

17/96  
الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التربية الوطنية  
MINISTERE DE L'EDUCATION NATIONALE

ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE

DEPARTEMENT d'électronique

المدرسة الوطنية المتعددة التقنيات  
BIBLIOTHEQUE — المكتبة  
Ecole Nationale Polytechnique

# PROJET DE FIN D'ETUDES

## SUJET

### *ETUDE DES APPAREILS SUVAG M ET SIMULATION DE LEURS FILTRES*

Proposé par :

Mlle M. Guerti

Etudié par :

Mr. A. Bennacef

Dirigé par :

Mlle M. Guerti

PROMOTION

Septembre 1996

E. N. P 10, Avenue Hassen Badi - EL-HARRACH - ALGER

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التربية الوطنية

MINISTERE DE L'EDUCATION NATIONALE

ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE

DEPARTEMENT d'électronique

المدرسة الوطنية المتعددة التقنيات  
BIBLIOTHEQUE — المكتبة  
Ecole Nationale Polytechnique

# PROJET DE FIN D'ETUDES

## SUJET

### *ETUDE DES APPAREILS SUVAG M ET SIMULATION DE LEURS FILTRES*

Proposé par :

Mlle M. Guerti

Etudié par :

Mr. A. Bennacef

Dirigé par :

Mlle M. Guerti

PROMOTION

Septembre 1996

## DEDICACE

*A ma mère.*

*A ma mère.*

*A ma mère, qui a tant souffert pour moi.*

*A mon père.*

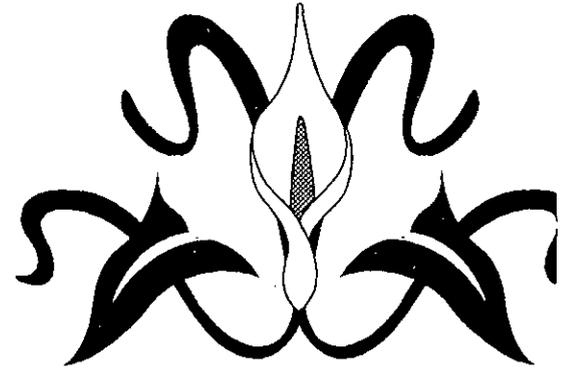
*A ma chère soeur.*

*A l'inoubliable et l'inséparable groupe des génies : Braham, Yacine, Laid  
Madjid, Khalil.*

*A tous mes agréables amis Joseph (Youssef), Zoheir, Redouane, Smir et  
Seghine.*

*A tous ceux qui m'aiment.*

*Je dédie ce modeste travail.*



ABDELHAK ZAMM

## REMERCIEMENTS



Je saisis l'occasion qu'est m'est offerte pour exorimer ma reconnaissance à Mademoiselle M.GUERTI et saluer son sens de la responsabilité. Toujours encourageante , elle n'a cessé de me prodiguer ses conseils pour fair aboutir ce travail. Je la remercie profondément d'avoir accepté de diriger mon travail.

Je remercie tous ceux qui accepterant d' evaluer mon travail et a leur tête le président de jury.

J'ai une profonde gratitude pour monsieur ELKFEL B., enseignant à l'INA qui m'a toujours aidé et encouragé.J'aimerais qu'il sache combien j'ai apprécié et la profonde estimé que j'en ai conçu.

J'ai une grande reconnaissance pour madame DLICHAOUCHE N.la directrice des études qui a bien voulu m'ouvrir les portes de l'école des jeunes sourds d'El-Mohammadia .

Je ne saurais oublier monsieur ABDELKADER à qui j'adresse mes remerciement pour son aide et sa confiance .

Enfin, je remercie aussi toutes les personnes qui , ne se serait ce que d'une parole d'encouragement ,m'ont aidé dans la réalisation de cette thèse.

