



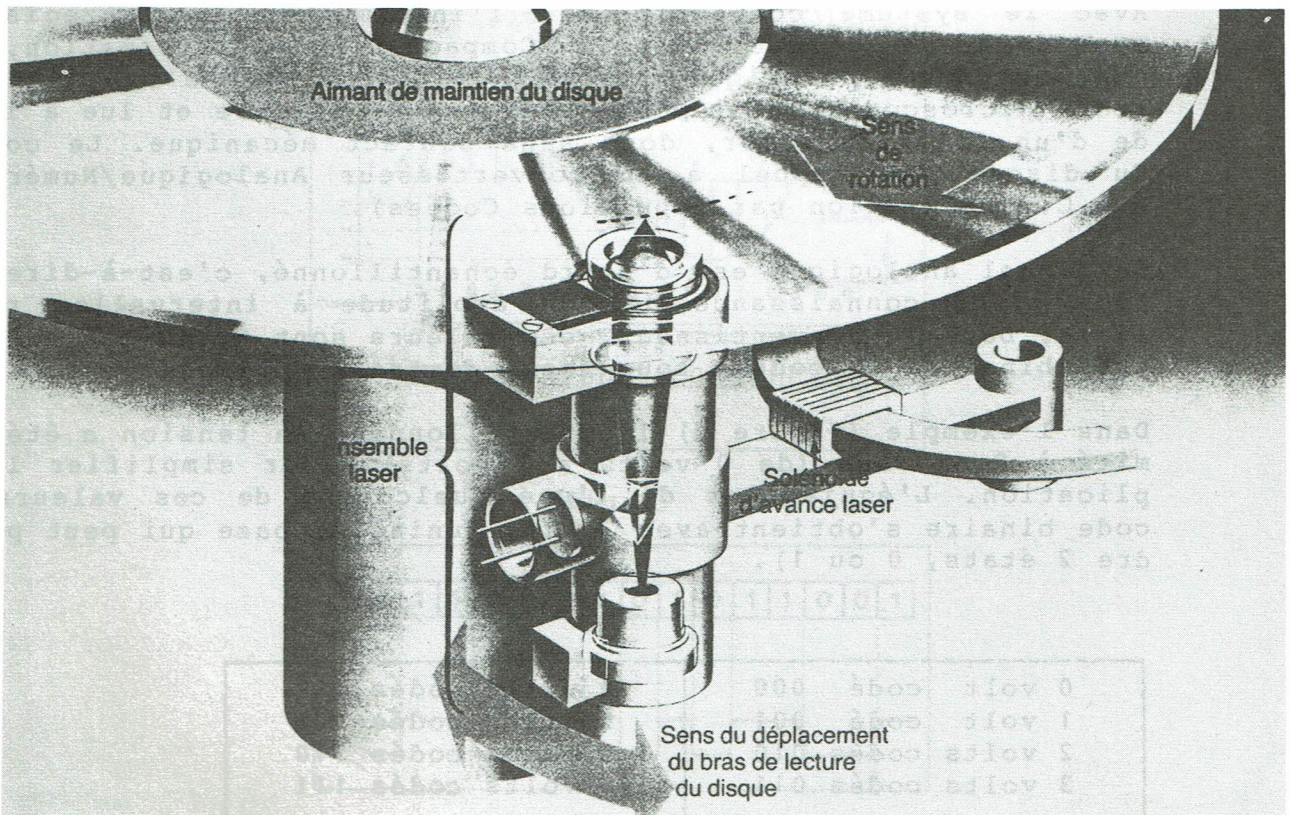
**PHILIPS**

Service  
Service  
**Service**

COMPACT  
**disc**  
DIGITAL AUDIO

**PHILIPS COMPACT DISC DIGITAL AUDIO  
THE NEW WORLD STANDARD**

Le "COMPACT DISC"



Le Système Compact Disc Digital Audio :

- permet une reproduction sonore d'une qualité exceptionnelle, principalement en ce qui concerne la dynamique, la séparation des voies, le rapport signal/bruit.
- Le disque, de dimensions réduites (diamètre 12 cm), assure une heure de lecture ininterrompue en stéréo. Il est protégé contre les rayures et les poussières; ses performances ne sont pas altérées dans le temps.
- Le lecteur est compatible avec les installations Hi-Fi conventionnelles.
- Des possibilités nouvelles sont offertes: affichage, programmation, etc.

PERFORMANCES DU SYSTEME		DISQUE	
Nombre de voies	2	Diamètre	120 mm
Bande passante	20-20000Hz	Epaisseur	1,2 mm
Dynamique	90 dB	Vitesse linéaire	1,3 m/s
Rapport Signal/Bruit	90 dB	Vitesse de rotation	de 500t/mn à 200t/mn (env.)
Séparation des voies	90 dB	Temps d'enregistrem.	60mn/stér
Distorsion harmonique	0,05 %	Espacement entre pistes	1,6 $\mu$ m

fig.1

### LE PRINCIPE NUMERIQUE

Avec le système conventionnel, l'information est enregistrée sous forme analogique. Avec le "Compact Disc" l'information, codée sous forme numérique, est matérialisée par une multitude de trous microscopiques disposés suivant une spirale et lue à l'aide d'un faisceau laser, donc sans contact mécanique. Le codage du disque fait appel à un convertisseur Analogique/Numérique M.I.C. (Modulation par Impulsions Codées).


Le signal analogique est d'abord échantillonné, c'est-à-dire que l'on prend connaissance de son amplitude à intervalles réguliers. Dans le convertisseur, ces valeurs sont traduites en nombres binaires et codées sous forme de trains d'impulsions.


Dans l'exemple (figure 2) l'échantillonnage en tension a été limité à 8 niveaux (de 0 volts à 7 volts), pour simplifier l'explication. L'équivalent de l'une quelconque de ces valeurs en code binaire s'obtient avec 3 bits (unité de base qui peut prendre 2 états, 0 ou 1).

0 volt codé 000	4 volts codés 100
1 volt codé 001	5 volts codés 101
2 volts codés 010	6 volts codés 110
3 volts codés 011	7 volts codés 111

Dans notre exemple, lorsque l'on fait la mesure au point A où la tension est de 3 volts,

le nombre binaire est: ..... 0 1 1

le train d'impulsion: ..... 

et la gravure du disque  
(théorique): ..... 

En réalité, pour chaque échantillon le format de base employé utilise des mots de 16 bits (plus exactement 2 fois 8 bits), permettant  $2^{16}$  combinaisons, c'est-à-dire 65.536 possibilités de niveau (fig. 3).

Ce grand nombre de pas explique la dynamique très élevée du système 90 dB:

$$20 \log. 65.536 = 96 \text{ dB}$$

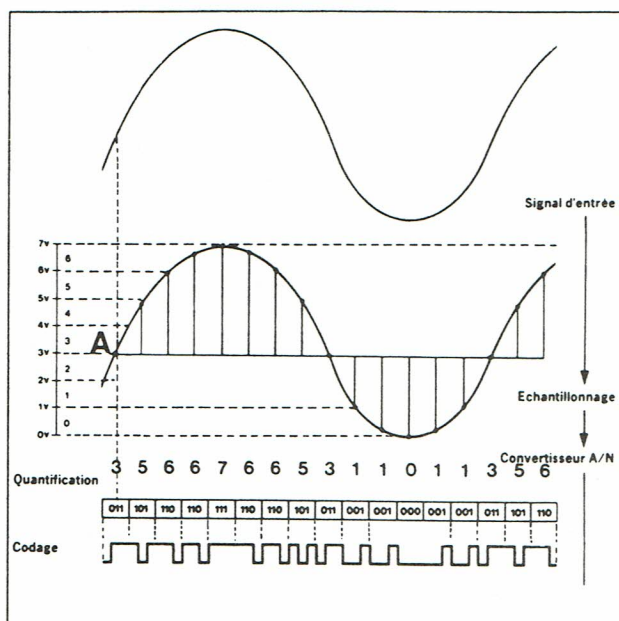


fig.2

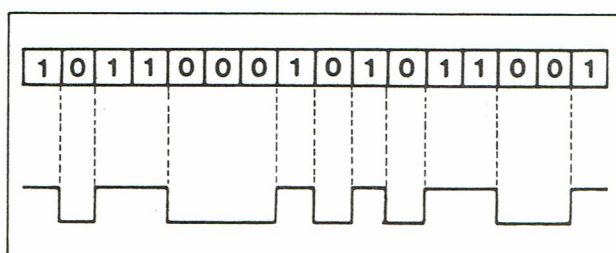


fig.3

La bande passante qui peut être restituée dépend essentiellement de la fréquence de l'échantillonnage qui doit être au moins égale au double de la fréquence reproduite.

