, code ASCII).

2.3 Éléments du programme

Contenus

Représentation de l'information : codage des caractères
Architectures matérielles : transmission point à point par communication série entre deux machines.

Compétences et capacités

Décrire et expliquer une situation, un système ou un programme:

- Coder un caractère au travers d'un code standard (ASCII).

Concevoir et réaliser une solution informatique en réponse à un problème:

- Établir une communication sérielle (point à point) entre deux machines.

Collaborer efficacement au sein d'une équipe dans le cadre d'un projet:

- Conduire des recherches documentaires.

3 Modalités de mise en œuvre

3.1 Durée prévue pour la partie se déroulant en classe

Une séance de 2 heures de TP, puis une heure de synthèse et de correction collectives.

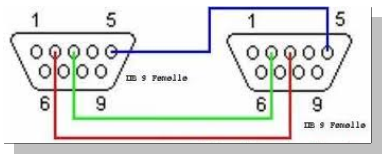
3.2 Type de l'animation

TP en groupe, synthèse en classe entière

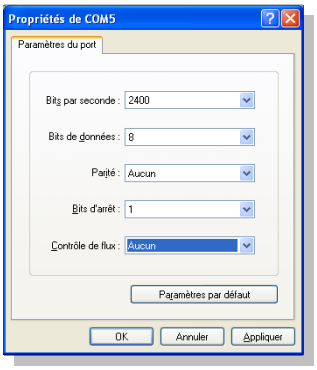
Déroulement de la séquence

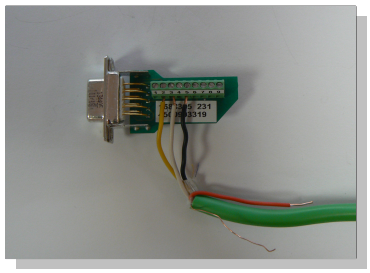
→ Présentation du déroulement de la séquence

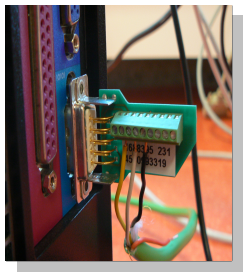
→ Les élèves recherchent, sur le Web, des ressources sur « la liaison série RS232 », « schéma de câblage RS232» et « configuration RS232 »



→ Réalisation du câble de connexion (3 fils) avec des adaptateurs SUB-D 9 broches à vis





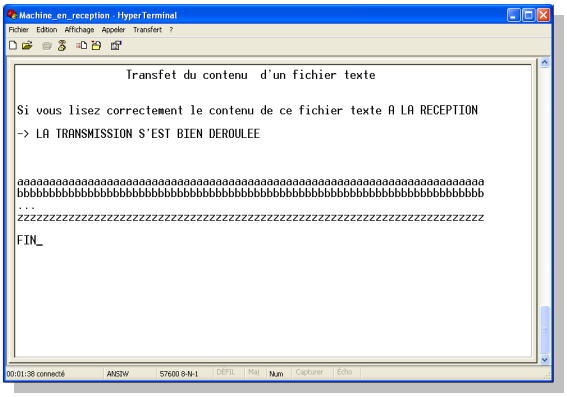


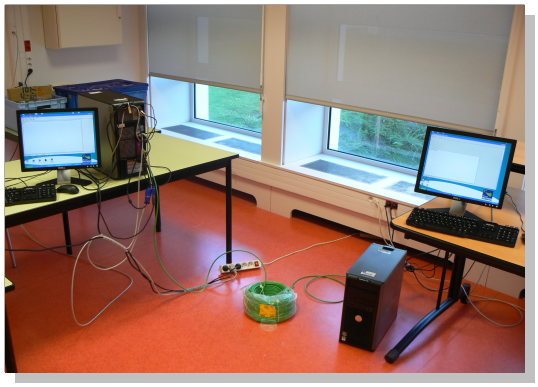
→ Configuration des paramètres de la liaison série (débit, nombre de bits des données ...) sur chaque poste.

→ Envoi d'une chaîne de caractères d'un ordinateur vers l'autre à la vitesse (débit) qu'ils ont choisie.

→ Test à 2400 bits par seconde, puis à 19200 ....

→ Envoi et réception d'un fichier texte avec hyperterminal (ou autre). Cela permet de bien illustrer la notion de débit : à 2400 bits par seconde, on attend la fin du transfert. À 38400, le transfert est « instantané ».