## TABLE DES MATIERES

<b>INTRODUCTION GENERALE</b>	<b>1</b>
<b>CHAPITRE 1: SON ET AUDITION</b>	
1.1- Introduction	2
1.2- Le SON	2
1.2.1- Définitions	2
1.2.2- Types de sons	2
1.2.3- Caractéristiques du son	2
1.2.4- Production et transmission du son	3
1.3- Etude de l'oreille	3
1.3.1- L'oreille externe	3
1.3.2- L'oreille moyenne	5
1.3.3- L'oreille interne	6
1.3.4- Caractéristiques de l'audition	6
1.4- Conclusion	8
<b>CHAPITRE 2: PATHOLOGIE DE L'OREILLE</b>	
2.1- Introduction	9
2.2- Maladies de l'oreille externe	9
2.2.1- Accumulation de cérumen	9
2.2.2- Infection du canal auditif	9
2.2.3- Déformations congénitales	9
2.3- Maladie de l'oreille moyenne	9
2.3.1- Infection aiguë de l'oreille moyenne (otite)	9
2.3.2- Infection chronique de l'oreille moyenne (otite chronique)	10
2.3.3- Thérapeutique	10
2.3.4- Aide-auditif	10
2.3.5- Otosclérose	11

2.3.6- Perte d'audition	11
<b>2.4- Maladies de l'oreille interne</b>	<b>11</b>
2.4.1- Effets supplémentaires	11
2.4.2- Presbyacousie	12
2.4.3- Thérapeutique	12
2.4.4- Surdité congenitale de l'oreille interne	12
2.4.5- Traumatisme acoustique	12
2.4.6- Maladie minière	13
<b>2.5- Conclusion</b>	<b>13</b>

### **CHAPITRE 3: AMPLIFICATION ET FILTRAGE**

<b>3.1- Généralités</b>	<b>14</b>
<b>3.2- Amplification</b>	<b>14</b>
3.2.1- Généralités	14
3.2.2- Définition d'un amplificateur	14
3.2.3- Classification des amplificateur	14
3.2.4- Caractérisation d'un amplificateur	15
3.2.5- Préamplificateur basse-fréquence	17
3.2.6- Les amplificateurs de puissance	17
<b>3.3- Filtrage</b>	<b>18</b>
3.3.1- Définitions	18
3.3.2- Différents types de filtres	18
3.3.3- Filtres actifs	22
<b>3.4- Conclusion</b>	<b>23</b>

### **CHAPITRE 4: LES APPAREILS SUVAG M**

<b>4.1- Introduction</b>	<b>24</b>
<b>4.2- Généralités</b>	<b>24</b>
4.2.1- SUVAG II M	24

4.2.2- SUVAG I M	24
4.2.3- Construction modulaire	24
4.2.4- Système modulaire	25
<b>4.3- Le préamplificateur MA</b>	<b>25</b>
4.3.1- Généralités	25
4.3.2- Description face avant	25
<b>4.4- Filtre Passe bas LP</b>	<b>28</b>
4.4.1- Généralités	28
4.4.2- Description face-avant	30
4.4.3- Exemples	33
<b>4.5- Filtre passe-Haut HP</b>	<b>33</b>
4.5.1- Généralités	33
4.5.2- Description face-avant	33
4.5.3- Exemples	37
<b>4.6- Filtre passe-bande HP</b>	<b>37</b>
4.6.1- Généralités	37
4.6.2- Description face-avant	37
4.6.3- Exemples	37
<b>4.7- L'amplificateur de sortie</b>	<b>37</b>
4.7.1- Généralités	37
4.7.2- Description	41
4.7.3- Indication de mauvais fonctionnement	45
<b>4.8- Les SUVAG M</b>	<b>45</b>
4.8.1- SUVAG I M	45
4.8.2- SUVAG II M	47
4.8.3- Le mini-Suvag	49
<b>4.9- Conclusion</b>	<b>49</b>

## CHAPITRE 5: ETUDE PRATIQUE DES SUVAG M

<b>5.1 - Introduction</b>	50
<b>5.2 - Banchement et vérification</b>	50
5.2.1 - Branchement des SUVAG M	50
5.2.2 - Procédures de la mise en marche	50
5.2.3 - Vérification	51
5.2.4 - Recherche du champ optimal	51
<b>5.3 - Etude pratique des SUVAG M</b>	52
5.3.1 - Réglage et méthode de travail	52
5.3.2 - Problème réel	52
5.3.3 - Exemples sur le SUVAG I M	53
5.3.4 - Exemple sur le SUVAG II M	53
<b>5.4 - Conclusion</b>	60

## CHAPITRE 6: PARTIE PROGRAMMATION

<b>6.1 - Introduction</b>	62
<b>6.2 - L'organigramme</b>	62
<b>6.3 - Le programme</b>	64
<b>6.4 - Exemples de courbes</b>	66
<b>6.5 - Conclusion</b>	70
<b>- CONCLUSIONS GENERALES</b>	71

## -Références bibliographiques

## INTRODUCTION GENERALE

L'acoustique est une partie de la science relative à l'étude des vibrations. Elle concerne la position de ces vibrations, leur propagation ainsi que leurs effets.

