

COMMUNICATION ENTRE DEUX ORDINATEURS PAR LASER MODULE EN CODE MORSE OU BINAIRE.

RESUME

le fichier exécutable « *morsebinaire_win_OrphyGTS II_v2.exe* », est un logiciel de démonstration permettant de faire passer à faible vitesse un message en toutes lettres entre deux ordinateurs pilotant chacun une interface OrphyGTS II, par émission et réception d'un faisceau laser modulé en code Morse ou binaire.

Ce fichier Word « *morsebinaire_GTSII_descriptif_complet.doc* » constitue la « notice » du programme.

1. QUELQUES PREALABLES

Public visé

- tout public assistant à une présentation ludique type « journée Portes Ouvertes » d'un établissement ;
- élèves rédigeant un TPE ou un TIPE sur le thème : transfert d'information et communication ;
- élèves de seconde MPI (étude de l'association série résistance – photodiode ou phototransistor dans le montage simple récepteur, écriture d'un programme de décodage de fichiers préenregistrés de code Morse ou binaire.

Matériel requis

Le montage est à reproduire en 2 exemplaires identiques si on désire une « vraie » communication aller-retour.

- 2 ordinateurs récents (système d'exploitation Windows 98, 2000 ou XP) (programme non testé sous Vista) avec 1 port série ou 1 USB libre pouvant fonctionner hors réseau de préférence ;
- 2 interfaces ORPHY GTS II avec module test GTS sur prise A et reliées aux ports (série ou USB) ;
- 1 (ou 2) résistance(s) $R = 82 \text{ k}\Omega$;
- 1 (ou 2) photodiode(s) BPW34 (ou phototransistor(s) L14G3) muni(s) d'un cache limitant la lumière reçue à celle du laser ;
- 1 (ou 2) diode(s) laser **avec entrée de modulation** et alimentation(s). La diode laser modulée sur la photo fournie plus bas est de marque ELECTROME, mais n'importe quelle autre marque pourrait convenir.

2. SCHEMA DE PRINCIPE DU MONTAGE RELIE A CHAQUE ORDINATEUR PAR L'INTERFACE ORPHY GTS II

Le programme pilote une interface ORPHY GTS II connectée à un port série ou USB de chaque ordinateur (le pilote USB éventuel du constructeur Micrelec doit être initialement installé).

Orphy communique avec les fiches bananes 4 mm du montage via le module test GTS branché sur la prise femelle DIN 6 POINTS "A" dont on utilisera certaines des connexions ("masse" REF, sortie binaire SB 0 pour moduler le faisceau lumineux à l'émission, entrée analogique EA0 pour acquisition des données à la réception.).

Le potentiomètre du module test d'ORPHY (pour le montage récepteur simple ou pour chaque ORPHY en récepteur-émetteur) doit être tourné à fond pour alimenter l'association série photodiode-résistance $82 \text{ k}\Omega$ en 5 V.

Le faisceau laser commandé par la sortie binaire SB 0 d'ORPHY (en montage émetteur simple ou par chaque ORPHY en récepteur-émetteur) doit viser la photodiode contrôlée par l'autre ordinateur.

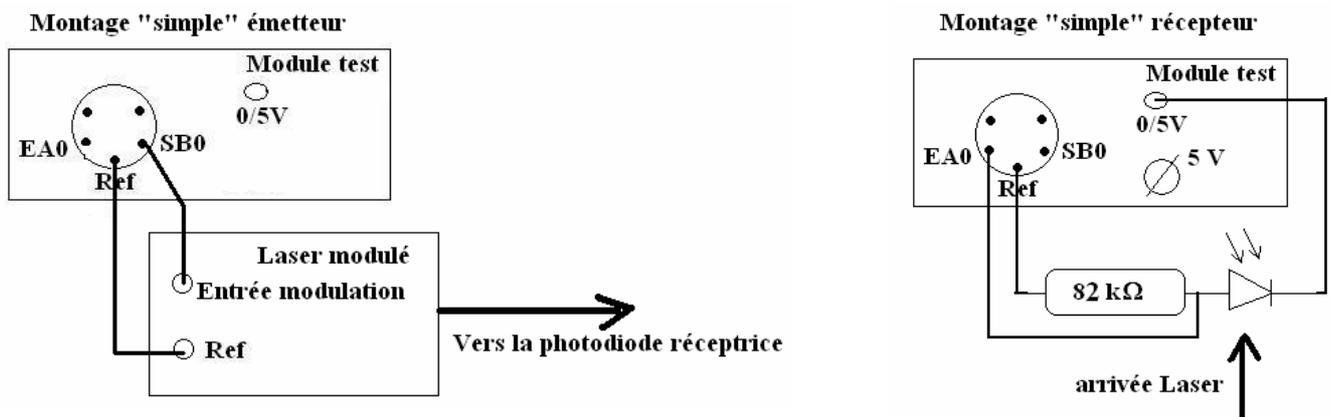


Fig. 1 : Schémas de principe des montages émetteur et récepteur

Fonctionnement du montage simple récepteur :

– photodiode à l'obscurité : aucun courant I ne circule pratiquement et la tension $U_R = R \cdot I$ aux bornes du conducteur ohmique de résistance de $82 \text{ k}\Omega$ est minimale (proche de 0,2 à 1 V).

C'est cette tension U_R qui est envoyée sur l'entrée EA0 : le programme la mesure et s'enregistre une valeur de tension dite de seuil = U_R + une majoration (choisie) de 0,5 V.

– photodiode à la lumière du laser : la photodiode est traversée par un photocourant I et la tension $U_R = R \cdot I$ aux bornes de la résistance est maximale (proche de 4 à 4,7 V) et dépasse en valeur la valeur de tension seuil.

3. PRINCIPE DE LA MANIPULATION : CODAGE MORSE

Du nom du physicien américain MORSE (1791-1872), un code Morse court (point .) ou long (tiret –) est traduit par une émission laser brève ou longue grâce à la diode laser modulée par la sortie binaire SB0 d'ORPHY du montage émetteur.

Des combinaisons de points et de tirets permettent de représenter les 26 lettres de l'alphabet en minuscules sans ponctuation et les 9 chiffres.

Pour le codage binaire, tout caractère du clavier est codé sur 8 bits (0 ou 1) ASCII (American Standard Code for Information) précédés d'un bit 1 de « synchronisation ». Un bit 1 est traduit par une émission laser, un bit 0 par une extinction laser.

Ce faisceau est intercepté par la photodiode reliée à l'autre ordinateur par le second Orphy en montage récepteur.

Toute augmentation d'éclairement sur la photodiode réceptrice entraîne une élévation du niveau de la tension aux bornes de la résistance R de $82 \text{ k}\Omega$ qui est détectée par l'entrée analogique EA0 d'Orphy.

Par détection de cette augmentation de tension (**dépassement d'une valeur de tension dite « de seuil » initialement enregistrée**) et par un mesurage temporel assez précis, l'ordinateur peut donc interpréter soit un code Morse court (point .) ou long (tiret –) en configuration Morse, soit un bit 1 ou 0 en configuration binaire.

Sans détection du dépassement de la valeur de tension seuil sur la résistance au bout d'un certain temps, un code d'espacement « » (ou plusieurs) est automatiquement interprété.

4. MISE EN PLACE DU PROGRAMME DE COMMANDE ET REGLAGES PRELIMINAIRES

C'est le programme **morsebinaire_win_OrphyGTS II_v2.exe** que l'on peut trouver en téléchargement sur le serveur de l'UdPPC.

Le fichier morsebinaire_win_OrphyGTSII_v2.exe est un exécutable qui doit être simplement copié dans un répertoire quelconque.

Après avoir effectué les deux montages et le(s) réglage(s) de(s) visée(s) laser, lancer le logiciel dans chaque ordinateur sous Windows (98, 2000 ou XP). (celui qui va servir d'émetteur simple en premier en pratique)

Le programme ayant été compilé en Visual Basic 6, un fichier VB6FR.dll peut être éventuellement demandé pour être copié dans le répertoire C:\windows\system32.