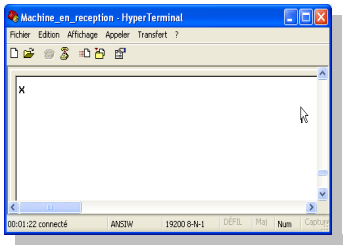




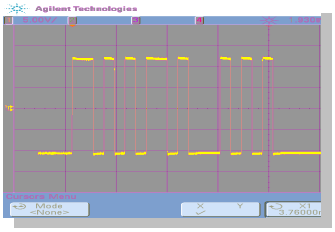
→ En augmentant le débit, recherche de la limite de fonctionnement avec un câble de deux ou trois mètres.

→ Puis avec un câble d'une centaine de mètres type deux paires torsadées (ou câble de téléphone)

Les plus rapides pourront, si le matériel est disponible:



→ Relever une trame sur oscilloscope numérique puis essayer de retrouver l'information transmise sur cette trame (décodage de la trame).



→ Mettre en œuvre les protocoles de contrôle de flux logiciel Xon Xoff, ou matériel RTS-CTS

Une synthèse est à construire avec les élèves à la fin des deux heures de TP, ou en classe entière suivant l'avancement des groupes.

Bien entendu elle reprendra les aspects évoqués lors des activités : **la transmission d'informations numériques nécessite un codage**, ici le code ASCII (on pourra aussi évoquer l'UNICODE). **Cette transmission peut se faire par câble, par ondes ou par liaison optique** on pourra éventuellement lister les différents types de transmissions connus des élèves (Ethernet, WIFI, Bluetooth, TNT, ADSL, télécommande infra rouge...) et compléter. Les **normes ou standards imposent des règles communes** pour la connectique, les niveaux de tension, les vitesses de transmission (débits en bits/s ou Bauds), ce qui permet d'interconnecter des équipements de marque différente ... On pourra aussi faire référence à la couche Physique du modèle OSI.

La transmission série de type RS232 est une des transmissions dites asynchrones (RS232, RS422, RS485) car il n'y a pas de signal d'horloge dans le câble ; cela implique que **l'émetteur et le récepteur soient configurés au même débit,** que l'on exprime en bits par seconde (on pourra introduire la notion de Bauds), et que la configuration de la liaison soit identique sur les deux postes informatiques utilisés (**nombre de bits de chaque donnée** identique, nombre de **bits de stop** (qui permettent de délimiter chaque donnée) identique et utilisation d'un même type de **bit de parité** (qui est un des moyens utilisés pour vérifier l'intégrité des données transmises à la réception) sur les deux postes.

La transmission peut répondre à certains **protocoles** afin de contrôler l'échange des données.

Le **décodage d'une trame** relevée à l'oscilloscope par un élève (un ou deux caractères au maximum), ou proposée ci-dessous, permet de **faire le lien entre une information numérique** (la chaîne de caractère « *W »), s**on codage** en ASCII ($2A $57), **sa représentation en binaire** (0010 1010 0101 0111), et **les niveaux de tension sur le câble,** qui représentent chacun des bits.

3.3 Éléments de cours / TP / TD

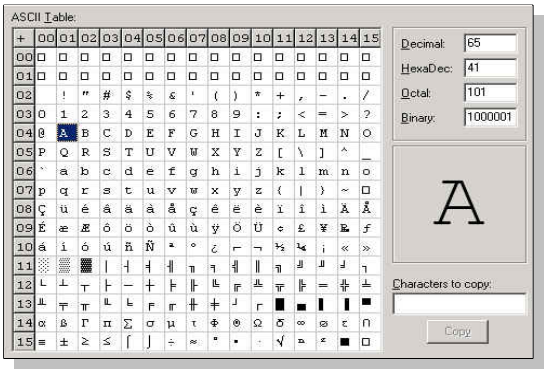
Les calculateurs ne connaissent pas le langage parlé il est donc nécessaire de **coder les caractères** d'un message ou d'un nombre avant de les transmettre sous forme numérique. **La communication entre deux équipements** sera réalisée à travers leur **Port série de type RS232** à l'aide d'un **câble équipé de connecteurs dont le brochage est normalisé**. Les données seront échangées à l'aide d'un **logiciel de type terminal RS232**.

