



# CHAPITRE 1 LA SOURIS.

## 1.1 Tour d'horizon.

### 1.1.1 L'invasion des souris


Définition

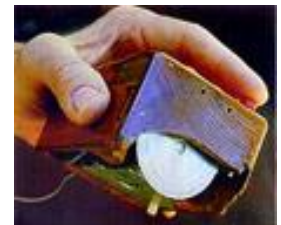
 Souris catégorie : matériel traduction : mice niveau : débutant 	Une souris est un dispositif de pointage qui se relie à l'ordinateur. Concrètement la souris permet de déplacer le curseur (la flèche) à l'écran. Tenue dans la paume de la main, elle permet de pointer des éléments affichés à l'écran et de les sélectionner en cliquant. Les souris sont munies d'un capteur de déplacement qui est soit optique (à lumière), soit laser, soit à boule pour les plus anciennes. Aussi il existe des souris avec ou sans fil.
---	--



Une *souris* est un "dispositif de pointage".

C'est un appareil indispensable pour bien utiliser un ordinateur puisque la *souris* vous permet de déplacer le *curseur* à l'écran, et donc de pointer les différents éléments de Windows, de sélectionner des fichiers et de les ouvrir en "*cliquant*" dessus. Nous apprendrons au prochain cours comment *cliquer* avec !

 Votre *souris* est représentée à l'écran par un *curseur* (ci-contre). Lorsque vous bougez votre *souris*, ce mouvement est retranscrit à l'écran. Vous retrouverez le même fonctionnement sur tous les systèmes.



### 1.1.2 L'histoire de la souris

C'est en 1963 que Douglas Engelbart invente la toute première *souris*, encore loin de ce à quoi ressemblent nos *souris* de nos jours ! En 1979 Jean-Daniel Nicoud améliore le concept et invente la première *souris* à boule. Cette *souris* est à l'origine de l'entreprise *Logitech*, leader actuellement dans les *claviers* et *souris*.

C'est en 1982 qu'est apparu la souris à microcontrôleur, c'était un Motorola 6805 dans un Boitier dil 28 broches.

### 1.1.3 Ai-je besoin d'une souris sur un ordinateur portable ?



Oui et non ! Non parce que les ordinateurs portables sont équipés de *trackpads* (pavés tactiles) : c'est une zone rectangulaire tactile qui permet de déplacer le *curseur* en bougeant le doigt. Cela dit l'*ergonomie* du dispositif reste limitée en raison de sa petite taille et il est donc conseillé, pour votre confort, de posséder une *souris*. Il en existe de petite taille pour les transporter facilement avec vous.

### 1.1.4 Comment brancher et installer une souris ?

Il existe 2 moyens de brancher une souris :



Les anciens branchements dits *PS/2* sont des prises rondes. Elles tendent aujourd'hui à disparaître. Le désavantage des ports *PS/2* est qu'il faille brancher sa *souris* avant l'allumage de la machine.



Les souris les plus répandues (et d'ailleurs pour tout appareil électronique) utilisent un *port USB*, ces prises rectangulaires universelles que vous retrouverez sur tous les ordinateurs, fixes et portables. L'avantage est que vous pouvez à tout moment brancher ou débrancher votre *souris*.

*USB* signifie : port série universel, il se veut être le branchement universel de tout appareil électronique.

Et pour l'installation, tout est automatique !

Après avoir branché votre *souris*, patientez quelques instants, Windows va l'installer automatiquement et vous pourrez utiliser votre *souris* quelques secondes après !

### 1.1.5 Les souris d'aujourd'hui : un concentré de technologie

#### 1.1.5.1 Des souris Hi-tech pleines de boutons

Nos petites *souris* grandissent et connaissent des tendances acnéiques : elles ont de plus en plus de boutons. Mais pas trop espérons-le car on risquerait de s'y perdre. Voici un concentré de technologie par *Logitech* :



Les boutons de navigation permettent de naviguer sur Internet par exemple : une simple pression sur le bouton, au niveau du pouce, permet de revenir à la page précédente ou la page suivante. La molette latérale servira surtout aux joueurs chevronnés ou à certains logiciels spéciaux. Le renforcement pour le pouce permet une prise en main agréable de la *souris* et l'indicateur de batterie permet de savoir quand recharger.

### 1.1.5.2 Des souris qui en perdent leur fil

Si vous avez la phobie des fils qui traînent partout, optez pour une *souris* sans fil ! Pratique à utiliser, pas de fil encombrant, l'inconvénient réside dans le fait qu'il faille recharger la bestiole régulièrement (pour une *souris* à batterie) ou changer les piles (pour une *souris* à piles).

Dans le principe il faudra brancher un petit récepteur sur une prise *USB*, et vous pourrez utiliser votre *souris*!