Cette fréquence d'échantillonnage est de 44,1 kHz (période 22,7  $\mu$ s), ce qui assure la reproduction des signaux jusqu'à 20.000 Hz.

La séparation des voies est parfaite, les informations correspondantes aux voies droites et gauches étant introduites alternativement.

D'autres informations sont ajoutées: asservissement de la vitesse moteur (synchronisation), recherche automatique de séquences, affichage. Les informations sont regroupées dans des structures répétitives: les trames, comportant six échantillons de base chacune (6 fois 22,7  $\mu$ s): 136  $\mu$ s au total.

### COMPOSITION D'UNE TRAME

#### .Le signal audio

Un échantillon complet de signal audio est constitué à l'origine de 2 fois 8 bits pour la voie droite et 2 fois 8 bits pour la voie gauche.

Cependant, dans le cas où la fréquence audio serait très élevée, on risquerait de devoir graver sur le disque des trous si rapprochés (alternance de bits unitaires 0 et 1) que la lecture en deviendrait impossible. C'est pourquoi l'information originale sous 8 bits est convertie dans un code 14 bits qui, par insertion de 0 supplémentaires aux endroits appropriés évite cet inconvénient. Les 6 échantillons du signal audio qui comportent une trame représentent :

$$\begin{array}{l} 2 \times 14 \text{ bits (voie gauche)} \\ + 2 \times 14 \text{ bits (voie droite)} \end{array} \left| \times 6 = 336 \text{ bits} \right.$$

### .Synchronisation

(asservissement de la vitesse moteur) 24 bits.  
Ce symbole prend place en tête de trame (analogie, toutes proportions gardées, avec la télévision).

### .Compensation de la composante continue

En relation avec la valeur moyenne du signal, une composante continue, variable et gênante, peut apparaître. Elle est compensée par l'insertion tout au long de la trame et dès après le signal de synchronisation, d'un motif de 3 bits tous les 14 bits soit, au total :

$$34 \text{ fois } 3 \text{ bits} = 102 \text{ bits}$$

### .Contrôle de parité et correction d'erreurs

C'est un symbole de 4 fois 14 bits que l'on insère deux fois par trame (après trois échantillons du signal audio);  
au total  $(4 \times 14) \times 2 = 112 \text{ bits}$ .

Grâce à une mémoire tampon (dont il sera question plus tard dans la partie "Traitement du signal"), on corrige d'éventuels "manques" d'information, ou erreurs, par la reconstitution des valeurs moyennes des échantillons à partir de ces symboles.

### AFFICHAGE ET RECHERCHE DE SEQUENCES (14 BITS)

Placées dès après le motif de synchronisation, ces informations supplémentaires servent à gérer les parties affichage et programmation pour la recherche automatique de séquences.

Chaque trame est donc ainsi constituée de :  
 $336 + 24 + 102 + 112 + 14 = 588 \text{ bits}$  (figure 4)

Chaque bit a, par conséquent, une durée de :

$$\frac{136}{588} = 0,23 \mu\text{s}$$

d'où la valeur de la fréquence d'horloge d'échantillonnage :

$$\frac{1}{0,23} = 4,2 \text{ MHz,}$$

qui est la "base de temps" de décodage du système de lecture.

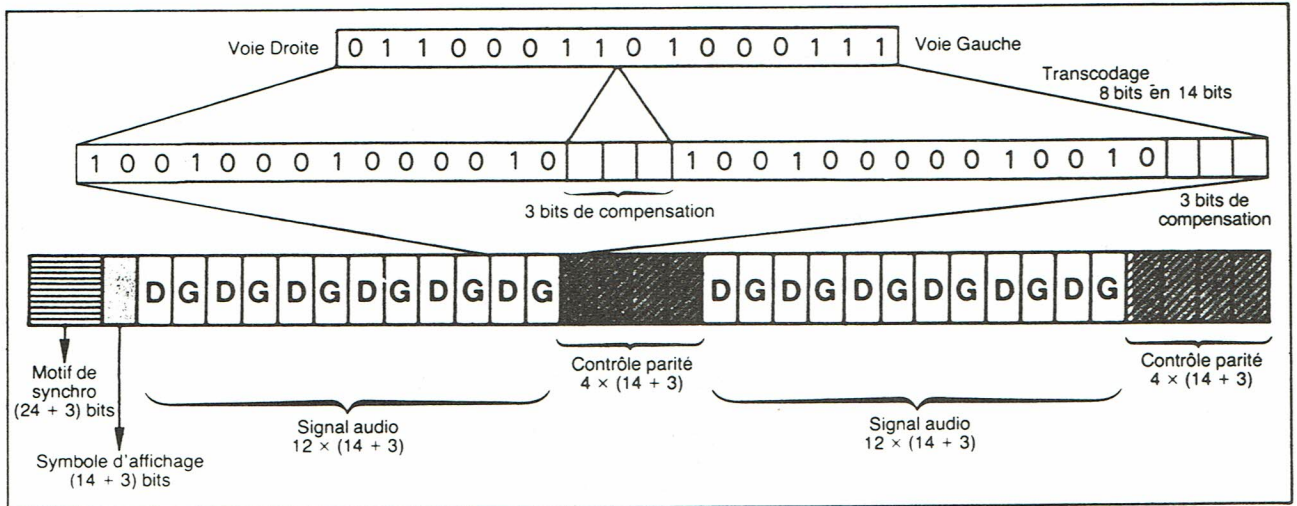


fig.4

### LECTURE OPTIQUE PAR FAISCEAU LASER:

#### Diode Laser

La source lumineuse utilisée est une diode électroluminescente Al Ga As (Aluminium Arséniure de Gallium) (Fig.5), émettrice laser.

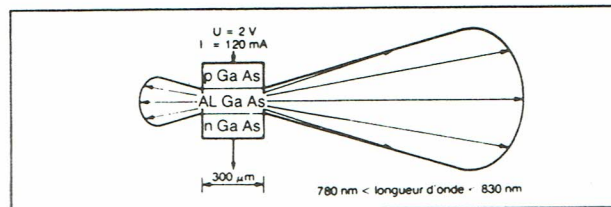


fig.5

Ses caractéristiques principales sont les suivantes :

- Longueur d'ondes : environ 800 nm (proche de l'infra-rouge),
- Puissance nominale : environ 2,5 mW,
- Puissance à la sortie de l'optique focalisée dans un cône de  $13^\circ$  : 0,3 mW.
- Profondeur de mise au point : 2 microns.

#### Lecture

La diode Laser fournit un faisceau lumineux qui peut être extrêmement concentré (diamètre inférieur au micron) et qui est ainsi apte à lire une piste numérique dont les trous avoisinent 0,6 microns de large, 1 à 3 microns de longueur et 0,1 micron de profondeur (Fig. 6).