Le logiciel devant mesurer le plus précisément possible les durées de chaque code (point et tiret en Morse, bits 1 et 0 en binaire), il ne doit donc pas être interrompu par une communication réseau trop « bavarde » ou d'autres logiciels en mémoire (antivirus trop « curieux »).

Il est donc conseillé d'avoir deux ordinateurs hors réseau en session « indépendante », avec une mémoire déchargée au maximum de tout autre logiciel « non nécessaire ».

Si non, il faut éventuellement placer ce programme en Priorité Windows option Temps réel grâce à l'onglet Processus du gestionnaire des tâches (un droit administrateur sera alors peut être requis).

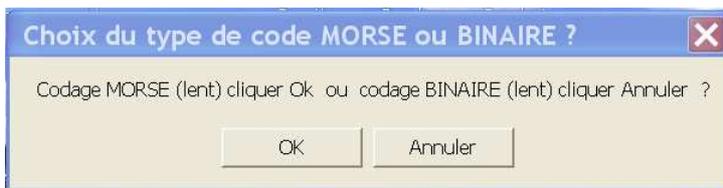


Fig. 2 : mise en priorité Windows du programme



Fig. 3 : choix du port

Le numéro de port peut être trouvé dans Poste de Travail Afficher les informations systèmes onglet Système puis bouton Gestionnaire de périphérique ou simplement en testant des valeurs entières de 1 à 8 .

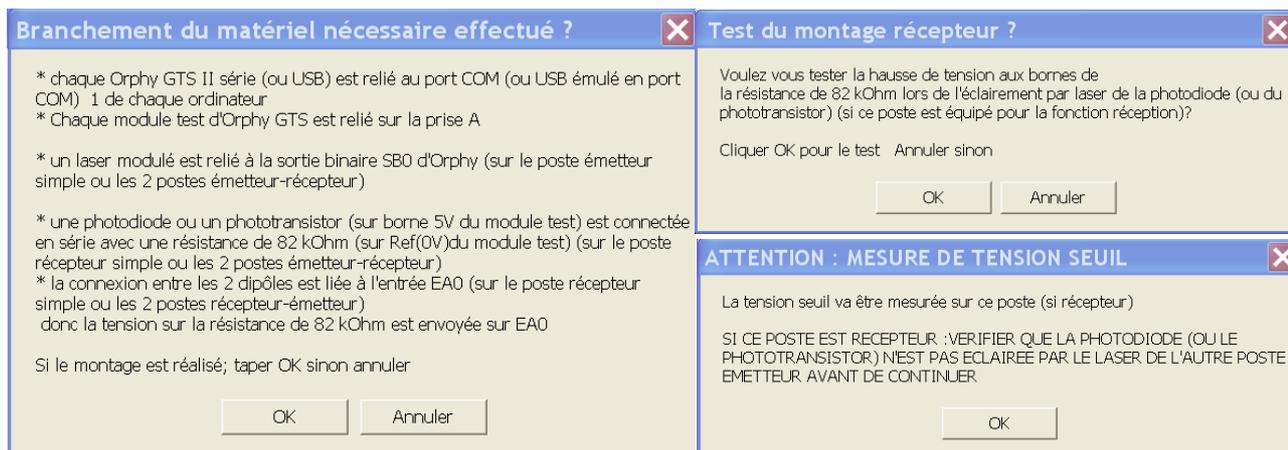


Fig. 4 : procédures de configurations matérielles en vue de l'acquisition des données (un click sur ANNULER pour ignorer le test)

En ayant lancé en premier le logiciel dans le poste émetteur simple, le laser est initialement éteint par la sortie SB0 (on peut l'allumer « manuellement » en déconnectant temporairement le fil reliant SB0 à son entrée de modulation).

Quatre modes de fonctionnement sont proposés grâce au menu « Type de codage » : Morse « lent », Morse « rapide », binaire « lent » et « binaire rapide », **à paramétrer identiquement sur les deux ordinateurs.**

De plus, par le menu « Vitesse d'émission » à paramétrer identiquement **sur les deux** ordinateurs, on peut pour chaque mode faire une tentative de doublement ou de triplement du débit de transmission.

5. FONCTIONNEMENT EN MODE « MORSE LENT »

Si ce n'est déjà fait : choisir le type de codage morse « lent » par le menu « Type de codage ».

Entrer un message pas trop long d'environ 10 caractères maximum à cause de la lenteur de la communication (caractères sur les 26 lettres minuscules sans ponctuation et/ou 9 chiffres)

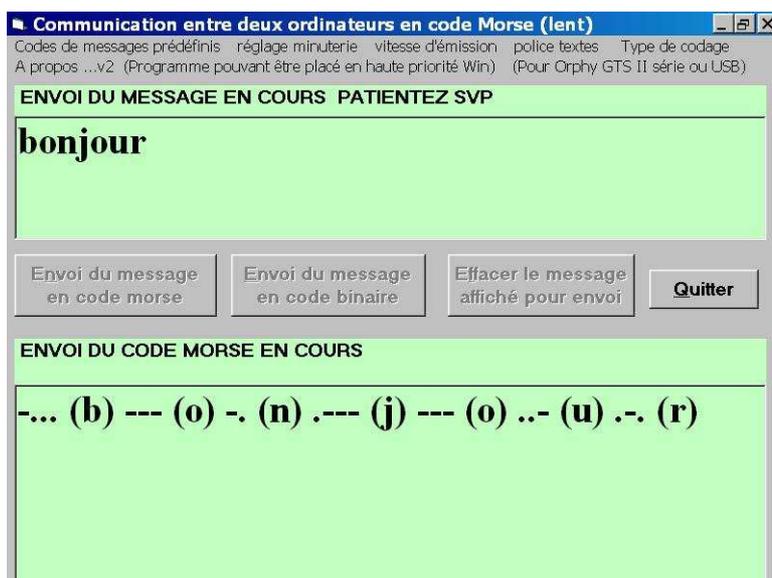
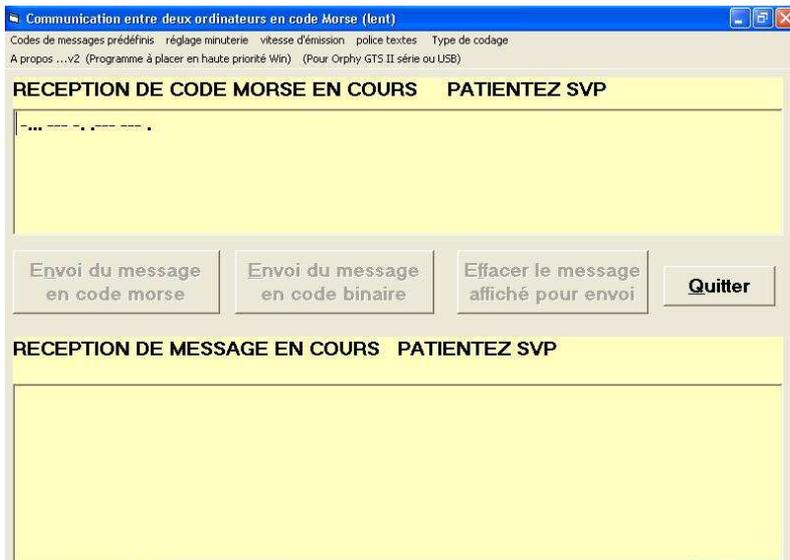


Fig. 5 : en mode « morse lent » Envoi du message

Le laser s'allume quelques secondes pour annoncer l'arrivée d'un message sur l'autre ordinateur puis « clignote » suivant le code Morse à transmettre.