En Algérie, les sourds constituent une partie importante de la population. L'électronicien avec l'apport qu'il peut théoriquement amener à cette composante s'avère d'actualité, mais un constat amer, on peut avancer sans risque de se tromper qu'il y a peu ou pas du tout des travaux qui traitent ce sujet.

Le but de notre sujet est d'étudier des appareils de table conçus pour la rééducation des malentendants et les sourds profonds ainsi que pour le travail d'orthophonie ; puis de simuler les filtres constituants.

L'étude théorique consiste à donner une description détaillée et précise sur chaque module de l'appareil concerné avec leur fonctionnement et les accessoires correspondants.

L'étude pratique consiste à extraire les courbes-types possibles qu'on peut synthétiser à la sortie des appareils SUVAG M pour mieux comprendre leurs fonctionnement ainsi que celui des modules qu'ils comportent.

Notre projet comporte six chapitres:

Le premier chapitre est consacré à un rappel sur le son, ses types, sa production et transmission et ses différentes caractéristiques avec une étude de l'oreille et les caractéristiques d'audition.

Le deuxième chapitre traite la pathologie de l'oreille en citant les différentes maladies de chacune des trois oreilles (externe, moyenne et interne) avec la présentation des causes, des thérapeutiques et les effets complémentaires s'ils existent.

Le troisième chapitre concerne deux domaines très vastes : l'amplification et le filtrage qui sont la base du fonctionnement des appareils SUVAG. La partie amplification comporte la définition, la classification et la caractérisation d'un amplificateur en se basant sur le préamplificateur basse-fréquence et l'amplificateur de puissance. La partie filtrage comporte des définitions sur les filtres et leurs différents types en se basant sur les filtres actifs.

Le quatrième chapitre comporte une étude théorique sur les appareils SUVAG M et leurs différentes versions ainsi que leurs constructions modulaires allant du général vers le particulier c'est-à-dire vers l'étude de chaque module séparément.

Le cinquième chapitre est consacré à une étude pratique sur les appareils, d'un côté le blanchement et la vérification pour des raisons de maintenance, de l'autre côté, la méthode de travail et les problèmes réels existants, avec des courbes de réponse, représentées sous forme de graphiques, synthétisées avec les deux versions de l'appareil SUVAG M.

Et enfin, une partie de programmation pour raison de simulation des filtres constituants les modules de l'appareil en reproduisant les courbes synthétisées.

**Chapitre I**  
**Son et audition**

# SON ET AUDITION

## 1.1-INTRODUCTION

Avant d'entrer dans le vif du sujet , il nous y paraît utile de faire un rappel des notions fondamentales du son , les types et les caractéristiques du signal sonore , ainsi que l'anatomie et la physiologie de l'oreille humaine en insistant sur le fonctionnement de chaque partie (externe,moyenne et interne).Et enfin ,nous donnerons les caractéristiques de l'audition .

## 1.2-LE SON

### 1.2.1-DEFINITIONS

Le son est une vibration de l'air (ou de tout autre milieu élastique), il fait partie de l'environnement naturel de l'homme. C'est un phénomène perçu, une sensation, c'est le cri, la voie, la musique, le bruit, la parole, ...

Le son perçu est associé à un mouvement oscillatoire d'un système vibrant . Il n'est pas un phénomène immédiat et simultané dans l'espace. Il y a une propagation à vitesse finie à partir de la source du son. A une certaine distance parcourue (20 à 30 m), le temps de propagation est perceptible [11]. Dans le vide, le son ne se propage pas.

La nature du son physique consiste en la propagation d'un mouvement oscillatoire, des particules, dans le solide ou dans le fluide. Selon la fréquence, le son peut être audible ou non. Pour l'homme, le domaine des sons audibles s'étend de 20 Hz à 20 KHz.

Les sons dont la fréquence est au-dessus du domaine audible (de 20 KHz à plusieurs centaines de MHz) s'appellent les *ultrasons*. Ils sont trop élevés pour qu'une oreille humaine puisse les percevoir [7].

Les *infrasons* sont des vibrations de même nature que le son mais de fréquences trop basses pour qu'une oreille humaine puisse les percevoir (inférieures à 20 Hz) [7].