Codage des caractères en ASCII:

Le code ASCII standard[1] est codé sur 7 bits, il ne comporte pas de caractère accentué. Le code ASCII étendu, sur 8 bits, comprend les caractères accentués mais selon diverses normes.

Chaque caractère est ici codé sur un octet (8 bits) : 00 à FF en hexadécimal, 0 à 255 en décimal.

Le message à transmettre sera donc une suite de codes ASCII correspondants à chaque caractère alphanumérique du message, exemple: «OK ?» sera traduit par 4F 4B 20 3F (l'espace est un caractère !)



Les deux premières lignes de la table correspondent aux codes de contrôle (passage à la ligne suivante, contrôle du flux de données ..).

Les codages sur 8 bits les plus utilisés, extensions de l'ASCII, sont ANSI (utilisé par Windows) et UTF-8 de l'UNICODE. C'est le second qui est de plus en

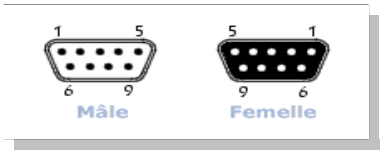
1 Voir http://table-ascii.com

plus souvent utilisés dans les applications Web.

Communication entre deux équipements

La communication entre deux équipements, par exemple deux ordinateurs, peut être réalisée en utilisant différents supports : les ondes du Bluetooth ou du WIFI, le flux lumineux dans une fibre optique ou une télécommande IR ou les signaux électriques d'un câble Ethernet, d'un câble électrique...

C'est ce dernier que nous allons utiliser. Il s'agit de réaliser l'interconnexion de deux ordinateurs en utilisant leur Port série RS232 et un câble comportant au minimum 3 fils.



Standard RS232

Le standard RS232 comporte plusieurs normes, protocoles ou standards de connexion qui fixent le type de connecteur utilisé, le rôle et le nom de chaque broche, les niveaux de tension sur les fils du câble de liaison...

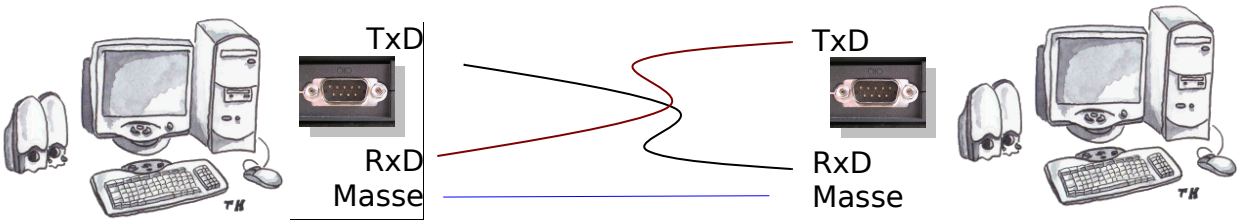
http://fr.wikipedia.org/wiki/RS-232

Connecteurs standard

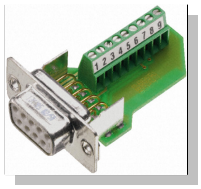
Le port série RS232 d'un ordinateur est identifiable par le type de connecteur utilisé : autrefois un SUB-D à 25 points, aujourd'hui en général un SUB-D mâle à 9 points (ou 9 broches) également appelé connecteur DB9 ou SUB-D 9.

1	CD	Carrier Detect	Détection de porteuse
2	RXD	Receive Data	Réception de données
3	TXD	Transmit Data	Transmission de données
4	DTR	Data Terminal Ready	Terminal prêt
5	GND	Signal Ground	Masse logique
6	DSR	Data Set Ready	Données prêtes
7	RTS	Request To Send	Demande d'émission
8	CTS	Clear To Send	Prêt à émettre
9	RI	Ring Indicator	Indicateur de sonnerie

Réalisation ou choix du câble



Le signal électrique représentatif des codes ASCII du message à transmettre est généré par l'ordinateur ou l'équipement émetteur sur la broche TXD (également appelée Tx) de son connecteur RS232. Du côté récepteur le signal est reçu sur la broche RXD (Rx). Pour communiquer sous forme de « chat », Il faut donc réaliser un câble qui relie le Tx de l'un avec le Rx de l'autre et vice versa. La masse est nécessaire pour ce type de liaison.