### 1.1.5.3 Evolution des souris : à boule, optiques, laser

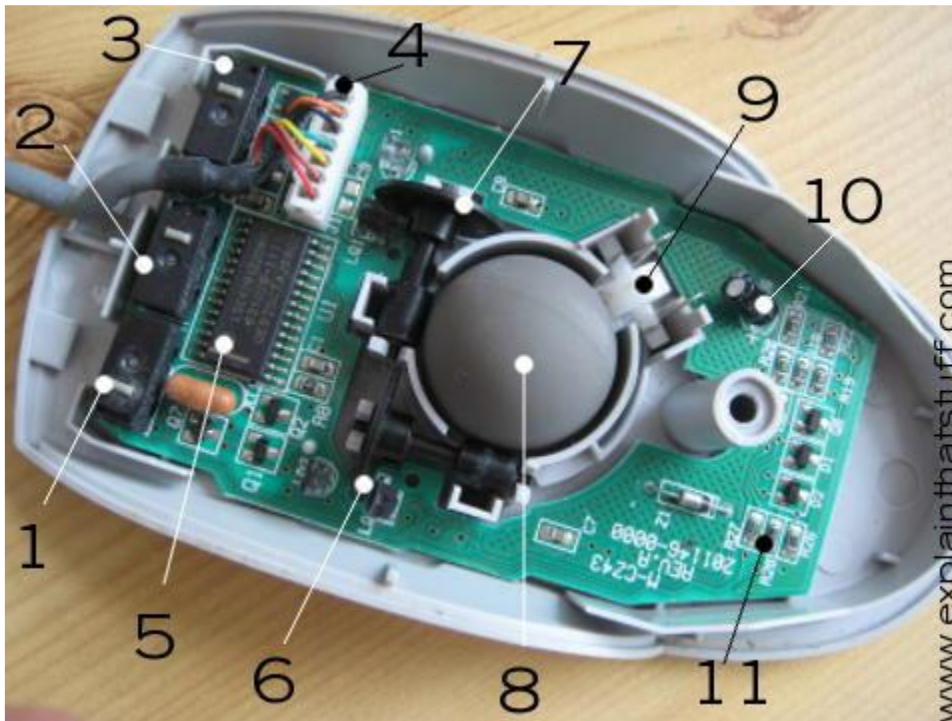


On distingue principalement 3 types de souris depuis que l'informatique existe :

1. Au début existaient seulement les *souris* à boules (1). En plus de ne pas être très précises, elles avaient tendance à ramasser toute la poussière du bureau.
2. Sont ensuite apparues les *souris* optiques (2) qui émettent une lumière pour capter le mouvement. Plus précises et plus fiables, elles posent par contre problème sur des surfaces brillantes, ou transparentes, comme une table en verre.
3. Aujourd'hui ce sont les *souris* Laser (3) qui sont en vogue. Le laser ayant une longueur d'onde plus fine qu'une simple lumière, permet de capter avec beaucoup plus de précision un mouvement. Elles sont très précises et sont appréciées des professionnels et joueurs.

## 1.2 Les capteurs de la souris.

### 1.2.1 La souris à capteurs optiques.



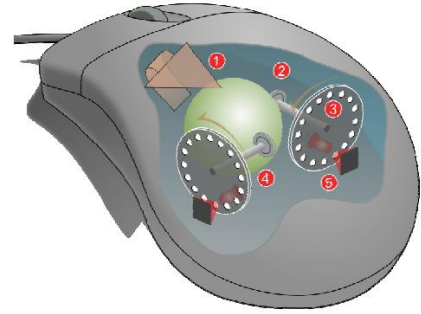
1. Interrupteur pour les clics du bouton gauche de la souris
2. Interrupteur pour le bouton du milieu
3. Interrupteur pour le bouton droit
4. Ancienne connexion du ps/2 du pc
5. Puce qui transforme les mouvements (analogique) en signaux numériques (digitale) compréhensible par l'ordinateur
6. Roue de l'axe x qui tourne lorsque la souris est déplacée de gauche à droite
7. Roue de l'axe y qui tourne lorsque la souris est déplacée de haut en bas
8. Boule en caoutchouc
9. Levier qui presse fermement la boule contre les roues pour bien enregistrer ses mouvements
10. Condensateur
11. Résistances

Les dernières souris dites "à boule" encore sur le marché de la vente sont du type opto-mécanique étant donné que la précision a été grandement accrue à l'aide de l'utilisation des diodes électroluminescentes (led) qui permettent de retranscrire les mouvements de la souris avec plus de facilité car cela nécessite peu de conversion de données.