### 1.2.2- TYPES DE SONS

Selon le fonctionnement du système vocal, on peut établir deux catégories de sons :

- Sons voisés (ou sonores) qui sont dûs à une vibration des cordes vocales où la fréquence fondamentale  $F_0$  (Pitch en anglais) correspond à l'ouverture et à la fermeture périodique de la glotte.

- Sons non-voisés (ou sourds) qui sont dûs à une génération de bruit à travers une construction du conduit vocal. Donc, il n'y a pas de vibration au niveau des cordes vocales et le signal est aperiodique [6].

On peut donc classer les sons du langage selon :

- la vibration des cordes vocales (sonores - sourds),
- la position du voile du palais (oral - nasal),
- et le lieu d'articulation [6], [11].

### 1.2.3- CARACTERISTIQUES DU SON

Physiquement, la voix est caractérisée par deux principaux paramètres , la fréquence des cordes vocales et l'intensité de ces vibrations .

Les caractéristiques du son sont :

- L'intensité de ces vibrations.
- La durée que nécessite ce son.

- Le Timbre qui est caractérisé par l'amplitude harmonique. Chaque harmonique a son amplitude propre, donc pour retrouver l'intégrité du timbre, il faudra que chaque harmonique soit respectée .

- La hauteur car la fréquence peut varier de 90 Hz à 120 Hz pour une voix d'homme et jusqu'à 220 Hz pour une voix de femme [7].

#### 1.2.4- PRODUCTION ET TRANSMISSION DU SON

L'oreille perçoit un bruit lorsqu'une perturbation ébranle l'air et vient frapper le tympan. Aussi l'étude de l'oreille, même succincte est indispensable car c'est l'élément récepteur final de toute chaîne auditive. C'est le dernier juge , au-delà de toutes les mesures que nous aborderons par la suite.

D'un point de vue physique, le son est un ébranlement élastique des éléments constituant le milieu de propagation. Ici ce sera l'air.

Il s'agit d'un mouvement oscillant des particules matérielles autour de leur position d'équilibre. Les paramètres caractéristiques de ce mouvement sont : pression, vitesse de vibration et amplitude de vibration. Les paramètres physiques sont liés aux paramètres physiologiques . Ainsi, la hauteur du son est la fréquence du mouvement vibratoire .

Le niveau acoustique dépend du flux d'énergie reçue par l'oreille. Ce flux est proportionnel au carré de la fréquence et au carré de l'amplitude de ce mouvement vibratoire .

Le timbre est lié au spectre de fréquences c'est-à-dire au niveau des fréquences caractéristiques du mouvement vibratoire.

La transmission sonore est un transfert d'énergie de l'ébranlement du milieu en influx nerveux. Ce transfert se fait par l'intermédiaire des trois parties fondamentales de l'oreille. Nous distinguons : l'oreille externe, l'oreille moyenne et l'oreille interne. [10], [11].

### 1.3- ETUDE DE L'OREILLE

L'oreille (fig 1.1) comporte trois parties : externe , moyenne et interne.

#### 1.3.1-L'OREILLE EXTERNE

Elle est constituée par le pavillon et le conduit auditif.

- **Le pavillon** : est la partie située au dehors de la tête, il a une armature cartilagineuse et possède un relief particulier. Le rôle du pavillon est de capter les sons, de les renforcer pour les transmettre au conduit auditif. Il possède des caractéristiques de directivité intervenant dans l'orientation auditive.

Les animaux possédant des oreilles orientables sont facilement observables, comme les chiens par exemple. Ils orientent leurs pavillons et discernent ainsi une direction privilégié qui est celle de l'intensité de bruit maximum .

Chez les humains ce rôle est moins net mais VAN GILSE en masquant par de la cire les circonvolutions du pavillon a montré que le rôle d'orientation au bruit diminue de façon très sensible Nous reviendrons sur ce rôle d'orientation car il dépend non seulement de l'intensité du son mais de sa phase.

Rapidement nous pouvons concevoir que la tête constitue un obstacle pour les ondes acoustiques donc engendre un effet de diffraction. Pour les longueurs d'onde petites vis à vis des dimensions de la tête, c'est-à-dire pour les sons aigus, il se produit une différence dans l'intensité de sons perçu par chaque oreille .

Pour les grandes longueurs d'onde, c'est-à-dire pour les sons graves, il se perçoit une différence de phase (un intervalle de temps) entre les deux oreilles [10, [11].

- **Le conduit auditif** : a des dimensions moyennes normales de 7 mm de diamètre et environ 25 mm de profondeur .