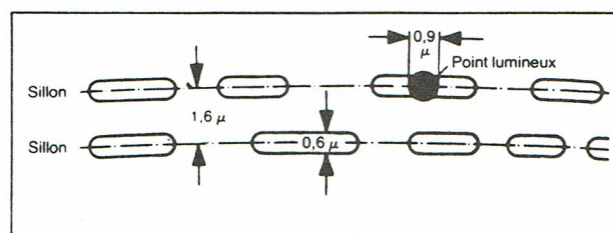


fig.6

Malgré l'écart entre les pistes (1,6 microns), il permet une lecture exacte, sans interférences.

La lecture se fait de l'intérieur vers l'extérieur du disque à vitesse linéaire constante.

La tête de lecture optique, émet un faisceau qui traverse la couche transparente du disque, pour se réfléchir sur la pellicule métallique. Une lentille convergente assure la mise au point, quel que soit le "voilage" ou l'excentricité. (Fig. 6a).

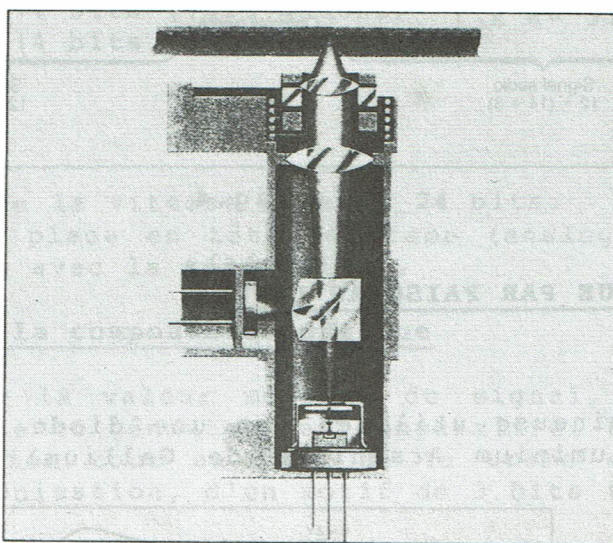


fig.6a

Après réflexion, le rayon lumineux emprunte le même trajet que le rayon incident; sur ce trajet se situe un prisme qui laisse passer 50 % du flux lumineux à l'aller et, au retour, en réfléchit 25 % vers un ensemble de 4 photodiodes.

Si le faisceau Laser rencontre un "trou" sur le disque, le flux est dispersé et une très faible quantité de lumière seulement parvient aux photodiodes. Si le faisceau Laser rencontre un "plat", la quantité de lumière est beaucoup plus importante.

En fonction des informations enregistrées sur la piste, on obtient ainsi une succession d'impulsions du type "oui" ou "non" qui permettent de reconstituer le signal. (Fig. 7).

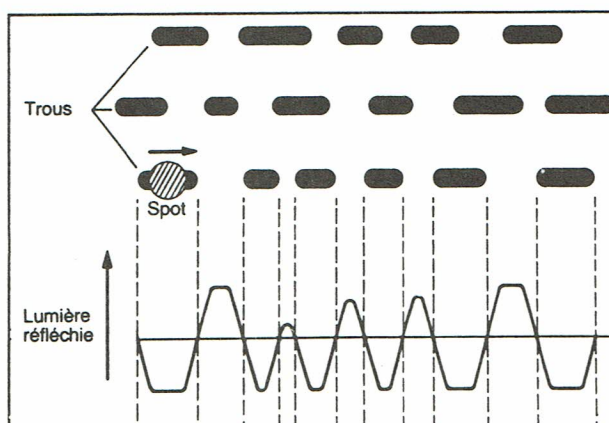


fig.7

## ASSERVISSEMENTS

### Correction de focus

Le prisme a une forme particulière et c'est, en fait, deux rayons lumineux qui sont dirigés vers deux ensembles de deux diodes (figure 8).

C'est à partir de la quantité de lumière reçue par les diodes, donc des courants respectifs de chacune d'elles, que l'on corrige la position de la lentille convergente (elle est solidaire d'une bobine mobile), réalisant ainsi un réglage automatique du focus.

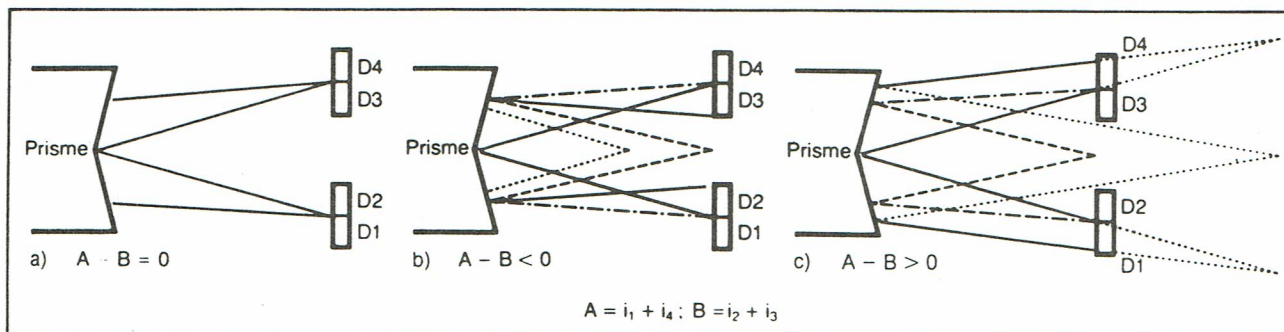


fig.8

Si l'on pose :

$$A = i_1 + i_4 \quad \text{et} \quad B = i_2 + i_3$$

quand  $A - B = 0$ , le réglage est correct (figure 8a),  
quand  $A - B < 0$ , la distance entre le disque et l'objectif est trop grande; la correction d'erreur rapproche ce dernier (figure 8b).

à l'inverse, quand  $A - B > 0$ , la distance disque/objectif est trop faible et l'objectif s'éloigne (figure 8c).

### Correction de tracking (suivi de piste)

Pour se centrer sur la piste, le bras pivotant de la tête laser recherche en permanence (650 fois/seconde) le maximum de lumière. Par comparaison entre le signal issu du laser et l'intensité recueillie sur les 4 photodiodes, la piste sera fidèlement suivie avec une précision de 0,1 micron.

### Contrôle de la vitesse du moteur

Pour lire à vitesse linéaire constante, le disque devra tourner plus vite au départ (intérieur du disque = 500 tours/minute), qu'à la périphérie (= 200 tours/minute).

Ce sont les informations numériques de synchronisation présentées au début de chaque trame qui régissent la vitesse de rotation.



## LES CIRCUITS DE DECODAGE

Les informations binaires présentes sur le disque sont représentatives d'un certain nombre d'opérations qui ont été effectuées lors de l'encodage.

Le synoptique ci-dessous, montre le cheminement du signal et les opérations qui sont effectuées sur celui-ci.