La souris contient une boule en contact avec le support où elle est utilisée. Deux rouleaux perpendiculaires entre eux actionnés par cette boule permettent de capter les déplacements de la souris sur la surface où elle est posée. Un troisième rouleau permet de stabiliser la boule. Les rouleaux sont solidaires d'un axe au bout duquel se trouve un disque perforé laissant passer la lumière d'une diode électroluminescente ou au contraire la bloquant. Une cellule photoélectrique recevant cette lumière fournit quand la souris se déplace un signal alternatif de fréquence proportionnelle à la vitesse. À l'aide d'un trigger de Schmitt, on peut obtenir un signal en créneaux, chaque impulsion crête correspondant à une perforation, et on peut calculer la vitesse de déplacement de la souris selon chaque axe.

### 1.2.1.1 Décryptage du mouvement.

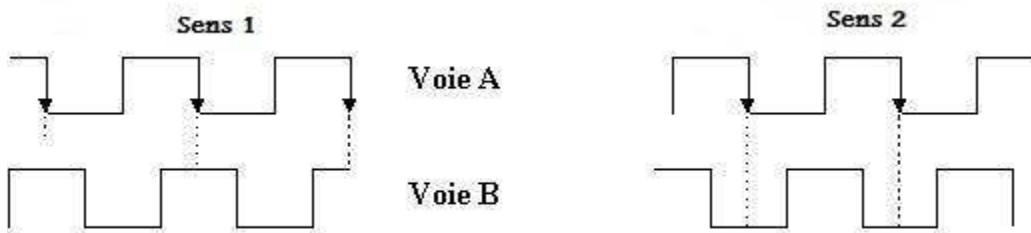
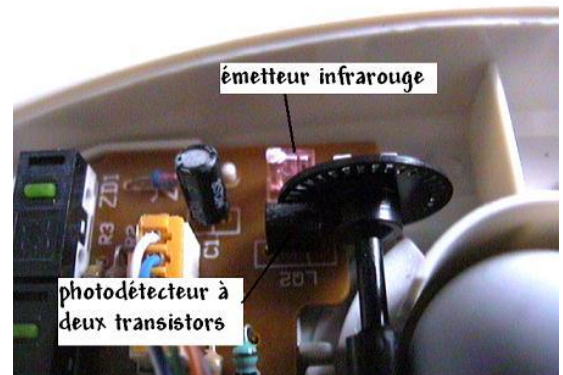
1. Mouvement de la boule
2. Rouleau transmettant les mouvements latéraux de la souris
3. Disque perforé
4. Diode électroluminescente
5. Capteur optique



La résolution de la direction du déplacement (gauche-droite / droite-gauche) se fait en utilisant deux cellules de réception décalées d'une demi perforation.

Après conversion en signal en créneaux binaires (0 = pas de lumière, 1 = lumière), les booléens fournis par le couple de cellule prennent forcément la suite de valeurs (0, 0), (0, 1), (1, 1), (1, 0) dans cet ordre ou dans l'ordre inverse; l'ordre indique la direction du déplacement.

En effet, le placement décale des deux cellules fait que l'on ne peut jamais passer directement d'un état où les deux sont éclairées à un état où les deux ne sont pas éclairées, ou vice-versa; en d'autres termes, lorsque la souris se déplace, un seul des deux signaux booléens peut varier à la fois.



### 1.2.2 Fonctionnement de la Souris Optique.

La souris optique remplace l'ancienne "souris à boule". Le principe est simple, une micro-caméra va détecter grâce à un faisceau lumineux les mouvements qu'effectue la souris et un processeur de signaux numériques (DSP) transmet ce mouvement à l'écran.

Voir Document annexe sur la souris "fiche technique souris3e.pdf"

*C'est donc une diode ou un laser qui fournit la lumière nécessaire à une prise de vue. Les images sont transmises au DSP qui compare les différences entre les clichés successifs pris en rafale afin de déterminer la direction et la vitesse à laquelle la souris s'est déplacée.*

**1.2.2.1** On pourrait décrire en 4 étapes ce fonctionnement :

**1. La DEL ( ou le laser ) illumine la surface sur laquelle glisse la souris.**

*Une petite diode émet un faisceau lumineux qui éclaire un point de la surface sur laquelle se trouve la souris optique. Une partie de la lumière est réfléchiée et focalisée vers un système CMOS, un capteur comparable à ceux des appareils photo*

**2. Le capteur CMOS enregistre des images ...**

*Le capteur CMOS photographie la surface, en rafale, avec près de 10.000 images par secondes pour les plus rapides. Leur résolution, que nous verront plus tard, influe sur la précision de la souris.*

**3. Les images sont analysées par le processeur de signal DSP**

*Le CMOS transmet ses photos à un DSP ( "Digital Signal Processor" ) qui analyse chaque images. Le moindre déplacement des détails dans une image indique ainsi la direction du mouvement de la souris.*