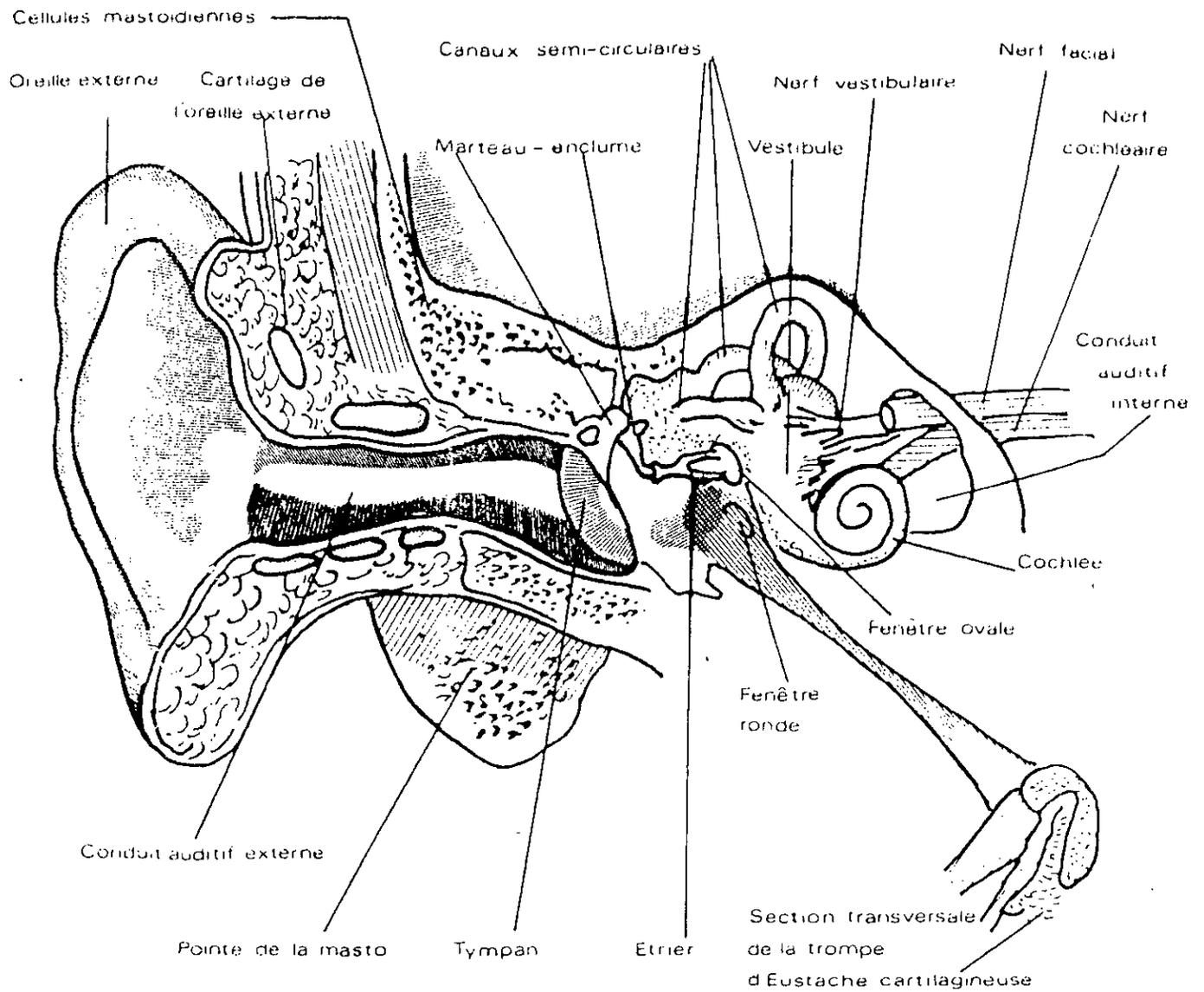


fig (1-1): L'oreille humaine [10].