Sur l'autre ordinateur « récepteur » : la réception commence : 35 s pour le message de l'exemple, soit environ 5 s / caractère, donc un débit de 0,2 caractère / s.



*Fig. 6 : en mode « morse lent »
Réception du message en cours*

Une fois la réception terminée par un code long (allumage du laser sur quelques secondes), le programme décode automatiquement et instantanément.

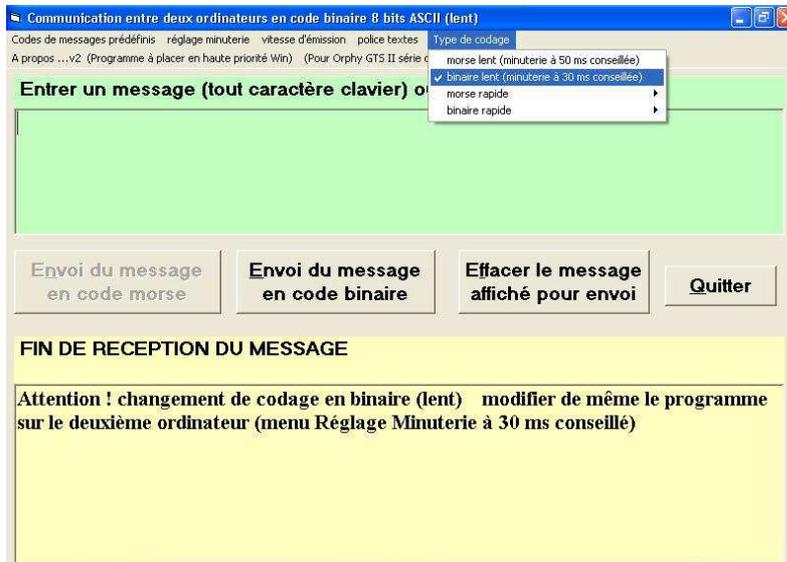


*Fig. 7 : en mode « morse lent »
Décodage du message.*

On peut quasiment doubler ou tripler le débit de transmission en cochant le menu « vitesse d'émission » $\times 2$ ou $\times 3$ **sur les deux** ordinateurs ; avec le message de l'exemple en vitesse $\times 3$: la durée passe à 11 s, soit un débit de 0,6 caractère /s.

6. FONCTIONNEMENT EN MODE BINAIRE « LENT »

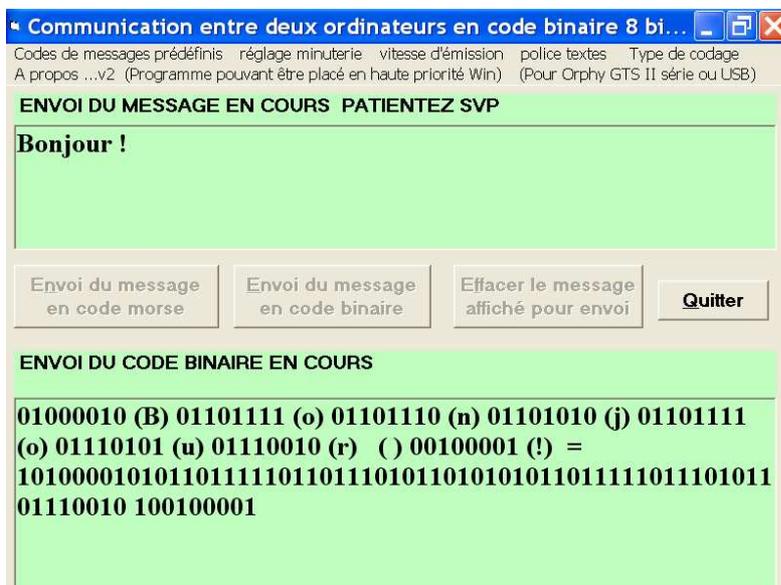
Pour passer en codage binaire « lent » : changer le type de codage dans chaque programme sur chaque ordinateur par le menu « Type de codage » et recocher le menu Vitesse d'émission $\times 1$ (par défaut) sur chaque ordinateur.



*Fig. 8 : en mode « binaire lent »
Envoi du message : saisir encore
Bonjour !, par exemple.*

Le message apparaissant sur fond jaune est un « memento » qui s'effacera automatiquement le moment venu (le réglage de la minuterie se fait automatiquement).

On peut entrer alors un message toujours très court sur tout caractère au clavier (une dizaine de caractères au maximum pour éviter une durée de transmission trop importante), puis cliquer sur le bouton « Envoi du message en code binaire ».

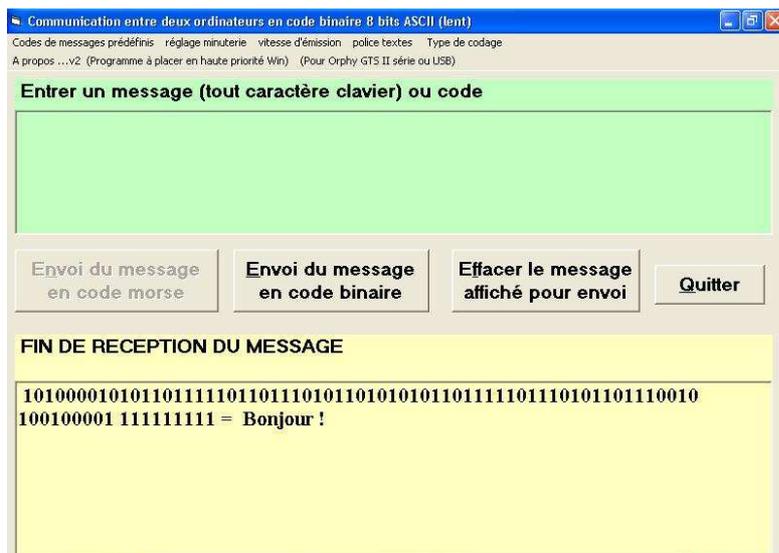


*Fig. 9 : en mode « binaire lent »
Codage du message en cours.*

Le laser s'allume quelques secondes pour annoncer l'arrivée d'un message sur l'autre ordinateur puis « clignote » suivant le code binaire à transmettre.

Sur l'ordinateur récepteur : la réception commence : 55 s pour le message de l'exemple, soit environ 6 s / caractère, donc un débit de 0,2 caractère / s.

Une fois la réception terminée par un code long (allumage du laser sur quelques secondes), le message est décodé automatiquement et instantanément.



*Fig. 10 : en mode « binaire lent »
Décodage du message en cours.*

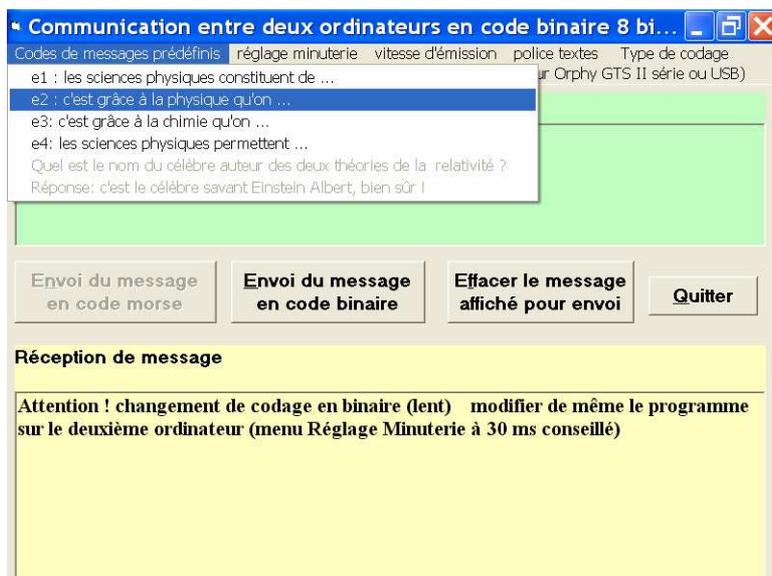
On peut aussi quasiment doubler ou tripler le débit en cochant le menu Vitesse d'émission $\times 2$ ou $\times 3$ **sur les deux** ordinateurs ; avec le message de l'exemple : la durée passe à 15 s en « vitesse $\times 3$ », soit un débit de 0,6 caractère /s.