**4. Le pointeur bouge en fonction de la souris**

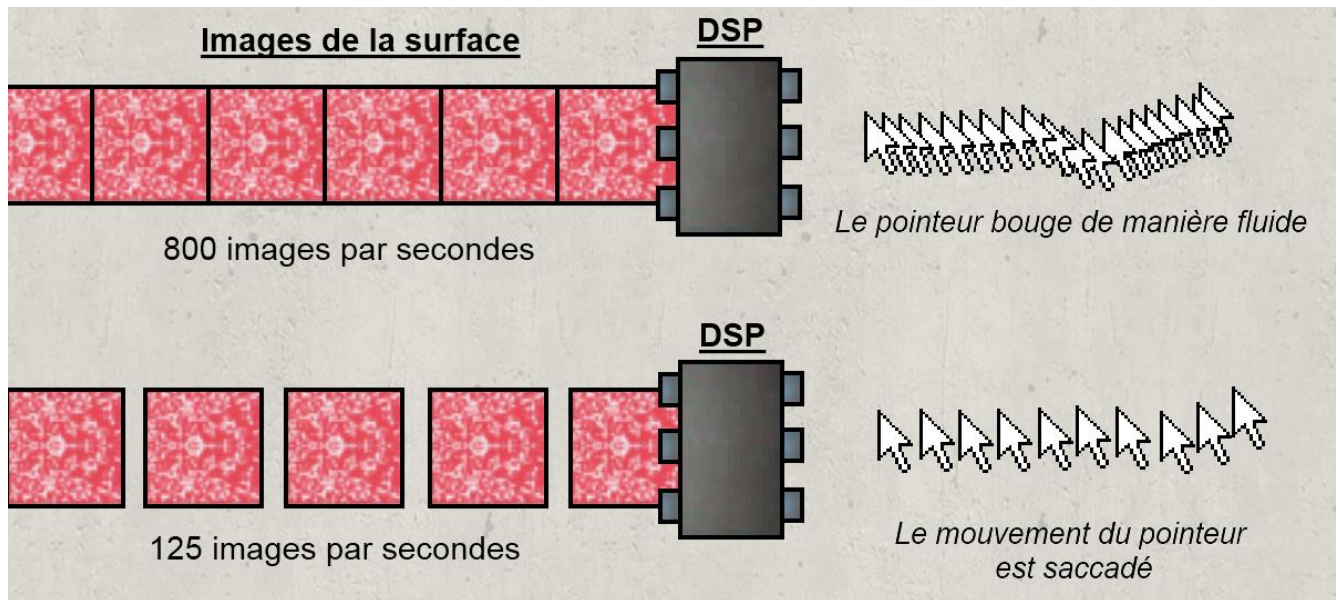
*L'information du mouvement est transmise à l'ordinateur, qui va faire bouger en conséquence le pointeur à l'écran.*

**1.2.2.2** On rentre désormais dans les détails du fonctionnement.

Le rôle essentiel d'une souris est de déplacer le pointeur à l'écran. Elle doit donc collecter des informations sur son propre déplacement pour servir de relais à la volonté de l'utilisateur. Si cette opération s'est longtemps effectuée de façon mécanique elle s'opère aujourd'hui de façon optique. Sous la souris prend place un capteur, comme on l'a décrit précédemment, une micro caméra qui "regarde" en permanence la surface sur laquelle on déplace la souris.

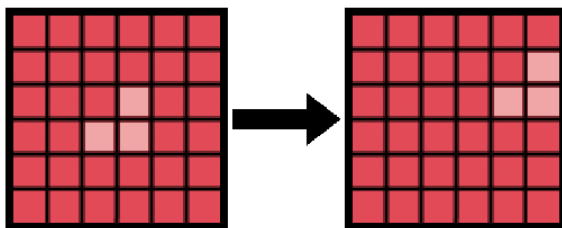
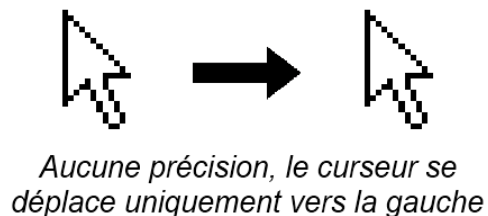
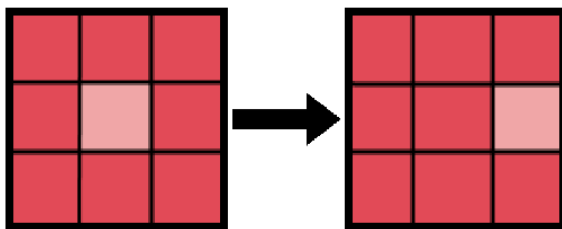
La souris fonctionne donc en réalité comme un petit appareil photo numérique, qui photographie en niveaux de gris - et en plusieurs milliers de fois par seconde ! - la surface en question. C'est là qu'intervient la fluidité, plus il y aura d'images prises par secondes, plus le pointeur bougera de manière fluide.