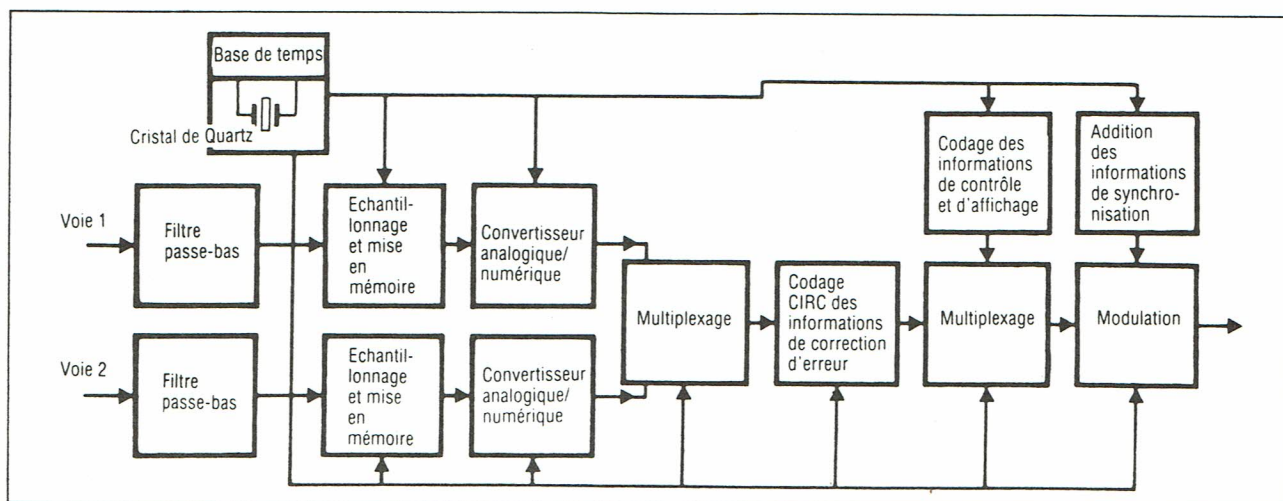


fig.9

### 1/Filtrage

Les signaux analogiques des voies droite et gauche traversent des filtres passe-bas qui limitent la bande passante à 20 kHz.

### 2/Echantillonnage

Les deux signaux (voies droite et gauche) sont mesurés à intervalles réguliers de 22,7  $\mu$ s (fréq.: 44,1 kHz, suffisante pour obtenir, même à 20 kHz, des données valables).

### 3/Conversion analogique/numérique

Les deux valeurs trouvées sont converties en nombre binaire à l'aide de deux convertisseurs qui travaillent sur 16 bits, ce qui autorise  $2^{16}$  échelons de mesure (65.536 niveaux), soit une dynamique de 96 dB.

### 4/Multiplexage

Les échantillons sont divisés chacun en deux symboles de 8 bits (fig. 10b) et appliqués successivement au circuit suivant.

### 5/Codage - correction d'erreurs

Pour que le système soit insensible aux éventuels défauts (rayures, poussière, traces de doigts, taches, etc.) on modifie l'ordre initial des symboles selon un processus rigoureux: le code C.I.R.C. (Cross Interleaving Reed-Solomon Code) qui sera détaillé dans la partie traitement (fig. 10c).

Sa mise en oeuvre consiste à :

- mélanger des symboles entre eux au niveau d'une trame (scrambling): fig. 10b.
- incorporer quatre symboles de parité, de 8 bits chacun, entre les deux groupes de 12 symboles audio.
- répartir les symboles sur un grand nombre de trames (inter-leaving).
- ajouter quatre autres symboles de parité à la fin de la trame.

A ce stade, la trame est maintenant constituée de: 2 fois 12 symboles audio + 2 fois 4 symboles de parité, soit 32 symboles de 8 bits.

### 6/Données d'affichage

En tête de ces informations, on place un symbole de 8 bits qui contient les données de contrôle et d'affichage (fig. 10d).

### 7/Deuxième multiplexage

Les symboles de la trame ainsi constituée sont transposés du code 8 bits en un code 14 bits (fig. 10e), ce qui permet :

- d'éviter la perte d'information par le laser due à des configurations de 1 consécutifs, dont la lecture serait impossible.
- de reconstituer l'horloge à la lecture.

### 8/Compensation de la composante continue

Tous les 14 bits, on insère 3 bits de compensation destinés à éliminer les effets de la composante continue du signal numérique (focalisation laser).

### 9/Synchronisation

En tête de ces informations est enfin placé un motif de 24 bits (synchronisation) qui permet de reconnaître le début de la trame (fig. 10g).

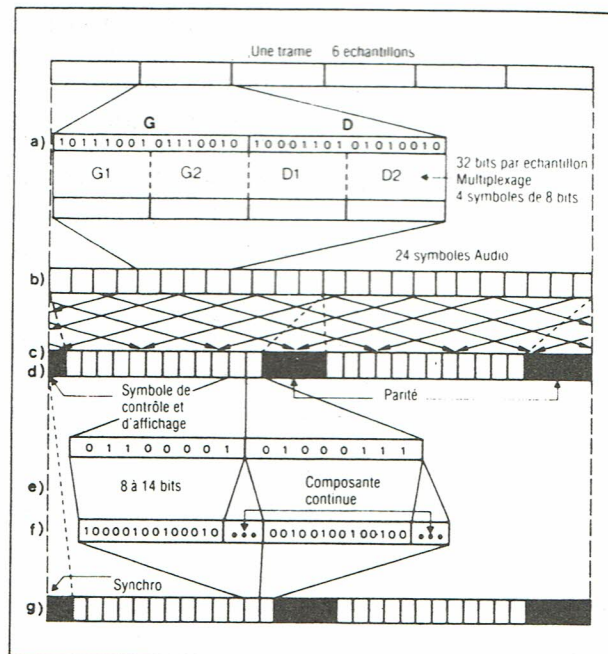


fig.10

## DECODAGE - TRAITEMENT DE L'INFORMATION

Le décodage de l'information binaire lue par le laser reconstitue les signaux BF des voies droite et gauche en partant de la trame de 588 bits.

Le synoptique de la chaîne de traitement est le suivant :

- 1 étage Haute Fréquence ;
- 1 circuit intégré DEMOD : démodulateur ;
- 1 circuit intégré ERCO : correction d'erreurs ;
- 1 circuit intégré CIM : interpolation, muting (silence) ;
- 1 circuit intégré FIL : filtrage numérique ;
- 2 circuits intégrés DAC : convertisseur numérique/analogique.

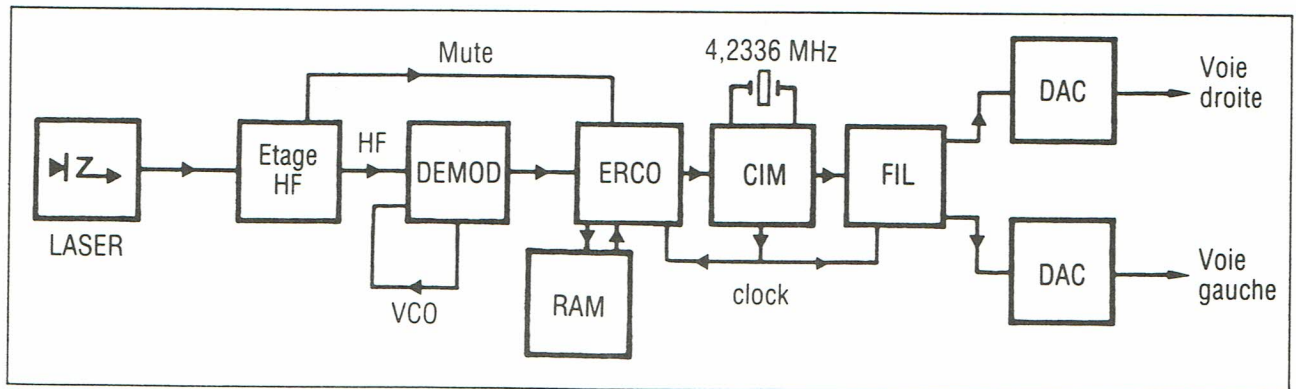


fig.11

. Après amplification par l'étage HF, les informations sont converties dans DEMOD de 14 en 8 bits (opération inverse de celle effectuée au codage). Elles sont stockées dans une mémoire RAM tampon, ce qui donne le délai nécessaire à ERCO et CIM pour réinstaurer l'ordre initial et traiter les symboles erronés (système C.I.R.C.).