Afin de démystifier la machine, il semble important d'insister sur la notion de signal électrique qui véhicule une information sous forme numérique, l'utilisation d'adaptateurs SUB-D 9 points femelle avec vis ou borniers (rechercher « subd 9 à vis femelle ») permet de faire réaliser le câblage aux élèves. Ils pourront d'abord câbler deux

fils entre deux machines (Tx vers Rx plus la masse) et vérifier que la communication fonctionne dans un sens, puis câbler le Tx de la deuxième machine vers le Rx de la première, et vérifier la communication dans les deux sens.

La deuxième solution consiste à utiliser un câble NULL MODEM dans lequel le croisement est réalisé ainsi que les connections nécessaires au contrôle du flux de données (rechercher « câble null modem »). Ce type de câble est peu onéreux mais les élèves risquent de passer à côté du croisement transmission/réception.

Utilisation d'un terminal

Les ordinateurs étant connectés, reste à utiliser un terminal RS232 pour émettre et recevoir les messages.

Hyperterminal dans Démarrer →Tous les programmes → Accessoires → Communication sous Windows XP ou autre Tera Term Pro, SerialAnalyzer ...

kermit, minicom ou SerialAnalyzer ... sous Linux

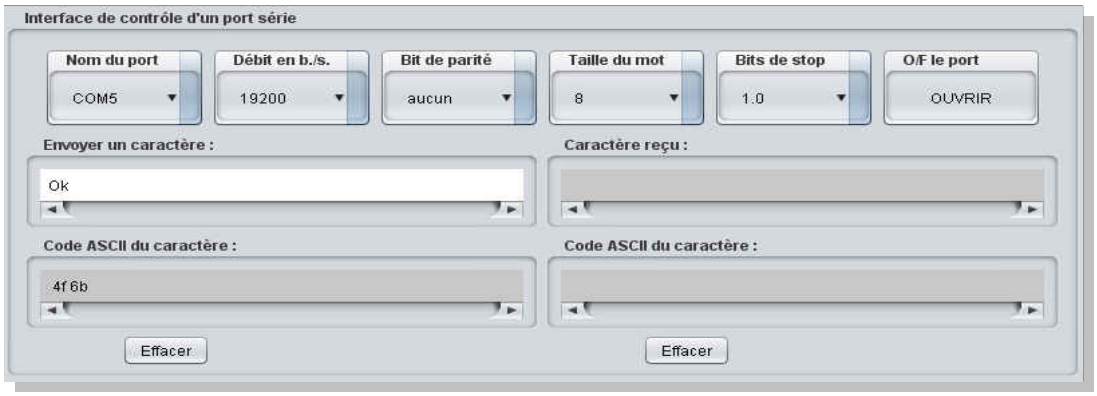
Autre possibilité le fichier terminalSerie.jar téléchargeable dans l'aide de la Proglet commSerie de Javascool

Configuration de la communication

Une liaison RS232 nécessite une configuration de ses paramètres.

Exemple avec terminalSerie.jar :

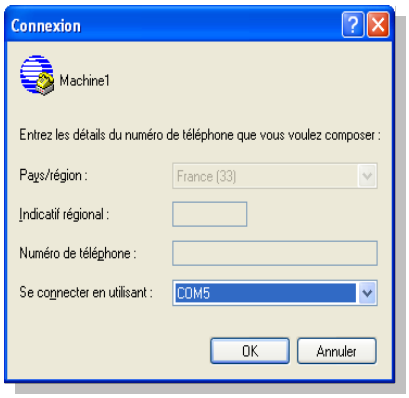
- → brancher le câble DB9 femelle ↔ DB9 femelle croisé ;
- → lancer terminalSerie.jar sur les deux postes ;
- → choisir le Port de communication du poste (ici COM5) ;
- → configurer la liaison série (débit, parité, nombre de bits, nombre de bits de stop) ;
- → cliquer sur OUVRIR pour que le logiciel « occupe » le port sélectionné (ne pas oublier de le fermer avant de sortir)