Pour pallier la lenteur de la communication, deux méthodes semblent possibles :

- l'envoi de petits codes (e1, e2, e3 ou e4) correspondant à des messages longs préenregistrés dans le logiciel (modes Morse « lent » ou binaire « lent)
- l'envoi de caractères avec un débit plus important dans la mémoire « tampon » d'ORPHY en mode programmé (puis récupération et traitement des données en différé par le logiciel dans WINDOWS) dans deux modes dits Morse « rapide » et binaire « rapide ».

7. ENVOI DE PETITS CODES DE MESSAGES PREENREGISTRES EN MORSE « LENT » OU BINAIRE « LENT »

4 messages prédéfinis, qui portent ici sur « l'utilité » des sciences physiques dans notre monde, peuvent être transmis par simple envoi des codes e1, e2, e3 ou e4 dans les deux modes de fonctionnement Morse « lent » et binaire « lent ».



*Fig. 11 : en mode « morse ou binaire lent »
Envoi de messages prédéfinis.*

Seul le code e1, e2, e3 ou e4 est envoyé à l'autre ordinateur.



Fig. 12 : en mode « morse ou binaire lent »
Transmission et décodage du message prédéfini.

8. FONCTIONNEMENT EN MODE MORSE « RAPIDE » :

Un code Morse « rapide » est envoyé et le logiciel dans l'ordinateur récepteur va simplement donner un seul ordre à l'interface ORPHY réceptrice pour le stocker dans sa mémoire (mémoire « tampon » d'Orphy) sans traitement supplémentaire direct par le logiciel .

Ainsi, le logiciel peut demander à ORPHY GTS II de prendre environ 6400 mesures de tension sur EA0 régulièrement espacées dans le temps sur une durée totale d'environ 10 s et presque en même temps, demander aussi le commencement du rapatriement des résultats vers l'ordinateur sans devoir encore les traiter.

La fin du rapatriement des résultats durera encore environ 5 à 6 s d'où l'énoncé d'une durée maximum de message de 15 s environ.

Les valeurs ci-dessus sont doublées avec le choix d'un message de durée maximale d'environ 30 s. Le traitement des résultats de mesure pour décoder le message se fera ensuite quasi-instantanément par le logiciel.

Choisir par exemple un codage en morse « rapide » sur les deux ordinateurs avec une durée maximale de message de 15 s environ et recocher le menu Vitesse d'émission $\times 1$ (par défaut) sur chaque ordinateur.

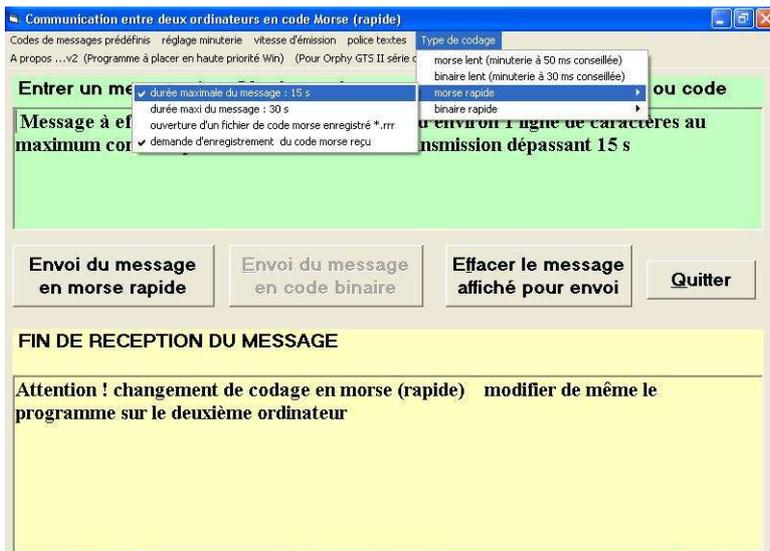
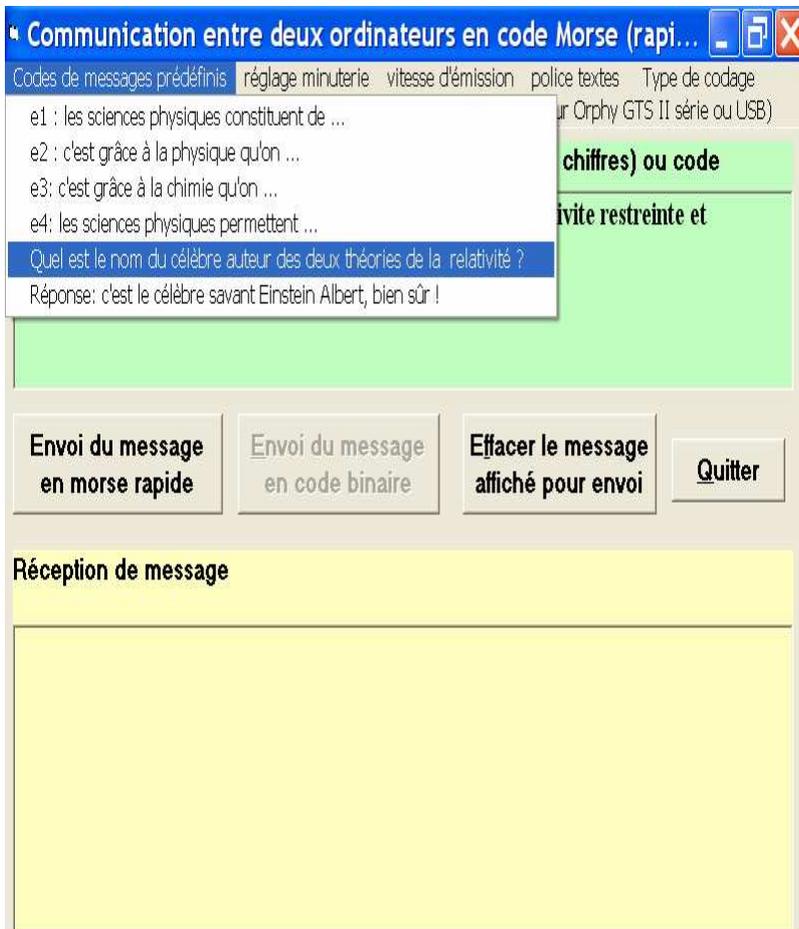


Fig. 13 : en mode « morse rapide » Configuration.



Taper un message d'environ 1 à 1,5 lignes (pour une police 16, soit environ 90 caractères en minuscules sans ponctuation ou avec chiffres), ou choisir un des trois messages prédéfinis sans code qui sera envoyé entièrement cette fois.