Le système de conversion numérique/analogique retenu permet d'exploiter au maximum les qualités du codage à 16 bits (dynamique, rapport signal/bruit : 96 dB) :

1. Les données passent par un filtre numérique qui élimine les fréquences indésirables dues au processus d'échantillonnage.
2. Les données sont suréchantillonnées à 176,4 kHz (4 fois la fréquence d'origine) : analyse plus fine du signal, gain en rapport signal/bruit : 6 dB.  
Cette solution évite le recours à un filtre analogique compliqué : rejet du spectre initial d'échantillonnage à 44,1 kHz qui poserait des problèmes de distorsion de phase et de stabilité.
3. Les données sont ensuite dirigées vers un circuit "réducteur de bruit" : gain 7 dB dans la bande audible.
4. La conversion numérique/analogique est réalisée à l'aide de 2 convertisseurs (voie gauche et voie droite) 14 bits, travaillant à 176,4 kHz.
5. L'effet conjoint du suréchantillonnage, du filtrage et du réducteur de bruit assure une dynamique et un rapport signal/bruit supérieurs à 90 dB.

Les signaux des voies droite et gauche reconstitués sont alors applicables à l'entrée d'une chaîne Hi-Fi conventionnelle.

## Amplification HF

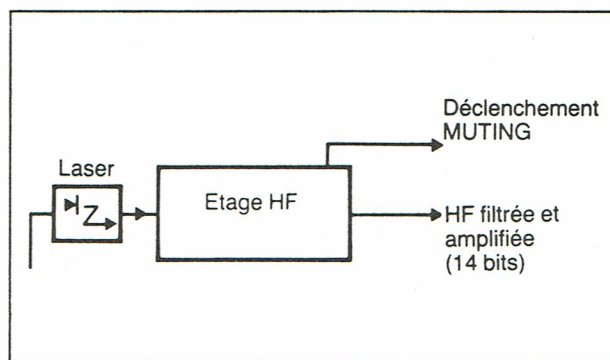


fig.12

L'amplificateur HF est composé de plusieurs étages :

- un préamplificateur destiné à amplifier les signaux en provenance des 4 diodes de lecture du laser ;
- un étage destiné à compenser la caractéristique (non linéaire) de lecture du laser ;
- un circuit de compensation des variations de phase ;
- deux circuits comparateurs destinés à définir, par une "butée" inférieure, et par une "butée" supérieure, une zone de travail utile (figure 13) ;
  - le premier comparateur rejette toute information inférieure à 10 % de l'excursion maximale (élimination du bruit)
  - le deuxième comparateur supprime toutes les pointes au-dessus de 65 % de l'excursion maximale (élimination des parasites) ;
- un circuit (mute) de coupure des sorties BF en l'absence d'informations laser.

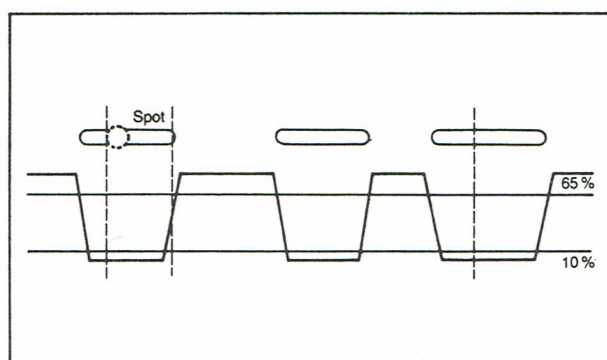


fig.13

## CIRCUIT DEMOD

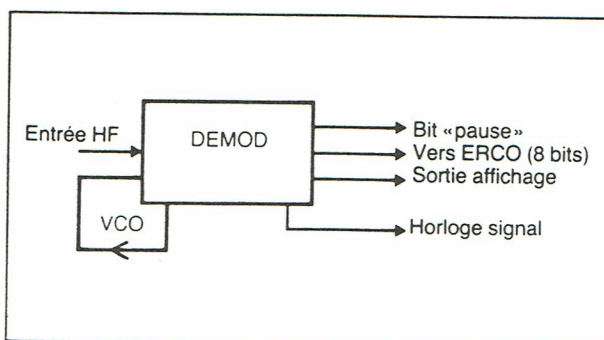


fig.14

Le circuit DEMOD qui reçoit les informations numériques remises en forme par l'amplificateur H.F. a trois fonctions :

- une fonction de régénération du signal d'horloge ;
- une fonction de transcodage pour ramener chaque symbole de 14 bits à sa configuration de base de 8 bits ;
- une fonction de séparation des diverses catégories d'information :
  - le signal audio (32 symboles de 8 bits) dirigé sur le circuit ERCO,
  - le symbole d'affichage dirigé sur le microprocesseur de contrôle et d'affichage,
  - le bit "Pause" du dit symbole dirigé sur le microprocesseur de décodage.

## TRAITEMENT DES ERREURS

Dans ERCO et dans CIM avec le concours d'une mémoire RAM tampon, les données en provenance de DEMOD, organisées en 32 symboles de 8 bits (2 x 12 audio + 8 parité), sont soumises à deux catégories d'opérations (code CIRC) :

1. Remise en place des données dans leur ordre et configuration d'origine.
2. Traitement des erreurs.

## ERCO

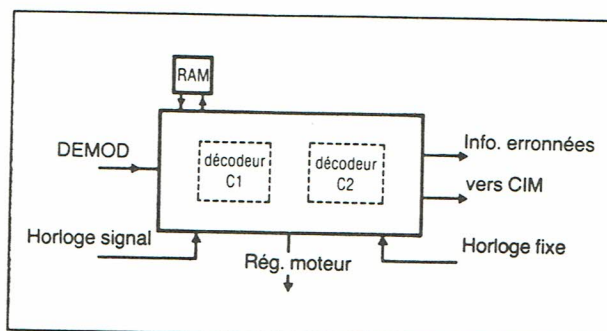


fig.15

- Regroupement des symboles dans leur trame d'origine (opération réalisée dans la RAM grâce aux lignes à retard disposées à l'entrée des décodeurs C1 et C2 (déinterleaving)).
- Correction et détection des erreurs dans C1, puis C2.

#### Opérations dans C1

C1, auquel sont appliqués simultanément les 24 + 8 symboles d'une trame, corrige une seule erreur par confrontation aux bits de parité. Dans ce cas le symbole défectueux est corrigé dans la RAM, les erreurs excédentaires ne pouvant être que détectées.

#### Opérations dans C2

C2 auquel sont transmis les 28 symboles (24 audio + 4 de parité restants) est capable de corriger deux erreurs, les défauts excédentaires étant traités par le circuit suivant.

#### CIM

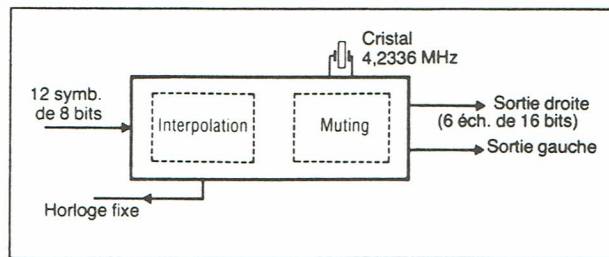


fig.16

- Remise en place des symboles au niveau de la trame dans leur ordre normal de succession (discrambling).
- Reconstitution des échantillons : 16 bits.
- Répartition de ces échantillons en voie droite et voie gauche.
- Traitement des erreurs en fonction de la position des symboles erronés par rapport aux symboles corrects adjacents :

**Remplacement** : cas d'un symbole défectueux encadré par deux symboles corrects. Par interpolation, on remplace le symbole erroné par une nouvelle valeur, calculée à partir des valeurs respectives des deux symboles adjacents.