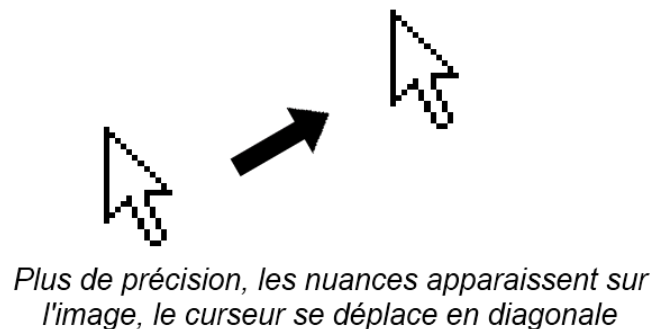


Clairement, on voit que la fluidité dépend donc du capteur, plus il sera rapide, plus la souris aura de fluidité, moins il enverra d'images, plus la souris aura un mouvement saccadé. Mais le capteur a aussi un deuxième paramètre qui le caractérise : la résolution des images qu'il prend, soit le nombre de points qui constituent l'image. Les acquisitions de la souris (de 16 à 30 pixels de large) constituent la base pour déterminer le déplacement de la souris.

#### Images obtenues avec une souris 9 dpi



#### Images obtenues avec une souris 36 dpi



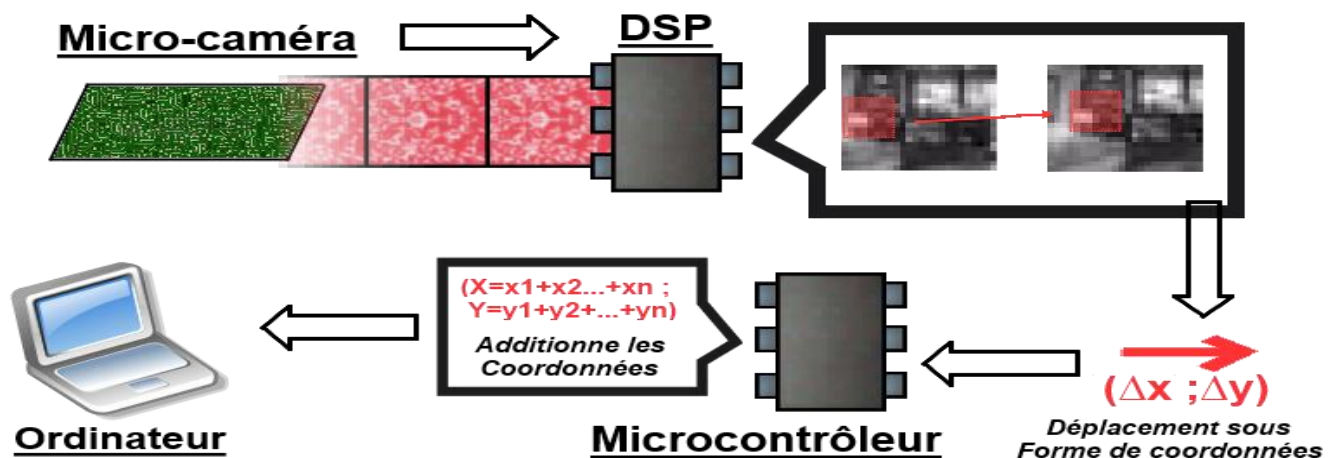
On voit bien que le capteur est un élément extrêmement important de la souris, influencent grandement sur sa qualité. La capteur, ou système d'acquisition (IAS) transmet ses photos à un processeur de signal (DSP : "Digital Signal Processor") qui analyse les images dans les moindres détails pour voir ce qui a bougé. Tout ce qu'il analyse comme "ayant bougé" indique la direction du mouvement de la souris.

*Après avoir vu avec quoi la souris envoie des informations et ce qui influe celles-ci, on regarde comment la souris envoie ces informations.*

Les informations doivent circuler constamment vers l'ordinateur pour obtenir un curseur en mouvement à l'écran, on est donc en droit de se demander quel a été la solution utilisée pour les faire circuler jusqu'à notre machine ? On a brièvement expliqué précédemment que c'est le processeur de signal qui envoie les informations, mais nous ne sommes pas rentré dans les détails d'acquisition de ces informations.

Un minuscule microprocesseur analyse les images produites afin de déterminer la direction et l'amplitude du déplacement. En comparant les clichés successifs, il recherche dans un premier temps leurs points communs. Une fois ceux-ci établis, il définit les coordonnées du vecteur déplacement ( $\Delta x$  ;  $\Delta y$ ) de ces points communs entre une capture et la précédente. Ce faisant, il a donc une indication du déplacement entre deux acquisitions, exprimées par un couple de coordonnées. Intervient ensuite un microcontrôleur : celui-ci est chargé de récupérer les informations que lui transmet le microprocesseur en les transformant pour être prêtes à être transmises ensuite à l'ordinateur. Son rôle est d'additionner les vecteurs déplacements obtenus à la suite de chaque capture afin de déterminer des coordonnées à fréquence constante, par exemple 125 Hz, ou jusqu'à 1 000 Hz pour les souris les plus performantes.