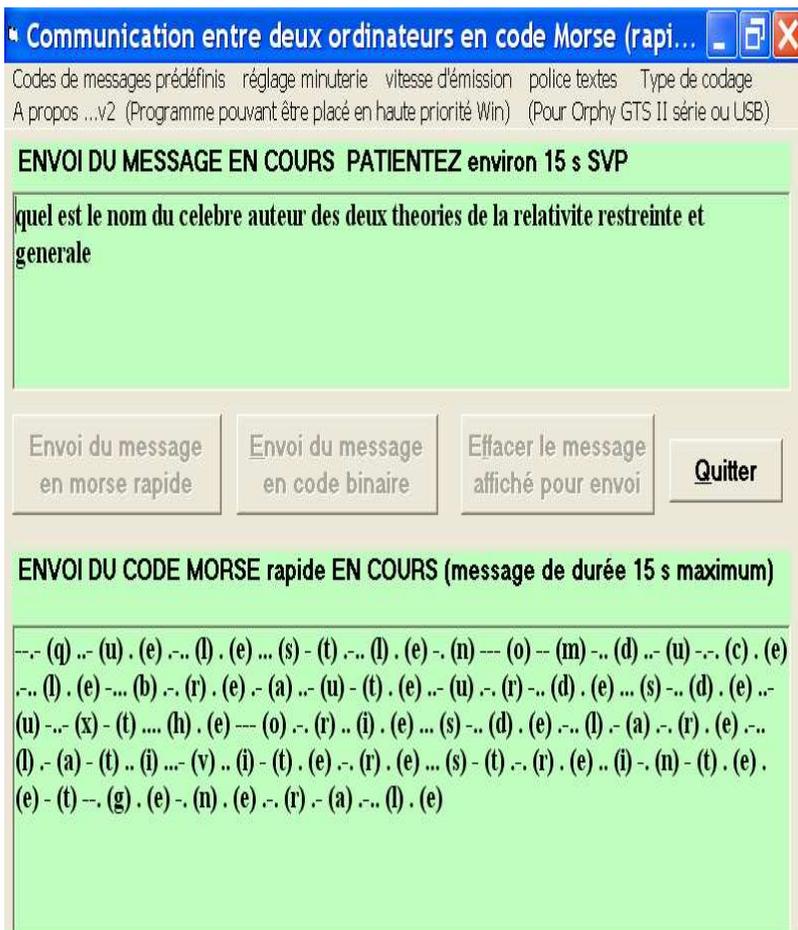


Fig. 14 : en mode « morse rapide »
Cliquer sur le bouton « Envoi du message en morse rapide ».

L'allumage du laser pendant 1 s annonce l'arrivée du message sur le deuxième ordinateur.
 Sur l'ordinateur « récepteur » : un message demande d'attendre environ 15 s.
 Puis une fenêtre apparaît, demandant si on veut enregistrer les mesures (valeurs des réponses R d'ORPHY sur 8 bits en fonction du numéro des mesures) dans un fichier au format Regressi DOS *.rrr (consultable par Regressi Windows jusqu'à la version 2007).
 On peut ultérieurement ne plus faire afficher cette fenêtre en désactivant l'option « Demande d'enregistrement du code Morse reçu » dans le sous menu « Morse rapide » du menu « Type de codage ».

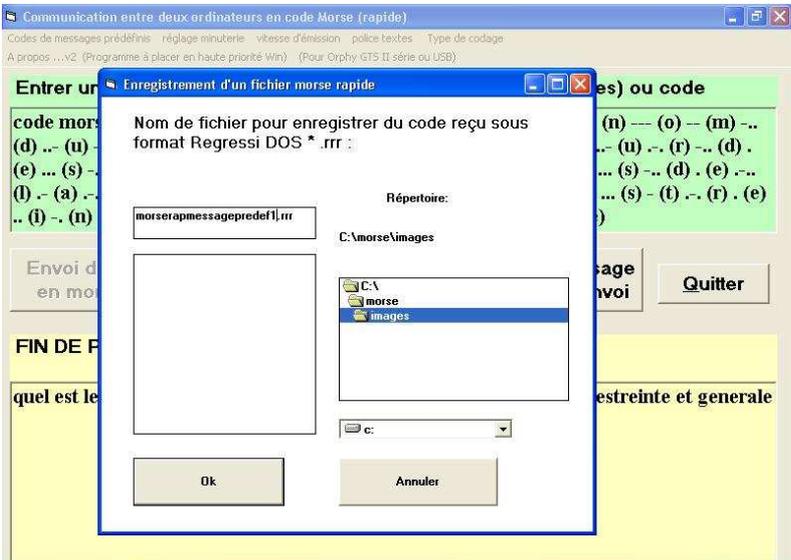
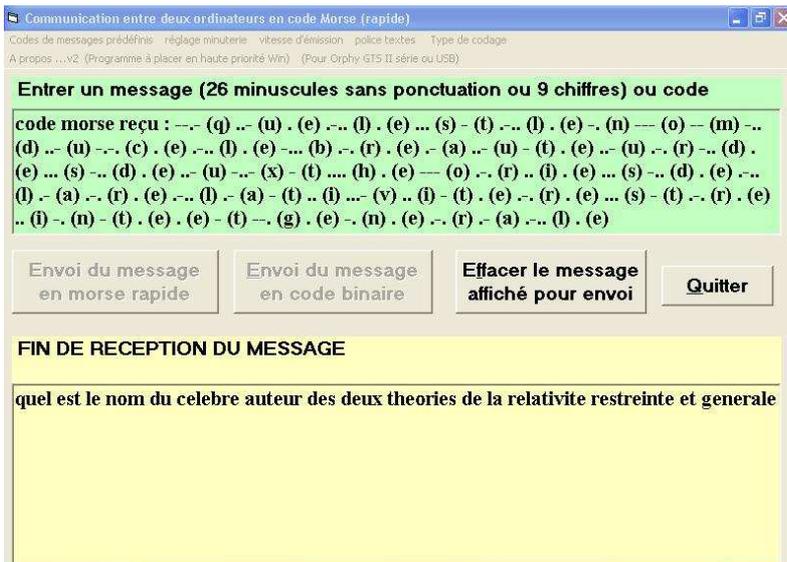


Fig. 15 : en mode « morse rapide »
Enregistrement des mesures au format REGRESSI.

Le message est ensuite instantanément décodé.



*Fig. 16 : en mode « morse rapide »
Décodage du message.*

Pour le message de l'exemple : on peut mesurer approximativement la durée effective de transmission en connectant la diode lumineuse du module Test d'Orphy par un fil à la sortie binaire SB0 . L'état de la diode est l'inverse de celui du laser (diode allumée = laser éteint), mais la mesure de la durée de son clignotement très rapide permet d'estimer la durée de transmission à 7 s pour environ 100 caractères en comptant les espaces, soit 0,07 s / caractère, donc un débit d'environ 14 caractères / s.

On peut normalement sans problème augmenter le débit de transmission en cochant dans chaque ordinateur le menu « Vitesse d'émission × 2 » : la durée du message de l'exemple passe à 4,5 s environ, soit un débit d'environ 20 caractères /s. Le réglage « Vitesse × 3 » n'assure plus une transmission fiable.

9. FONCTIONNEMENT EN BINAIRE « RAPIDE »

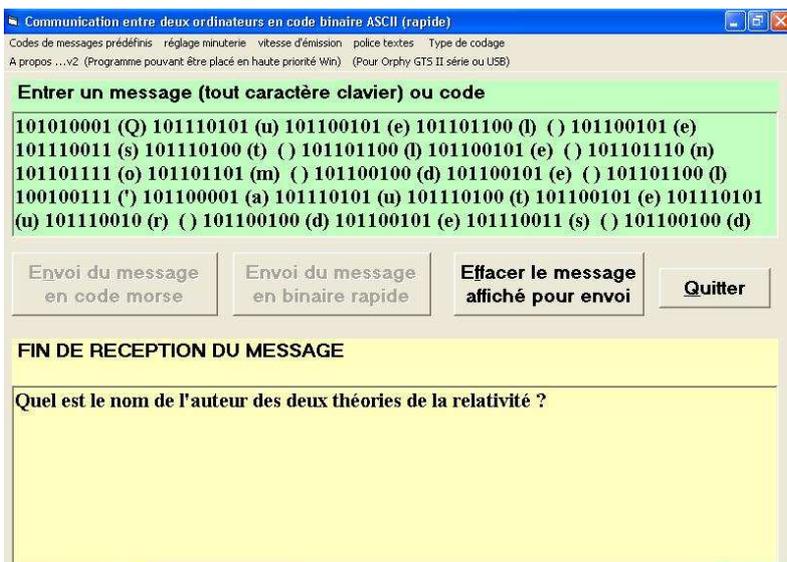
C'est le même principe que pour le mode Morse « rapide » ci-dessus.