L'exemple de la figure 17 permet de voir comment le changement d'ordonnance facilite cette opération.

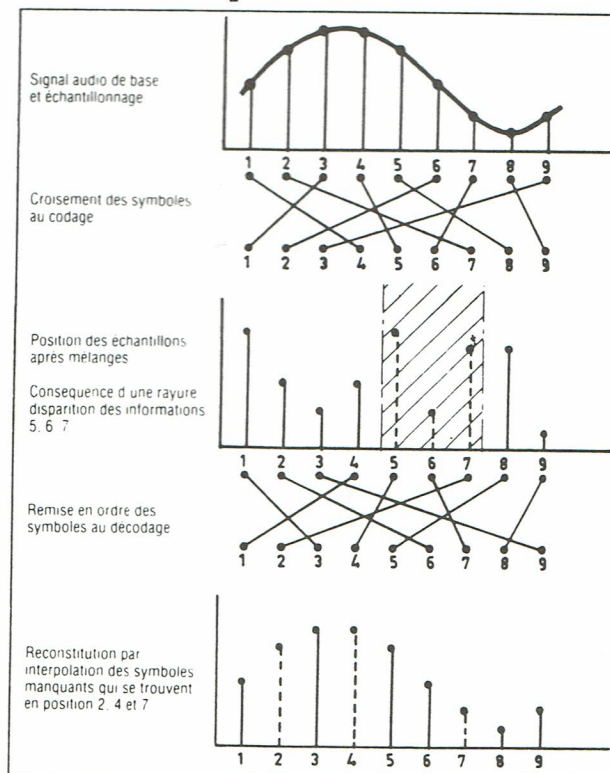


fig.17

**Silence (muting)**

Le muting est déclenché dès l'instant où deux symboles adjacents n'ont pu être corrigés.

L'opération, qui consiste à amener progressivement le signal à zéro, débute 30 symboles avant l'arrivée des symboles erronés ; le retour progressif à la normale s'étend également sur 30 symboles après disparition de la défectuosité.

**Asservissement**

La vitesse de déroulement des opérations -vitesse à laquelle les données ont été enregistrées sur le disque- est imposée par une horloge fixe, installée dans CIM, pilotée par un quartz extérieur à 4,2336 MHz.

La comparaison dans ERCO entre le signal de cette horloge et celui de l'horloge régénérée venant de DEMOD permet d'obtenir un signal modulé en impulsions avec possibilité de 142 pas, au moyen duquel on contrôle efficacement la vitesse du moteur.

**CONVERSION NUMERIQUE/ANALOGIQUE**

C'est essentiellement grâce à trois circuits intégrés spécifiques un NMOS: SAA7030 (FIL) et deux bipolaires TDA 1540 (DAC) que l'on effectue cette conversion.

A ce niveau, se pose le problème du rejet des fréquences au-dessus de la bande audio (20 à 20.000 Hz), en particulier la fréquence d'échantillonnage (44,1 kHz), ainsi que ses harmoniques. Bien que non audibles, ces fréquences ne doivent pas avoir accès à la chaîne Hi-Fi où elles sont sources de perturbations diverses (distorsions par intermodulation, risques d'interférences) au point de devoir être atténuée d'au moins 50 dB. On pourrait effectuer cette atténuation en faisant appel à un filtre analogique, mais avec de telles exigences, celui-ci, qu'il soit actif ou passif, ne pourrait être que très complexe et très onéreux. Il serait, en outre, difficile, dans ces conditions, de respecter la caractéristique de phase dont l'importance est grande, surtout en ce qui concerne le rendu des transitoires.

La solution adoptée est une combinaison de filtrage, avant et après conversion.

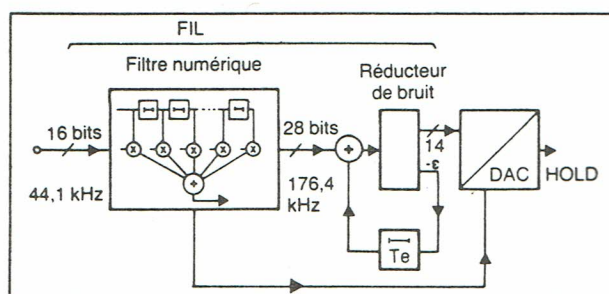


fig.18

**Le circuit FIL (filtrage avant conversion)**

Ce circuit remplit trois fonctions :

- suréchantillonnage,
- filtrage,
- réduction du bruit.

### Filtrage et suréchantillonnage

Ce circuit est composé de plusieurs parties :

- un registre série de 24 éléments de 16 bits,
- une ROM interne à 96 coefficients multiplicateurs (4 multiplications par élément, coefficient de multiplication de 12 bits),
- un accumulateur de sortie.

Le registre d'entrée est du type à décalage, la progression se faisant au rythme de 44,1 kHz.

A chaque élément du filtre correspondent 4 coefficients de valeurs différentes, la donnée contenue dans chacun de ces éléments étant multipliée par ces coefficients à la fréquence de 176,4 kHz.

En sortie, les données sont dirigées vers l'accumulateur qui en effectue la sommation.

Les mots ainsi constitués (28 bits : 16+12) sont acheminés vers le circuit de réduction de bruit.

### Réduction du bruit

La réduction du bruit de quantification s'effectue de deux façons (fig. 19) :

1. Par suite du suréchantillonnage, la puissance de bruit est répartie sur une gamme de fréquences quatre fois plus étendue. Il s'ensuit une réduction dans la bande utile, dans les proportions de 4 à 1, ce qui correspond à une amélioration du rapport signal/bruit de 6 dB.
2. Les données sur 28 bits disponibles sont divisées en deux parties :
  - a) les 14 bits de poids fort sont dirigés vers DAC, en vue de la conversion numérique/analogique.
  - b) les 14 bits de poids faible sont soustraits (réinjection en opposition de phase) des 28 bits du mot suivant. Le rapport signal/bruit dans la bande des 20 à 20.000 Hz s'en trouve amélioré d'environ 7 dB.

Les opérations effectuées dans FIL permettent ainsi :

- d'éliminer les fréquences comprises entre le spectre audio et le spectre (176,4 kHz  $\pm$  20 kHz) de la fréquence du suréchantillonnage,
- d'obtenir le rapport signal/bruit voisin de 96 dB.

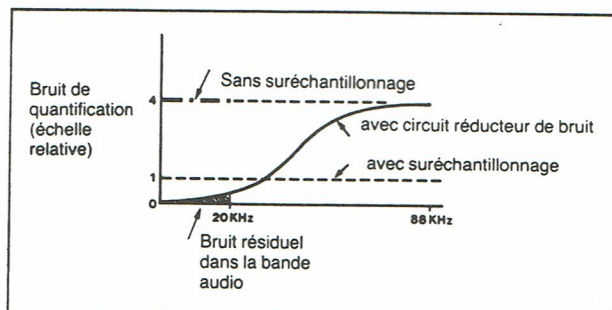


fig.19



### Le circuit DAC (conversion)

Le circuit DAC auquel sont appliquées les données binaires à 176,4 kHz comprend deux parties :

- un registre d'entrée série/parallèle sur 14 bits,
- un additionneur de courant à 14 étages dont chacun, par rapport à celui qui le précède dans l'ordre des poids croissants, fournit une intensité dans le rapport de 2 à 1. La somme de ces courants élémentaires  $2^{14}$  possibilités est ainsi représentative de la valeur binaire de l'information d'entrée.