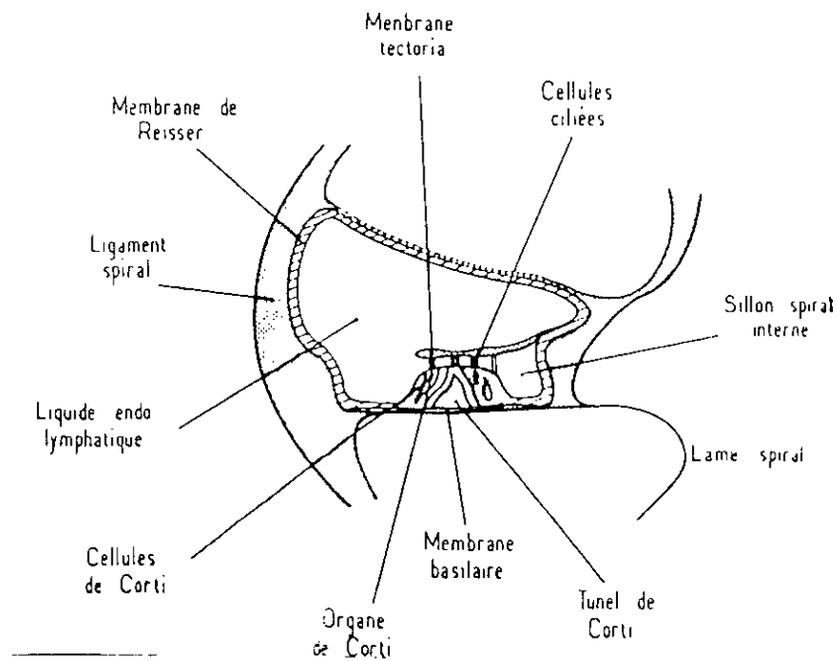


fig (1-2): Coupe de la cochlée [10].

La réflexion des ondes sur ses parois renforce la pression sonore d'une manière non linéaire. La maximum de renforcement se fait aux alentours de 3 KHz .

Au fond de ce conduit se trouve le tympan. Celui-ci est une membrane conique dont le sommet est excentré et situé vers l'extérieur. L'angle au sommet de ce cône est de 120°.

De plus, le tympan est placé de façon oblique dans le conduit auditif ; conicité et obliquité donnent au tympan une surface d'environ 90 mm<sup>2</sup>. Son épaisseur est d'un dixième de millimètre. Ces caractéristiques sont à retenir car elles interviennent dans les calculs de transmission [10], [11].

L'étude des mouvements du tympan est très complexe et ce n'est que ces dernières années qu'une analyse a été donnée grâce à la stroboscopie qui permet d'étudier au ralenti la cinématique du tympan .

Ce qu'il nous faut retenir ; c'est que, dans l'oreille, il existe des distorsions d'amplitude, que ce n'est pas un transducteur fidèle, mais un appareil engendrant des distorsions linéaires et non linéaires créatrices d'harmoniques.

Nous décrivons de façon encore plus rapide l'appareil de transmission. Celui-ci se compose :

- des osselets c'est-à-dire ; marteau, enclume et étrier, situés dans la caisse du tympan.
- du système musculaire, les fenêtres et la cochlée. Son rôle est double, c'est à la fois un système adaptateur et un système protecteur [11].

### 1.3.2- L'OREILLE MOYENNE

- **Le marteau** : possède un manche attaché au tympan, son poids est d'environ 2 mg
- **L'enclume** : est un osselet dont le poids est d'environ 30 mg.
- **L'étrier** : dont le poids est à peu près le même que celui du marteau possède une platine dans la surface est d'environ 3 mm<sup>2</sup> .

#### Le rôle d'adaptation de l'appareil de transmission

Les osselets se trouvent en milieu liquide, donc l'onde sonore passant de l'air à un milieu liquide rencontre une résistivité acoustique. Nous la désignons par  $R_s$  (résistance spécifique) et elle est égale au quotient de la pression acoustique  $P$  par la vitesse de vibration  $V$  (onde plane progressive que nous aborderons par la suite).

soit :

$$R_s = \frac{P}{V} = \rho C \dots \dots \dots (1,1)$$

avec :

$\rho$  : masse volumique du milieu,  
et  $C$  : vitesse de l'onde dans le même milieu.

D'autre part, les muscles du marteau et de l'étrier réduisent les amplitudes des oscillations. Ainsi, ils protègent l'oreille interne contre les sons de basse fréquence et de grande amplitude.

De cette façon, et aussi améliorée la réception des sons aigus par diminution de l'effet de masque des sons graves [10].

Pour les fenêtres, nous distinguons la *fenêtre ovale* et la *fenêtre ronde*. Les mouvements de la platine de l'étrier dans la fenêtre ovale ébranlent les liquides de l'oreille interne qui vont exciter la cellule sensorielle. C'est le tympan qui imprime, sa pression à la platine de l'étrier. le

rapport des surfaces étant d'environ 20, la pression sur l'étrier est 20 fois plus grande que sur le tympan .