Paramétrer le logiciel en « binaire rapide 15 s maximum » par le menu « type de codage » dans chaque ordinateur et recocher le menu Vitesse d'émission × 1 (par défaut) sur chaque ordinateur.

Taper un message d'environ 1 ligne (pour une police 16, soit environ 70 caractères quelconques), ou choisir un des trois messages prédéfinis sans code.

Un allumage du laser pendant une seconde annonce l'arrivée du message, puis un message d'attente de 15 s maximum apparaît sur l'autre ordinateur.

Le message est ensuite décodé quasi-instantanément (après enregistrement éventuel du code sous forme de fichier Regressi DOS).



*Fig. 17 : en mode « binaire rapide »
Décodage du message.*

Le message de l'exemple est envoyé en environ 15 s, dont en réalité 8 s (clignotement de la diode lumineuse), soit à un débit d'environ 8 caractères / s.

On peut aussi augmenter le débit en cochant le menu « vitesse d'émission × 2 » sur les deux ordinateurs : la durée effective du message de l'exemple passe à environ 5 s, soit un débit d'environ 12 caractères /s. Cependant, la transmission n'est plus fiable à ce débit (apparition de caractères « fantômes » ! voir ci-dessous).

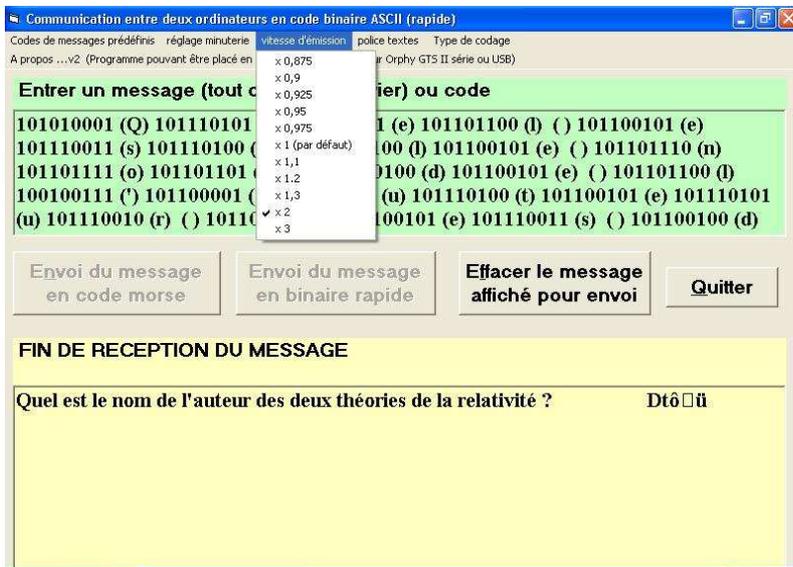


Fig. 18 : en mode « binaire rapide »
Effet du débit : transmission puis décodage du message avec apparition de caractères indésirables.

10. EXPLOITATION DES FICHIERS ENREGISTRES *.RRR DE CODE BINAIRE « RAPIDE » OU MORSE « RAPIDE »

Les fichiers peuvent être ouverts dans le logiciel pour réafficher un message précédemment reçu et enregistré.

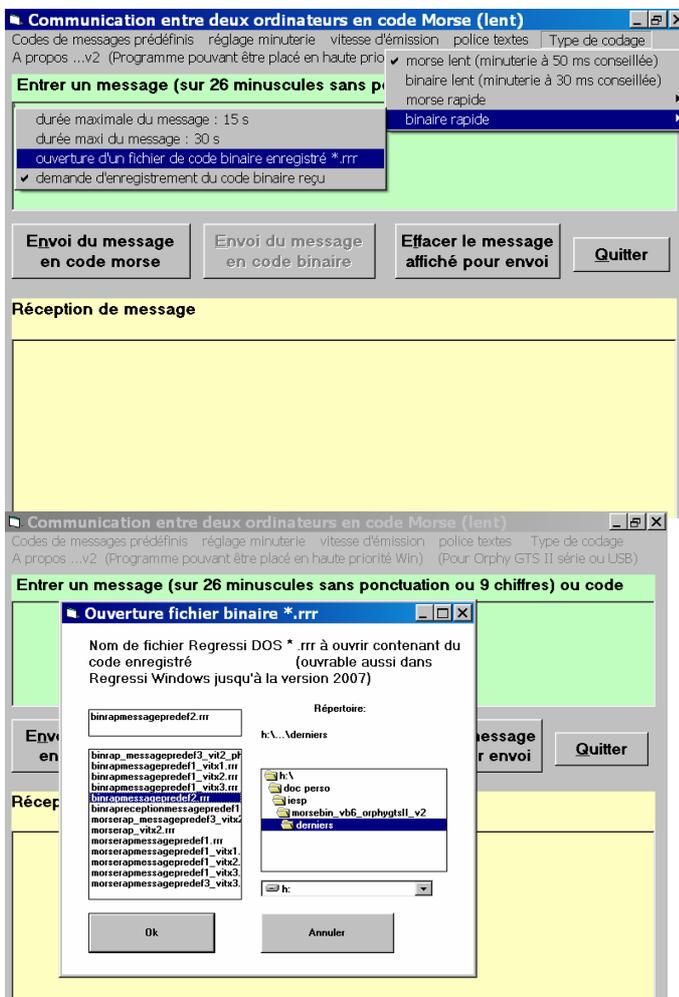
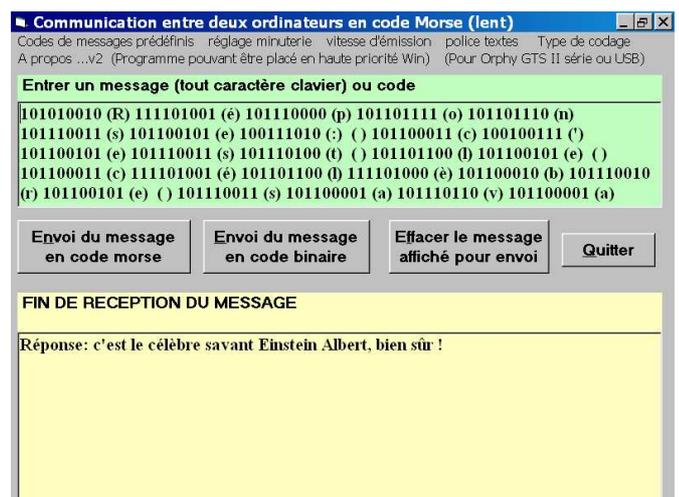


Fig. 19 : en mode « binaire rapide »
Récupération et ouverture d'un fichier enregistré



Ces fichiers permettent aussi d'analyser le code « rapide » reçu en les ouvrant dans le bloc notes de Windows, ou mieux, dans REGRESSI WINDOWS. En faisant un zoom sur le début du fichier (dans la fenêtre graphique) : on voit le graphe Réponse d'Orphy $R = \text{fonction}(n^\circ \text{ de mesure})$.

R est la réponse d'Orphy à la tension reçue sur la résistance de $82 \text{ k}\Omega$, en décimal à partir d'une mesure sur 8 bits sur EA0 de calibre $-10 \text{ V} + 10 \text{ V}$. La tension étant positive et comprise entre 0 V et 5 V , R est comprise entre 0 et 65. On voit donc en début d'enregistrement un code d'étalonnage $_ \cdot _ \cdot$, puis le code du message, traduisant directement le code Morse du message dans un fichier de code Morse.