### Filtrage après conversion

Après conversion, le signal traverse deux circuits :

1. Un circuit de maintien: circuit "HOLD" qui, d'une conversion de donnée à la suivante, assure la constance du courant.
2. Un filtre passe-bas du troisième ordre (filtre de Bessel) qui respecte la caractéristique de phase et dont l'atténuation à 30 kHz est de 3 dB. On parfait ainsi le filtrage par l'élimination du spectre ( $176,4 \text{ kHz} \pm 20 \text{ kHz}$ ) de suréchantillonnage sur lequel FIL n'a pas agi.

Le signal de sortie que nous obtenons peut dès lors être appliqué à l'entrée, spécifique ou auxiliaire, d'une chaîne Haute Fidélité.

Pour terminer, nous traiterons les trois sujets suivants :

- . les microprocesseurs DECO et SERVO,
- . les asservissements,
- . les circuits "commande affichage" et "contrôle clavier".

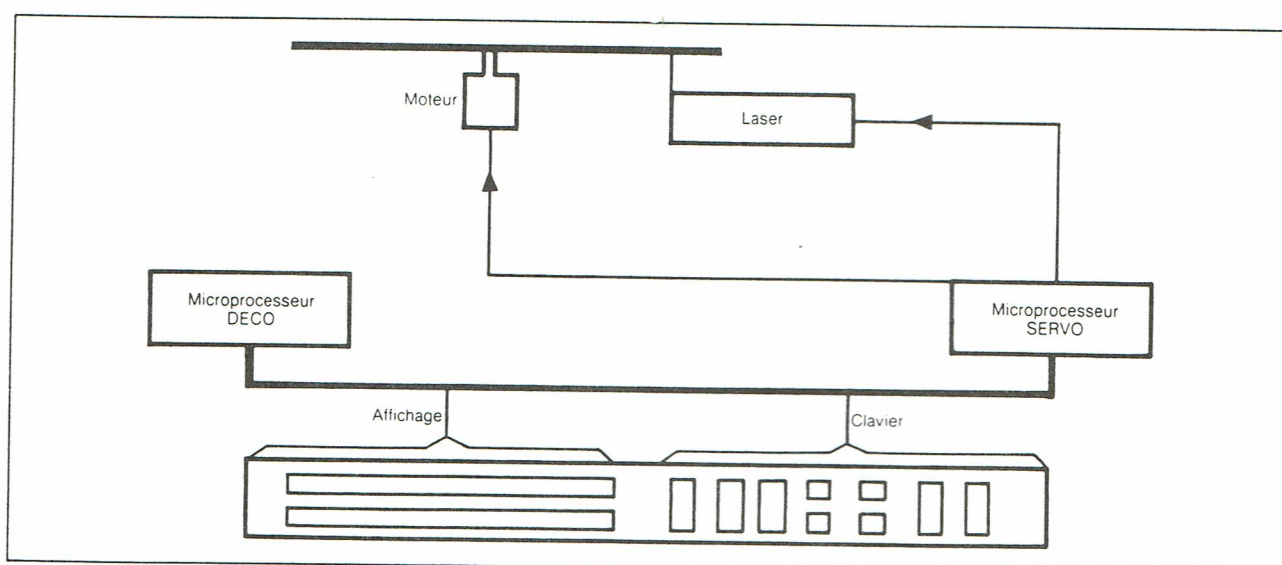


fig.20

## MICROPROCESSEURS

Les deux microprocesseurs du Compact Disc appartiennent à la série des microprocesseurs de la série 8400 qui comporte quatre modèles, ne différant les uns des autres que par la capacité de leurs mémoires RAM et ROM.

Les microprocesseurs, qui ont le même jeu d'instructions que le 8048 (voir cours Logique III), présentent en plus la possibilité d'une transmission de données en série avec séquençement par une horloge, chaque bus ne comportant de ce fait qu'une ligne unique.

Sur ce bus les données entre microprocesseurs, clavier et affichage sont gérées par cinq instructions supplémentaires venant du microprocesseur Servo.

## Fonctions

Les deux microprocesseurs utilisés gèrent les fonctions suivantes :

- . Microprocesseur SERVO :
  - (type 8420 -capacité ROM 2048 octets  
                  capacité RAM 64 octets)
  - gestion clavier
  - asservissement focus
  - asservissement radial (suivi de piste)
  - démarrage moteur
  - affichage
  - marche/arrêt laser.
  
- . Microprocesseur DECO :
  - (type 8410 -capacité ROM 1024 octets  
                  -capacité RAM 64 octets)
  - traitement des informations "sous-code"
  - commande de désaccentuation (liée au mode d'enregistrement, information contenue dans le disque)
  - commande de silence.

## ASSERVISSEMENTS

Ils sont au nombre de trois :

- Asservissement FOCUS (dans le sens vertical), pour pallier les défauts de planéité, le faisceau devant à tout moment être focalisé sur la surface réfléchissante du disque.
- Asservissement MOTEUR, les informations devant être lues à vitesse constante (celle à laquelle ont été enregistrées : 1,25 m/s).
- Asservissement RADIAL (dans le sens horizontal) : suivi de piste.

Ces trois asservissements sont basés sur le principe de la correction d'erreurs (travail en boucle) à partir de combinaisons des courants issus des quatre photodiodes ; le signal d'erreur convenablement traité est appliqué en sens opposé au dispositif afin d'apporter les corrections nécessaires.

## Démarrage

Au démarrage, on entreprend une série d'opérations visant à mettre le faisceau laser dans le plan de réflexion du disque (focus nominal: FN) au niveau de la première piste (vers le centre du disque), moteur arrêté.

Après quatre essais de focalisation infructueux (absence de disque, tache), le microprocesseur interrompt les recherches et le Compact Disc est mis sur "stop".

Dès obtention de cette focalisation initiale, le moteur est mis en route ; le faisceau rencontre alors la première piste dont la lecture (asservissement focus et radial opérants) permet l'obtention des premières informations numériques à partir desquelles on asservit le moteur.

## Asservissement Focus (fig. 21)

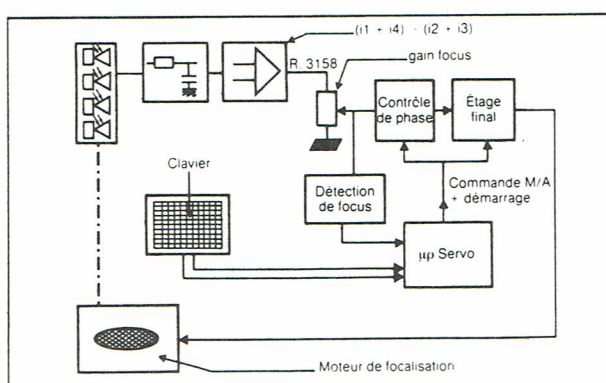


fig.21

Le principe a été donné au début :

signal d'erreur =  $(i_{D1} + i_{D4}) - (i_{D2} + i_{D3})$ .

Le signal d'erreur est disponible à la sortie d'un ampli opérationnel.

L'étage final adapte le signal (gain, phase) pour commander la bobine de focalisation.

Le principe est comparable à celui d'un haut-parleur mais dans le "Compact Disc", la bobine est fixe et c'est l'aimant solidaire de la lentille de focalisation qui se déplace.

## Asservissement Moteur (fig. 22)

La lecture du motif de synchronisation en début de trame permet de synchroniser le VCO du circuit DEMOD à partir duquel on reconstitue l'horloge.

Dans ERCO, la comparaison de ce signal avec l'horloge fixe (oscillateur à quartz) fournie par CIM permet de créer un signal d'erreur MCES au moyen duquel on asservit la vitesse du moteur.