La fenêtre ronde se meut en opposition de phase avec la fenêtre ovale car elles sont toutes deux en contact avec le même liquide .

Chez les animaux, les fenêtres sont spécialement perpendiculaires. Ce qui évite que les ondes sonores arrivent en phase sur les deux fenêtres [10], [11].

### 1.3.3- L'OREILLE INTERNE

L'oreille interne est constituée de 3 parties formant le labyrinthe osseux : les canaux semi-circulaires, le vestibule et la cochlée (fig 1-2).

- **Les canaux semi-circulaires** : sont trois arceaux creux tournant les trois plans spaciaux. Ils servent au sens de l'équilibre.

- **Le vestibule** : a sa face externe en rapport avec la caisse du tympan par l'intermédiaire de la fenêtre ovale. La face interne est en rapport avec le fond du conduit auditif interne.

- **La cochlée** : est un conduit d'environ 30 mm de long enroulé autour d'un axe oblique ou coulemelle .

La cochlée est en partie divisée en 2 parties par une lame osseuse en spirale prenant assise sur la coulemelle. La configuration générale rappelant un limaçon.

Ces deux parties nommées rampes :

- une rampe vestibulaire qui communique avec le vestibule,

- une rampe tympanique qui communique avec la cavité sous-vestibulaire débouchant dans la caisse du tympan par la fenêtre ronde [10].

La cloison du colimaçon comporte une membrane fibreuse basilaire constituée par plus de 20.000 fibres transversales tendues de 2 mm de longueur environ. Les deux rampes communiquent sous l'extrémité opposée à la base du limaçon , partie appelée *coupole* en un endroit (*l'hélicotréma*), la lame spirale et la membrane basilaire s'arrêtent à 2 mm de la coupole

Le canal cochléaire se trouve dans le limaçon osseux entre le bord libre de la lame spirale et le bord du limaçon. Sa coupe est triangulaire et il s'enroule de la même manière que le canal osseux .

L'organe de Corti est recouvert par la membrane tectoriat. Tout l'ensemble baignant dans le liquide endolymphatique [11].

Retenons que c'est dans la cochlée que s'opère la transformation de l'énergie vibratoire en influx nerveux.

### 1.3.4- CARACTERISTIQUES DE L'AUDITION

#### - **Limites**

Un son trop faible ne provoque aucune sensation. un son trop fort provoque une douleur. Il existe donc deux bornes au stimulus physique, donc deux bornes d'écoute .

Un son trop grave ne provoque aucune sensation. un son trop aigu n'est pas perçu. De plus, l'oreille ne différencie des niveaux et des fréquences qu'en deçà de certaines limites.

Un son fort provoque sur un son plus faible un effet de masque. La perception d'une impulsion dépend de la durée du stimulus .

Toutes ces caractéristiques sont variables d'un sujet à l'autre. L'âge modifie également la perception auditive, ainsi que l'état de santé.

Il a donc été nécessaire de déterminer les caractéristiques d'une oreille moyenne par le moyen des statistiques, résultat d'un très grand nombre de mesures [10].

La sensibilité de l'oreille dépend de la fréquence. Le domaine de fréquence de l'oreille humaine est d'environ 20 à 20.000 Hz aussi retrouverons-nous souvent ces limites pour nos appareils et transducteurs électro-acoustiques [11].

**-Sensibilité différentielle de l'oreille :**

-Sensibilité différentielle d'intensité :

Soit une fréquence donnée et une pression acoustique P auxquelles correspond une intensité acoustique I. La sensibilité différentielle de l'oreille est alors la variation relative de pression  $\frac{\Delta P}{P}$  ou d'intensité  $\frac{\Delta I}{I}$  pour laquelle l'oreille perçoit une sensation  $\Delta S$  discernante.

La sensibilité différentielle de l'oreille est à peu près constante et quasiment indépendante de l'intensité acoustique pour la gamme usuelle des fréquences, c'est-à-dire à peu près de 100 à 5000 Hz.

Ce seuil augmente lorsque les niveaux se rapprochent des seuils et des maxima d'audition.