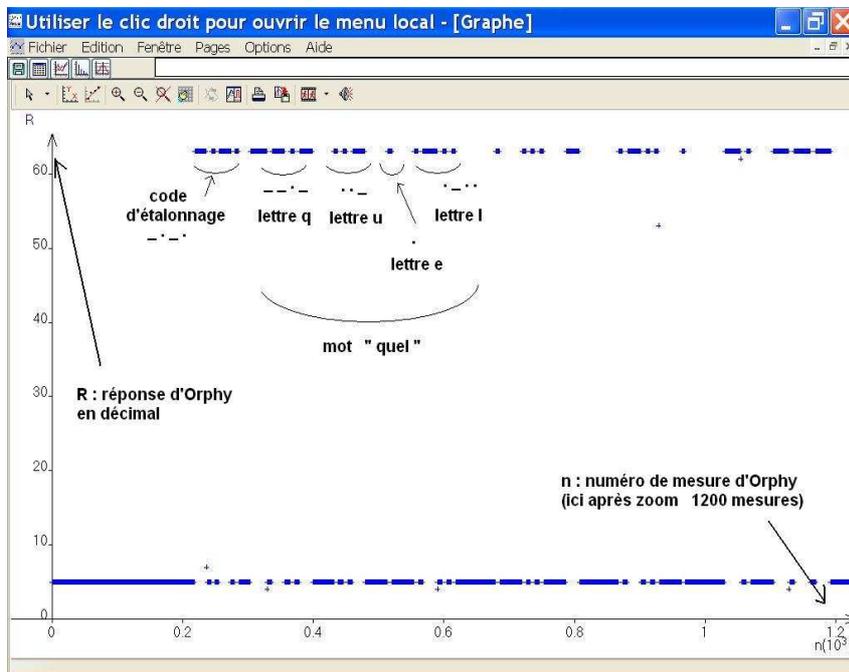


Fig. 20 : Le code binaire « rapide » ou le code Morse « rapide » peuvent être enregistrés dans des fichiers au format Regressi Dos *.rrr.

En code binaire, l'interprétation est à peine moins évidente : un code d'étalonnage 10101 est d'abord reçu, puis le code binaire 8 bits de chaque caractère précédé d'un bit (1) de synchronisation.

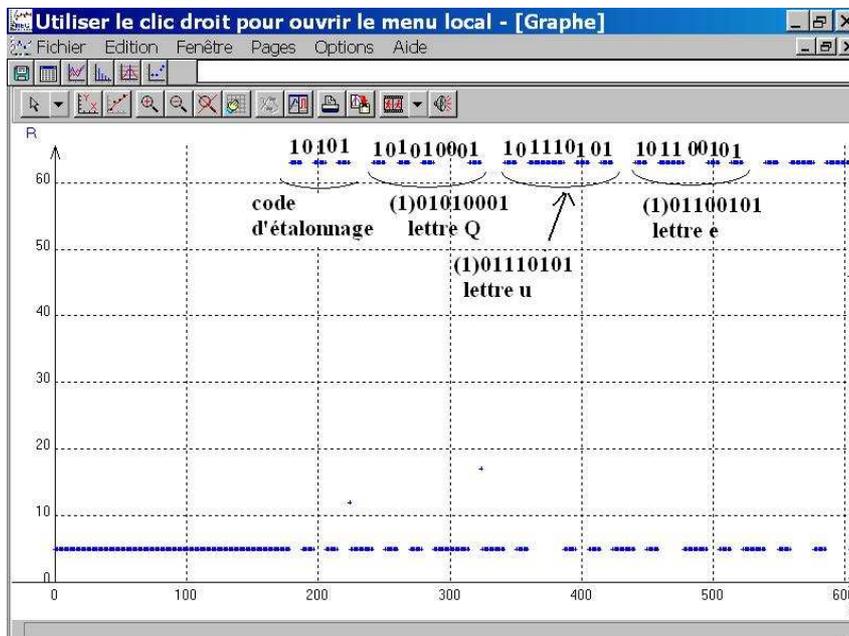


Fig. 21 : code binaire lu dans REGRESSI.

11. REMARQUES DIVERSES

Paramétrages du logiciel :

- on peut régler la police des textes par le menu Police ;
- le menu Réglage Minuterie est automatiquement configuré.
- le menu Vitesse d'émission permet d'ajuster la vitesse d'émission du message par le laser, mais normalement seules les trois valeurs $\times 1$, $\times 2$ et $\times 3$ sont utiles.

Priorité conférée au programme :

Si le logiciel est trop perturbé par les communications du réseau ou par les logiciels en mémoire dans Windows, placer le programme en priorité haute (Temps réel) en ouvrant le gestionnaire des tâches par un Ctrl +Alt+Suppr. (une autorisation du gestionnaire de réseau est surement nécessaire). (le programme est aussi « optimisé » pour une résolution d'écran de 800 x 600).

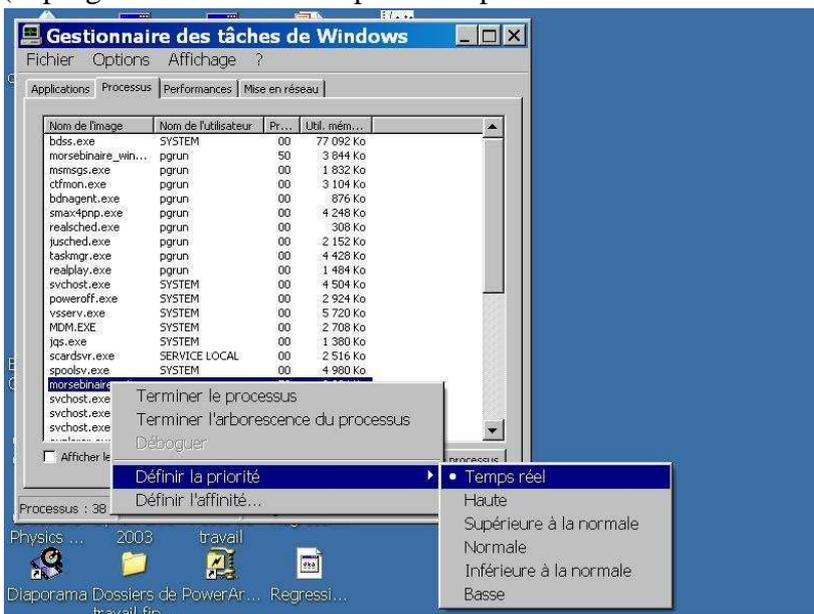
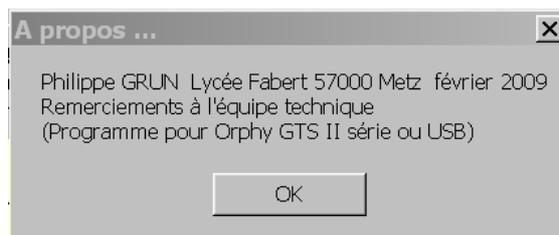


Fig. 22 : mise en priorité haute depuis le gestionnaire des tâches de WINDOWS.

Remerciements :



12. CONCLUSION

Si les deux modes de paramétrage du programme en Morse et binaire « lents » permettent de bien voir le fonctionnement du dispositif avec le « clignotement » du laser transportant le code du message transmis, ils peuvent cependant prêter à sourire vu le faible débit de transmission (une « fraction » de caractère / seconde). Du point de vue du débit, les indiens d'Amérique avec leurs signaux de fumée, ayant peut être inspiré monsieur Morse, pouvaient en faire tout autant.

Par contre, les deux autres modes de fonctionnement en Morse et binaire « rapides » permettent un transfert « honorable » à environ une dizaine de caractères / seconde.

Ils permettent ainsi d'illustrer le principe des communications actuelles à haut débit réalisées en pratique dans des câbles à fibres optiques (les indiens auraient alors bien du mal à suivre le rythme). L'enregistrement à réception des codes binaires ou Morse « rapides » sous forme de fichiers, et la possibilité de les consulter à nouveau, permettent d'illustrer le principe du traitement informatique des données.