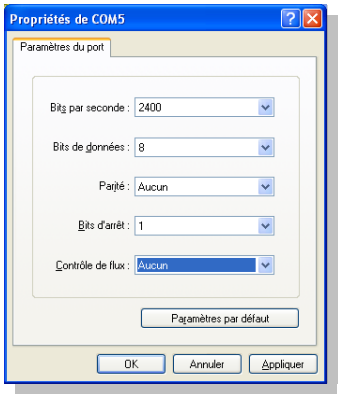


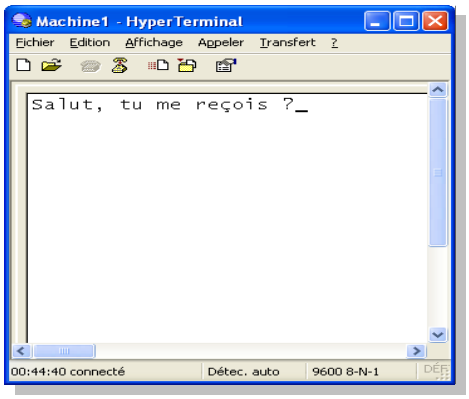
- → saisir un message et appuyer sur Entrée. Le message doit apparaître dans le champ « Caractère reçu » du second poste

Le terminal terminalSerie.jar, plus pédagogique, présente l'avantage de distinguer les zones d'envoi et de réception et surtout d'afficher la traduction en ASCII du message envoyé.

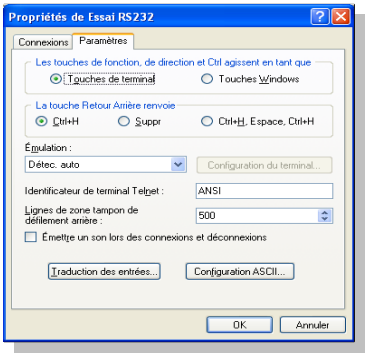
Pour les utilisateurs d' Hyperterminal

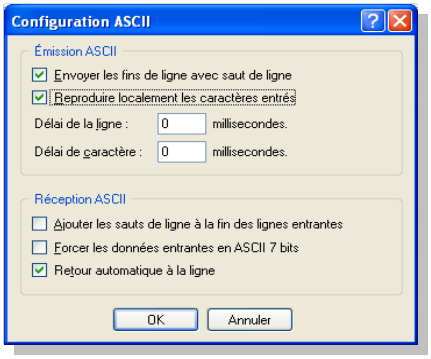






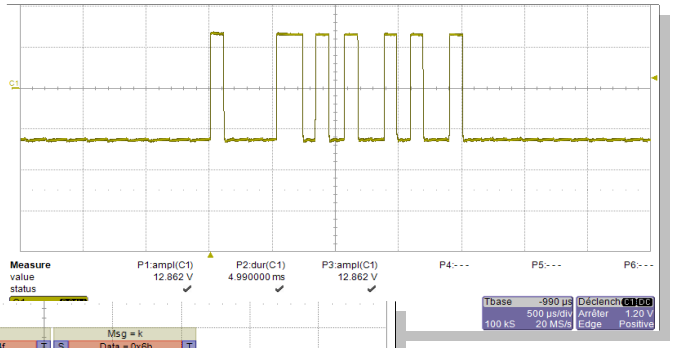
Fichier → Propriétés → Paramètres → Configuration permet d'obtenir un passage à la ligne après chaque émission ou réception ainsi qu'un écho sur le moniteur du texte saisi au clavier.

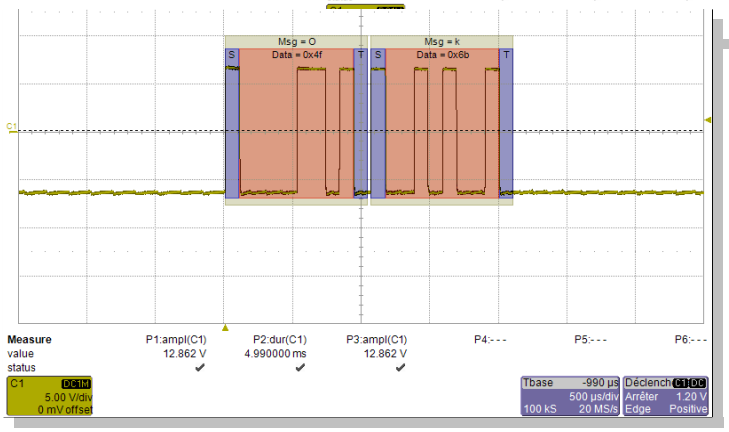




Décodage d'une trame

L'utilisation d'un oscilloscope numérique permet de relever le signal Rx (broche 2) sur un des connecteurs SUB-D9. Il est conseillé de se limiter à l'envoi d'un ou deux caractères afin que le décodage de la trame ne soit pas trop fastidieux. Certains oscilloscopes permettent d'afficher directement le décodage de la trame cela ne doit pas empêcher de rechercher l'ordre des bits ..., ici envoi des caractères « Ok » , $4F $6B en ASCII