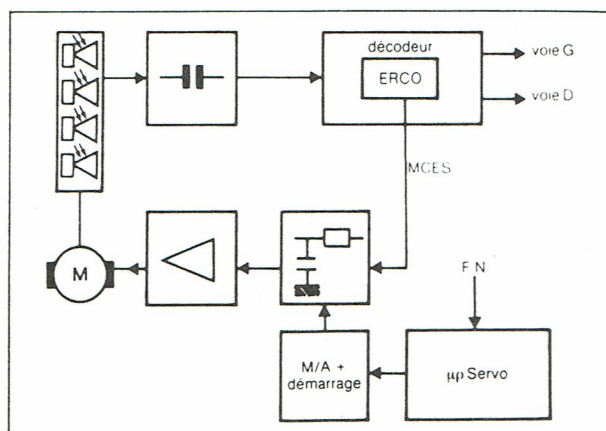


fig.22

### Asservissement Radial (fig. 23 et 24)

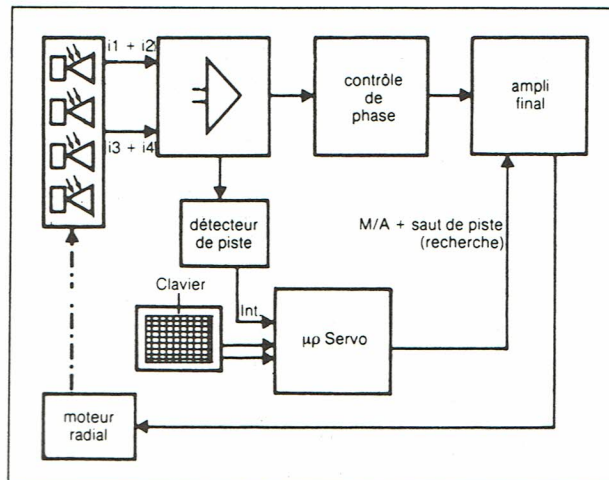


fig.23

Le principe en a été également donné.  
Signal d'erreur =  $(i_{D1} + i_{D2}) - (i_{D3} + i_{D4})$ .

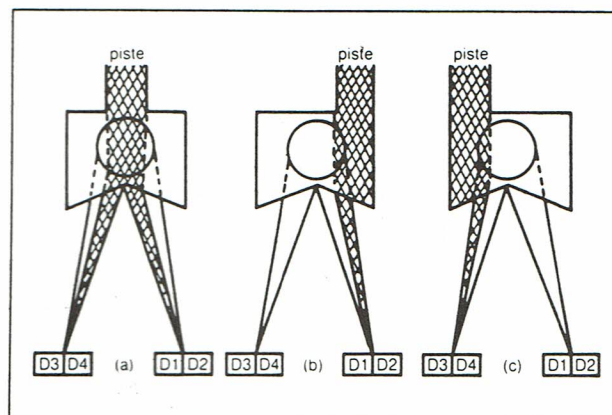


fig.24

Cependant, à dérive égale, le courant n'est pas le même du début à la fin de la lecture pour deux raisons :

- phénomène de dissymétrie dû à un voilage éventuel du disque (relatif par rapport à la dimension du spot qui n'est pas un cercle parfait) ;
- le faisceau ne se présente tangentielllement à la spire que pour une seule position du bras (problème de "l'erreur de piste" due au déplacement du bras en arc de cercle).

On pallie respectivement ces effets en introduisant deux facteurs de correction  $d$  et  $k$  générés par deux groupes de circuits distincts.

Dans le but d'amortir les mouvements du bras de façon optimale lors des déplacements commandés (recherche de séquences) ou intempestifs (chocs), on applique à l'entrée de l'amplificateur d'asservissement une "tension d'erreur" connue (tension alternative à 650 Hz)\* que l'on compare avec ses propres résultats en sortie (commande de phase).

Le bras de lecture oscille de ce fait à cette fréquence, de part et d'autre de l'axe de la piste avec un mouvement de très faible amplitude ( $\pm 0,05 \mu\text{m}$ ).

\* Choisie en fonction des caractéristiques mécaniques du bras.

## AFFICHAGE ET CLAVIER

Le schéma général de l'interaction entre les microprocesseurs, les circuits d'affichage et le contrôle clavier est donné figure 25.

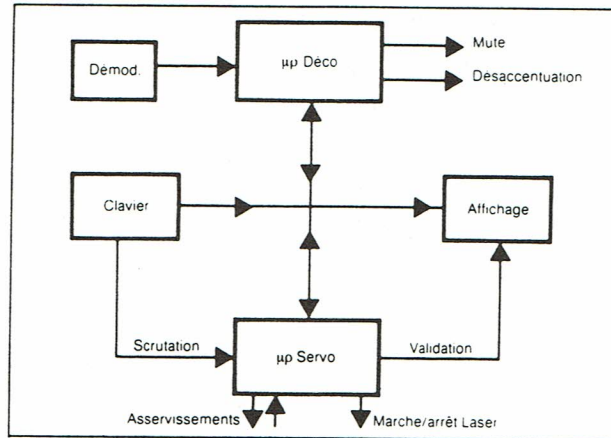


fig.25

### Affichage (fig. 26)

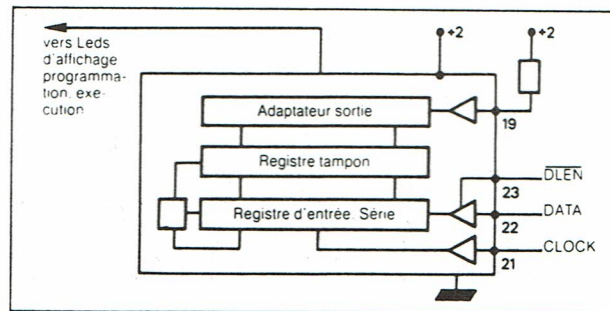


fig.26

Les signaux d'affichage proviennent en série du microprocesseur SERVO sur trois lignes :

- Ligne de données : DATA.
- Ligne de séquençement : CLOCK (horloge).
- Ligne de validation : DLEN;

Les données sont mémorisées dans le registre à décalage à 34 bits du circuit intégré MM 5450, et appliquées aux LEDS correspondantes du circuit d'affichage.

### Clavier (fig. 27)

Le clavier comporte neuf touches. Il est contrôlé par un circuit intégré standard du type HEF 4094. Ce registre à décalage est chargé par un "O tournant". De ce fait, les huit touches du clavier (hormis la touche STOP) sont interrogées à tour de rôle (cycle tous les 20 ms). Chaque fois qu'une touche est enclenchée la case correspondante de la ligne "SENSE" passe à "0" et le microprocesseur se charge de donner les ordres au circuit concerné.

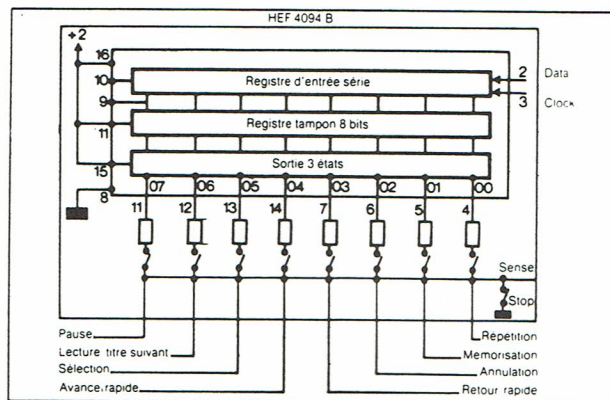


fig.27

## Exemples :

- si la ligne est à "0" au temps "0" de l'interrogation, la touche "REPEAT" est activée.
- Si la ligne SENSE est à "0" pendant tout le temps de l'interrogation, la touche "STOP" est activée.