Ainsi, si l'on appelle ce nouveau couple de coordonnées ( $X$  ;  $Y$ ), on aurait par exemple 125 fois par seconde : ( $X=x_1+x_2+\dots+x_n$  ;  $Y=y_1+y_2+\dots+y_n$ ) Le microcontrôleur calme ainsi la vivacité du capteur tout en limitant l'importance de ses éventuelles erreurs, dissoutes dans une somme de coordonnées plus importante. On aboutit ainsi à la collecte régulière d'informations quant aux déplacements de la souris, exprimées sous forme de coordonnées ( $X$  ;  $Y$ ). Il ne restera plus qu'à transmettre ces informations à l'ordinateur.



Or pour transmettre les entrées, une souris utilise un système de connectivité, le plus commun étant un cordon électrique mince se terminant par un connecteur standard, tels que RS-232C, PS/2, USB ou ADB. Les souris sans fil vont plutôt transmettre les données par rayonnement infrarouge ou radio (y compris Bluetooth). Bien que l'interface électrique et le format de données transmises actuellement standardisé et le plus commun est l'USB, cela a varié de nombreuses fois par le passé selon les fabricants. Celui de notre souris est un connecteur USB.

On sait que le microcontrôleur, après avoir fait tous les calculs de mouvement, envoie sous forme de code crypté des données ( $x, y$ , clic, molette ...) vers l'ordinateur, en passant par le système de connectivité. Pour les lire, l'ordinateur aura besoin d'un pilote spécifique à la souris, la plupart du temps celui-ci s'installe dès l'instant où l'on branche la souris. Celui-ci décodera les différentes commandes émises par la souris.



### 1.3 Protocole de transmission SERIE.

(Données de 1999) [http://www.rennes.supelec.fr/ren/perso/jweiss/docs/mouse\\_ps2/souris\\_ps2.php/](http://www.rennes.supelec.fr/ren/perso/jweiss/docs/mouse_ps2/souris_ps2.php/)

La souris est un organe de pointage fournissant les coordonnées X et Y d'un déplacement ainsi que l'état de 2 boutons (Droite et Gauche) ; la transmission de ces informations se fait par une liaison série synchrone à 9600 bauds (environ) au format 8,0,1 (8 bits de données, 1 bit de parité (impaire (*Odd*)), 1 bit de stop).

La souris fonctionne par défaut avec une résolution de 200 CPI (*Counts Per Inch*), ce qui correspond à une résolution de 8 pas/mm (le pas est de 125  $\mu$ m). Les déplacements sont codés sur 8 bits, soit une plage de (0 à 255), soit une distance d'environ 3,2 cm.

La souris semble pouvoir fournir jusqu'à 40 déplacements à la seconde, ce qui permet de transmettre des déplacements allant jusqu'à 2 m/s.

La souris est alimentée en 5V par l'intermédiaire du cordon ; le connecteur PS/2 comporte 6 broches, comme le montre la figure ci-après.

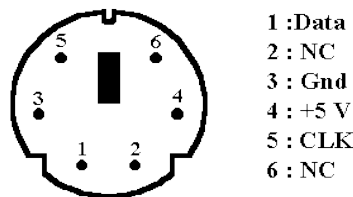
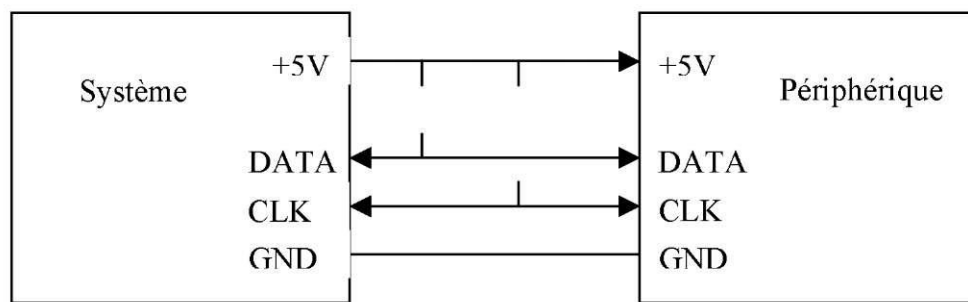


Figure 2.1 : Connecteur SOURIS PS/2 (mâle, vue en bout de cordon)

C'est le système maître qui alimente le périphérique PS/2. Les signaux Data et Clk sont bidirectionnels et à sortie collecteur ouvert. Une résistance de 10K ohm environ doit être placée entre ces deux signaux et l'alimentation ce qui garantit un niveau haut hors de toute transaction. Les 2 éléments connectés peuvent prendre la main sur les lignes sans conflit électrique.