Ci-dessous le décodage de la commande de mise en marche d'un vidéoprojecteur par liaison série RS232. La commande envoyée répond au protocole propriétaire utilisé, ici *W (pour Wake)

→ Identifier la durée d'un bit (sauf cas particulier la durée de la plus petite impulsion, on peut vérifier en vérifiant la cohérence avec le débit : si 9600 bits /s → un bit dure 1/ 9600 soit 104 µs

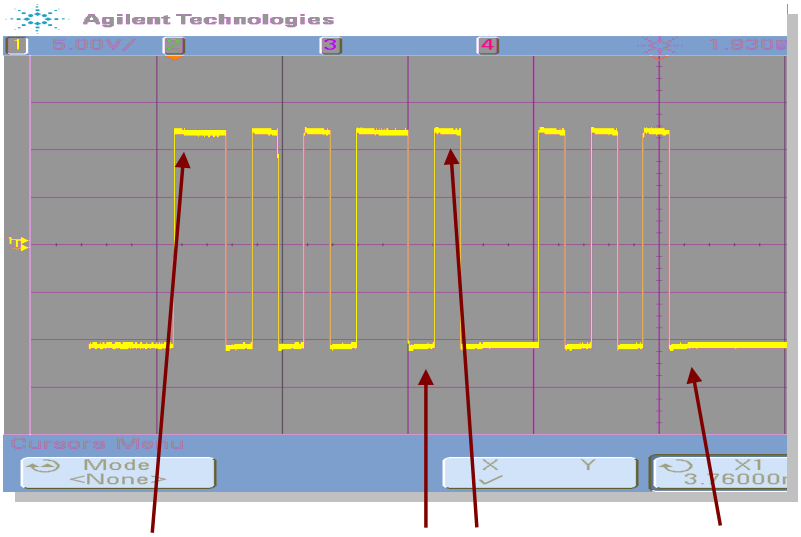
→ Identifier le 1er bit de start: le signal passe d'une tension négative (de -3 à -15V, recommandation V28 de l'UIT-T) à une tension positive (de +3 à +15V)

→ puis les 8 bits (ou 7, suivant la configuration de la liaison) suivants : code ASCII du caractère

(attention à l'ordre de transmission b0 à b7 et niveau +V = 0 logique)

→ identifier le bit de stop

→ idem pour le deuxième caractère : le start, les 8 bits du caractère, le stop



→ les niveaux de tension START + - + - + - + + STOP START - - - + - + - + STOP

→ les niveaux logiques START 0 1 0 1 0 1 0 0 STOP START 1 1 1 0 1 0 1 0 STOP

→ on "retourne" les octets 0 0 1 0 1 0 1 0 et 0 1 0 1 0 1 1 1

[b0 à b7] devient [b7 à b0]

→ en hexadécimal $ 2 A et $ 5 7

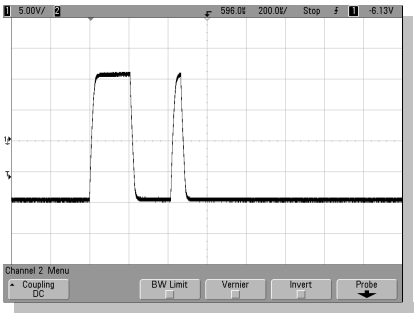
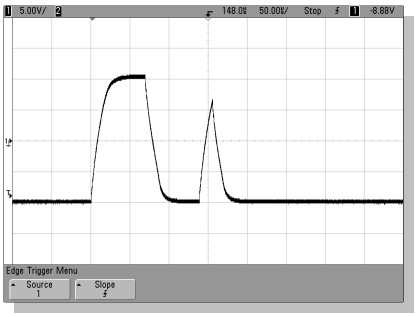
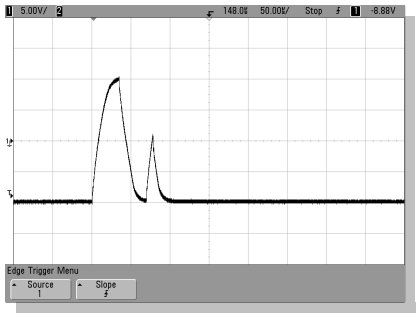
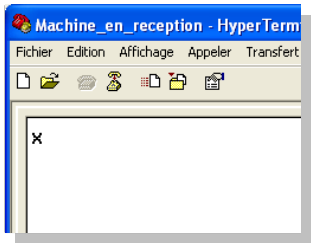
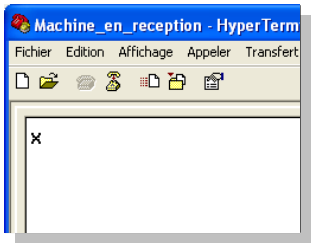
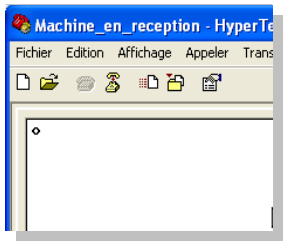
→ On cherche dans la table ASCII : $2A → code de * et $57 code du caractère 'W'