ANNEXE

Quelques photos :

Photo 1 :
Montage global

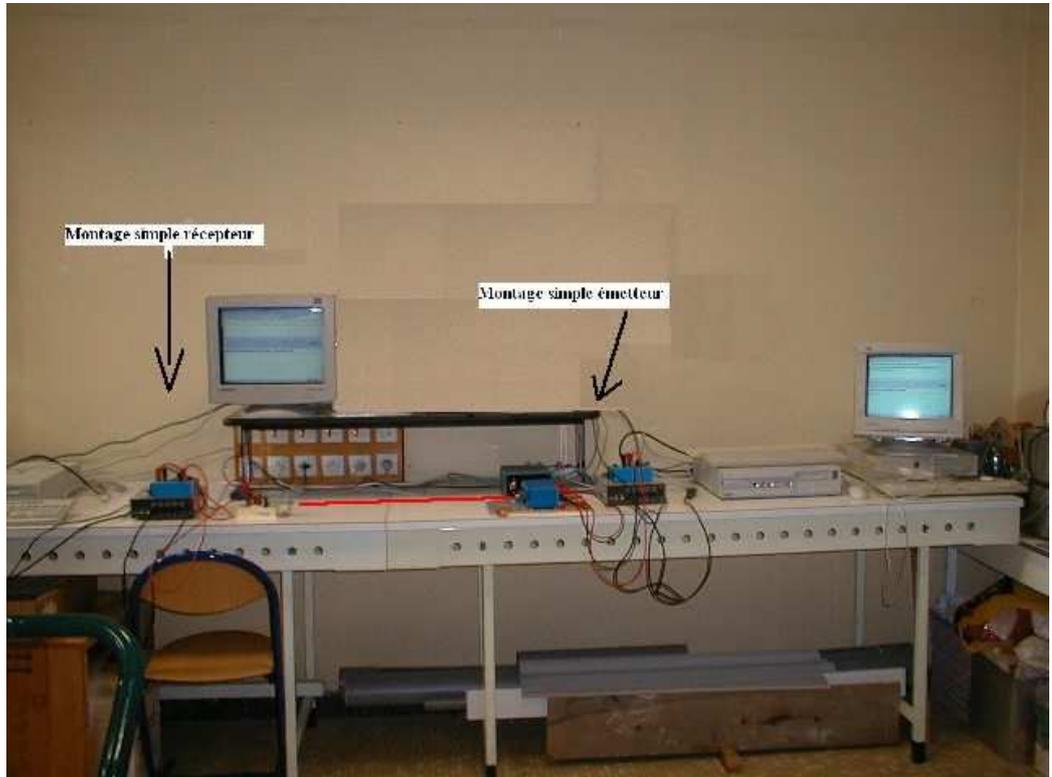


Photo 2 :
Montage global
vue rapprochée

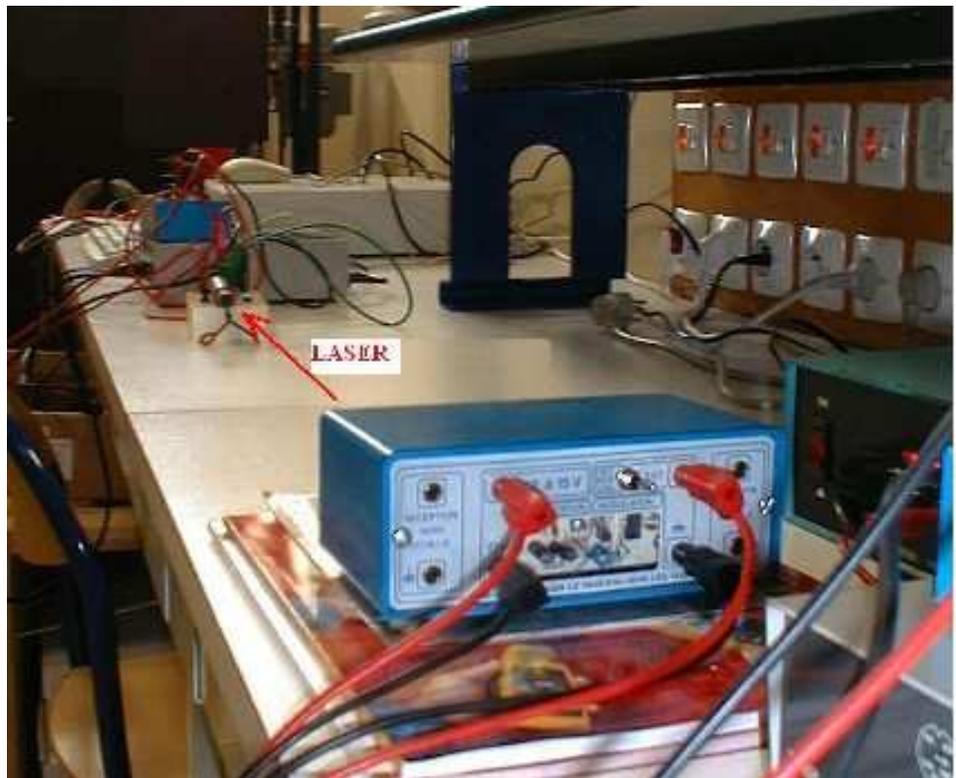


Photo 3 :
Montage émetteur
simple

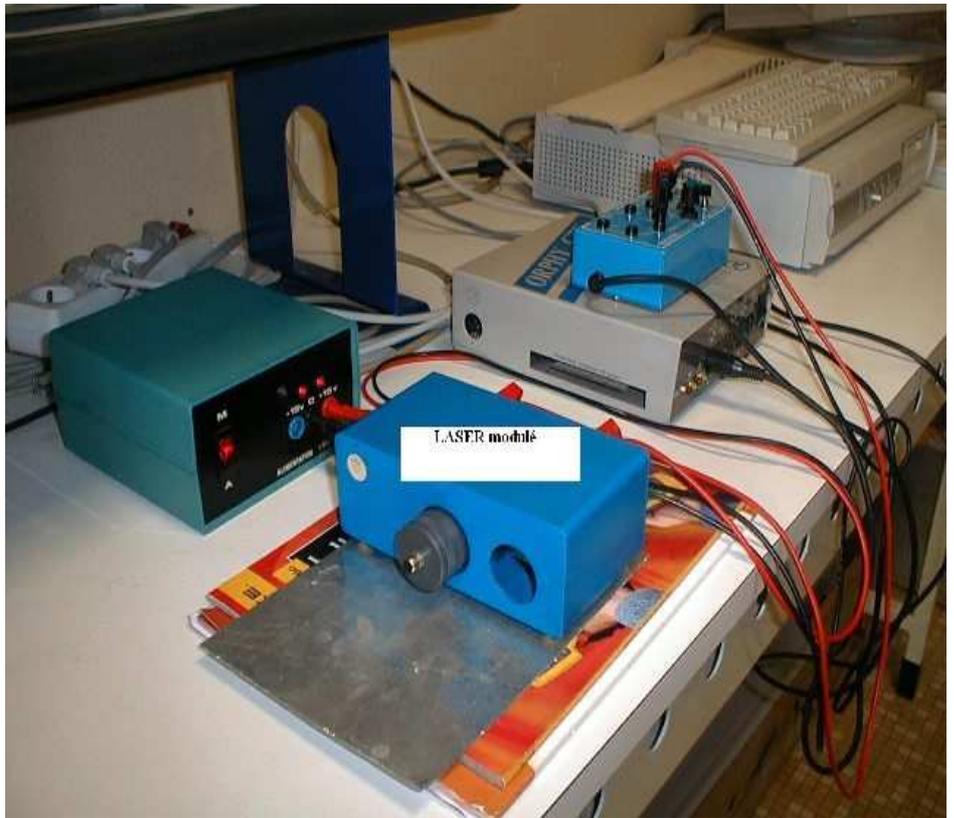


Photo 4 :
Montage
récepteur
simple