#### 1.3.1 Protocole de communication

Le système maître est susceptible d'envoyer au périphérique (ici la souris) des ordres de commande (tableau 1) mais à un autre moment c'est le périphérique (ici la souris) qui va émettre des messages (tableau 2) ou retourner des données. Les octets de commandes et messages sont transmis de façon synchrone et série sur 11 /12bits ( les 8 bits à transmettre,

LSB en premier, précédés d'un bit start ('0') et suivi d'un bit de parité et d'un bit stop ('1'). Le bit de parité impaire vaut '1' si le nombre total de '1' dans l'octet et le bit de parité lui-même est impair.

Durant la transmission, c'est le périphérique qui fournit l'horloge en la positionnant à un niveau bas (front descendant) tandis que l'émetteur (système ou périphérique) place data à un niveau bas pour un bit '0' ou

le laisse inactif pour un bit '1'. La fréquence d'horloge est au maximum de 33 kHz mais le plus couramment de 15 kHz. Entre les transmissions, le bus peut être :

- **Idle** : CLK et DATA sont tous les deux au niveau haut . Il n'y a pas d'activité.
- **Inhibit** : Le système maintient CLK au niveau bas
- **Request to send** : Le maître maintient DATA au niveau bas mais laisse CLK flotter. Il est prêt à émettre.

#### 1.3.1.1 Périphérique vers système maître

Il peut transmettre un octet vers le système à condition que le bus soit préalablement « idle ». L'octet est transmis sous forme série avec l'horloge ( impulsions négatives). Le périphérique change les données sur front montant alors que le système est censé les lire pendant que CLK est à '0' (ou sur le front descendant).

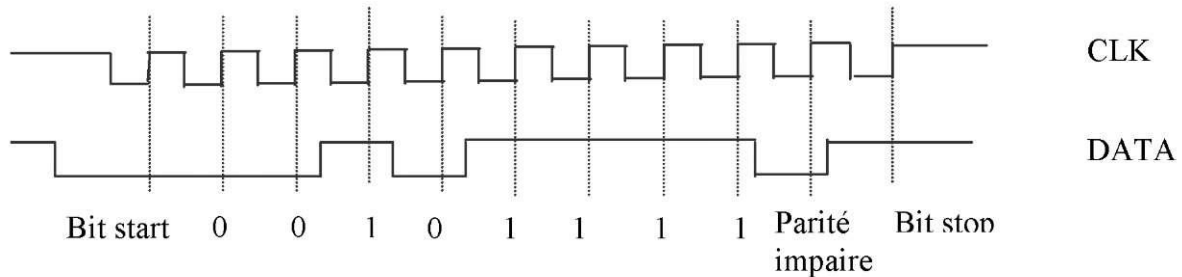


Figure 2 : transmission de la donnée F4

L'ordre de grandeur de la période d'horloge CLK est de 60 à 100  $\mu$ s.

#### 1.3.1.2 Système maître vers périphérique

Le système maître indique qu'il souhaite émettre une commande en maintenant CLK au niveau bas pendant au moins 100  $\mu$ s, puis forçant DATA au niveau bas (état du bus Request to send) tout en libérant CLK. Dès que le périphérique reconnaît (en moins de 10 mS) ce signal bas, il va émettre son horloge et échantillonner la donnée. Le système est censé changer les données tant que CLK est au niveau bas (sur front descendant) tandis que le périphérique échantillonne chaque bit pendant que clk est haut ( donc sur front montant).

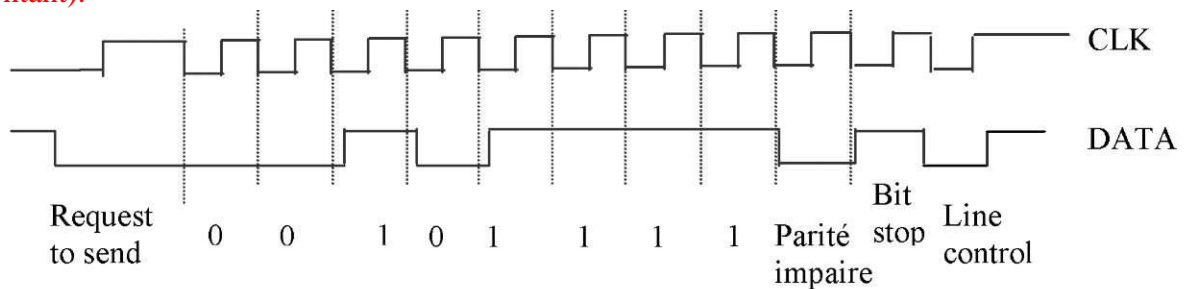


Figure 3 : transmission de la commande F4

Après la reconnaissance du bit stop, le périphérique force DATA à 0 et fournit une impulsion d'horloge supplémentaire. Ceci permet éventuellement au maître d'inhiber l'horloge tant qu'il n'est pas prêt à émettre de nouveau.