Limites de fonctionnement

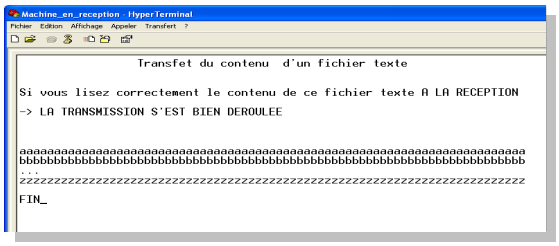
En fonction de la qualité du câble utilisé et notamment de la section des conducteurs, la transmission fonctionne sur une distance plus ou moins longue.

Les essais ci dessous, réalisés avec un câble de bonne qualité, on fait apparaître un dysfonctionnement à 115 200 bits/s. Il s'explique par l'atténuation du niveau de tension du signal électrique qui véhicule l'information.

Signal relevé sur la broche Rx du connecteur SUB-D9 de l'ordinateur récepteur lors de l'envoi du caractère 'x' sur l'ordinateur émetteur avec hyperterminal.

à 19200 bits /s	à 57600 bits /s	à 115200 bits /s
les niveaux de tension sont corrects (+11V et -10V)	le signal est atténué (+7V) en fin de trame	En passant en dessous de +3V le signal n'est plus interprété correctement par les circuits électroniques de l'ordinateur récepteur → erreur sur le code ASCII
		
		

Au même débit lors de l'envoi d'un fichier texte :



Protocoles d'échange des données

Ce type de liaison peut utiliser un protocole pour contrôler l'échange des données. Ce contrôle du flux de données est nécessaire à débit important, ou lorsque l'équipement récepteur n'est pas assez rapide pour traiter toutes les données qui lui sont transmises.

Le **protocole logiciel XOn -XOff** consiste à envoyer à l'émetteur des codes de contrôle afin de ralentir l'envoi des caractères . Envoi de XOff (caractère 17 de la table ASCII) vers l'émetteur pour arrêter la transmission, puis de Xon (caractère 19 de la table ASCII) pour reprendre la transmission.

Le **protocole matériel RTS-CTS** nécessite l'utilisation de deux fils supplémentaires dans le câble (liaison 5 fils). La broche RTS (Ready To Send) du premier équipement doit être reliée à la broche CTS (Clear To Send) du deuxième équipement et vice versa. Ces connexions permettent à l'émetteur de signaler qu'il est prêt à émettre et au récepteur de signaler qu'il n'est plus apte à recevoir d'autres données.

Le **protocole matériel DTR (Data Terminal Ready) - DSR** (Data Send Ready) était utilisé pour la communication sur ligne téléphonique via deux modem RTC avant l'ADSL.

3.4 Recherches documentaires

La liaison série RS232 : http://fr.wikipedia.org/wiki/RS-232

http://www.tavernier-c.com/serie.htm et de nombreux sites sur le sujet.

Code ASCII http://fr.wikipedia.org/wiki/Code_ASCII

Trame http://fr.wikipedia.org/wiki/Trame_%28informatique%29

Commande AT http://fr.wikipedia.org/wiki/Commandes_AT

3.5 Production des élèves

Synthèse des activités sous forme d'un compte-rendu de deux pages A4 maximum : connexion (schéma de câblage du câble), configuration, relevé d'une trame à l'oscilloscope (ou donnée par l 'enseignant), décodage de cette trame, limites de fonctionnement.

4 Auteur

Laurent Rebuffie, professeur de STI, académie de Rennes