L'ordre de grandeur de la période d'horloge CLK est de 60 à 100  $\mu$ s.

### 1.3.1 Initialisation

La souris nécessite d'être configurée pour pouvoir fonctionner ; les informations fournies ci-après sont issues d'observations sur une souris, le fonctionnement exact n'étant pas connu par l'auteur.

A la mise sous tension, la souris envoie 2 mots (0xAA puis 0x00) pour s'identifier.

Pour l'initialiser, il faut forcer la ligne de données (Data) à 0 et attendre une transition de la ligne d'horloge (CLK) ; cela varie de 2 à 8 ms.

Il faut ensuite envoyer un mot de configuration sur la ligne de données (Data) (0x7A) suivant le protocole défini précédemment, l'horloge étant fournie par la souris. La souris acquitte le message en forçant la ligne de données à 0 lors de l'état de stop.

La souris renvoie alors sa réponse (0xFA).

### 1.3.2 Liste des commandes et des messages pour la souris

Commandes envoyées à la souris	Valeur hexadécimale
Reset	FF
La souris retourne AA,00 après l' auto-test	
Resend message	FE
Set to Default Values	F6
Enable Streaming mode	F4
La souris commence à envoyer des paquets de données à la vitesse par défaut	
Disable streaming mode	F5
Set sampling rate	F3,XX
XX est le nombre d'échantillons par seconde 10,20,40,60,80,100 et 200	
Read Device Type	F2
Set Remote Mode	EE
Set Wrap mode	EC
La souris retourne les données envoyées par le système	
Read Remote Data	EB
La souris envoie 1 paquet de données	
Set Stream mode	EA
Status Request	E9
La souris retourne sur 3 octets sa configuration courante	
Set Resolution XX vaut 0,1,2,3	E8,XX
Set scaling 2 to 1	E7
Reset Scaling	E6

Messages envoyés par la souris	Valeur hexadécimale
Resend Message	FE
Two bad messages in a row	FC
Mouse Acknowledge Command	FA
Envoyé par la souris après chaque octet de commande	
Mouse Passed self-test	AA

Tableau 2 : Message souris PS/2

### 1.3.3 Informations fournies.

La souris fournit ses informations sous forme de triplets espacés d'environ 350  $\mu$ s ; les trames ainsi constituées durent alors 3,6 ms et sont espacées d'au moins 6,4 ms. Ainsi, la souris pourra envoyer jusqu'à 100 trames par seconde.

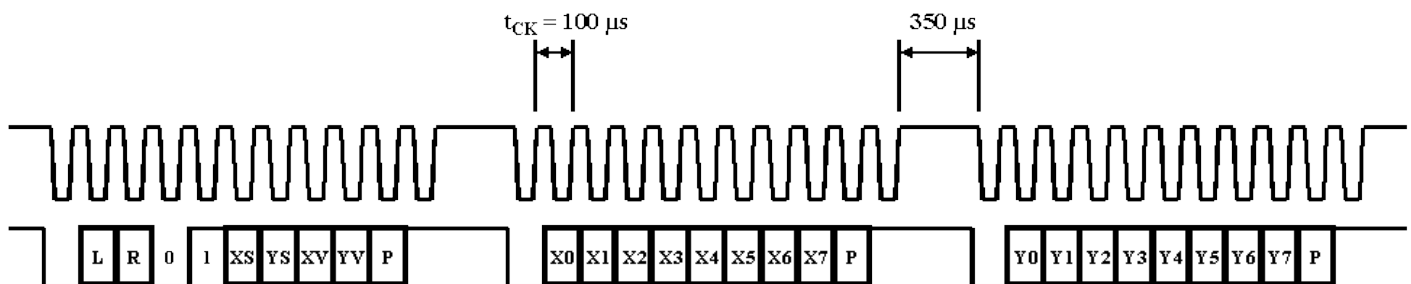


Figure 2.3 : Trame

Le premier mot de la trame fournit les informations suivantes :

L : Bouton Gauche (actif à 1)

R : Bouton Droit (actif à 1)

XS : Direction du déplacement horizontal (1 pour Gauche)

YS : Direction du déplacement horizontal (1 pour Bas)

XV : Débordement suivant X

YV : Débordement suivant Y

Les 2 mots suivants transportent la valeur du déplacement :

X[7..0] : Déplacement Horizontal (Entier relatif, positif à droite)

Y[7..0] : Déplacement Horizontal (Entier relatif, positif en bas)

## 1.4 Bibliographie

- MicroPC et Image VGA : Christophe Paris - PFE ENSEIRB 2002
- Rapid prototyping of digital systems: James O. Hamblen , Michael D. Fuman - Kluwer academic publishers
- Le site de J.Weiss : <http://www.supelec-rennes.fr/ren/perso/jweiss/>

Améliorations, la souris scanner.



DSH STORE