Ailleurs, la variation  $\frac{\Delta I}{I}$  la plus petite correspond à la variation  $\Delta S$  juste discernable nous avons :

d'intensité pour laquelle l'oreille perçoit une sensation  $\Delta S$  discernante.

$$\frac{\Delta I}{I} = \frac{1}{K} \Delta S \dots\dots\dots(1,2)$$

où K est une constante.

C'est la loi de Weber exprimée par Fechner :

$$S = K \log I \dots\dots\dots(1,3)$$

Ce qui exprime que la sensation croît à peu près comme le logarithme de l'excitation [11].

- Sensibilité différentielle de fréquence :

De la même façon la plus petite différence relative  $\frac{\Delta f}{f}$  de fréquence entre 2 sons successifs de fréquence f et f ± Δf nous donne la sensibilité différentielle de fréquence. Ce seuil varie avec les fréquences et l'intensité.

Ces deux propriétés de l'oreille, sensibilité différentielle en intensité et sensibilité différentielle en fréquence, sont très importantes. Elles vont nous servir à exprimer correctement les tolérances des appareils électro-acoustiques [11].

En adoptant les logarithmes décimaux et la valeur 10 pour K ; il vient :

$$N = 10 \log \frac{I_2}{I_1} \dots\dots\dots(1,4)$$

où le niveau N s'exprime en décibels.

Pour les pressions , d'une façon simple :

$$I = \frac{FV}{S} = PV \dots\dots\dots (1,5)$$

avec : F : la force  
V : la vitesse de vibration  
S : la surface  
P : la pression acoustique.

Dans le cas général des ondes planes :

$$I = \frac{P^2}{\rho C} \dots\dots\dots (1,6)$$

avec :  $\rho$  : la masse volumique de l'air,  
C : la célérité du son dans l'air = 330 m/s.

Nous pouvons donc écrire :

$$I_1 = \frac{P_1^2}{\rho C} \dots\dots\dots (1,7)$$

et

$$I_2 = \frac{P_2^2}{\rho C} \dots\dots\dots (1,8)$$

$$N(\text{db}) = 10 \cdot \log \frac{P_1^2}{P_2^2} = 20 \cdot \log \frac{P_1}{P_2} \dots\dots\dots (1,9)$$

#### 1.4-CONCLUSION

Après avoir rappelé les grandes lignes concernant le son et étudié l'oreille humaine avec quelques détails jugés importants , nous pouvons conclure que le système auditif puisse avoir des difficultés et des troubles d'audition .

Il existe des limites d'audition où l'oreille ne pourra plus entendre les sons appartenant à l'extérieur de l'intervalle entre les deux seuils d'auditions .Elle possède la caractéristique de la sensibilité différentielle en intensité et en fréquence.Donc , un simple défaut peut avoir une grande influence sur les limites d'auditions et la sensibilité différentielle ; ce qui fait appel à la science des maladies de l'oreille .

**Chapitre II**  
**Pathologie de l'oreille**

# **PATHOLOGIE DE L'OREILLE**

## **2.1- INTRODUCTION**

La pathologie (science des maladies) de l'oreille s'occupe de tous les maux ou anomalies qui peuvent affecter cet organe. Dans cette partie, nous étudierons les causes, les symptômes et les façons de remédier aux défauts d'audition les plus usuels. Il est inutile de signaler que malgré ces connaissances vous ne pourrez poser le diagnostic vous-mêmes, il faut laisser ce soin à un docteur spécialisé.

Néanmoins, l'étude vous permettra de donner un avis même motivé, aux malades souffrant de défauts d'audition et qui peuvent être soignés grâce à l'emploi d'un aide-auditif [8].

## **2.2- MALADIES DE L'OREILLE EXTERNE**

### **2.2.1- Accumulation de cérumen**

Nous savons qu'il y a des glandes dans le conduit auditif et que ces glandes sécrètent une matière cireuse "le cérumen". Il arrive parfois qu'il y ait accumulation de cérumen dans le conduit auditif. Cette accumulation provient généralement ou d'un manque de propreté du conduit auditif, ou d'une sécrétion trop grande de cérumen [8].

La perte d'audition, qui va de pair avec un bourdonnement d'oreille, ne se manifeste que lorsque le conduit auditif est complètement bouché. Le "bouchon de cérumen" doit alors être enlevé par un spécialiste nez-gorge-oreilles (oto-rhino-laryngologiste). Il y arrive généralement en seringuant le conduit auditif [11].

### **2.2.2 -Infection du canal auditif**

Il peut y avoir infection du conduit auditif et les causes en sont diverses, lésions, eczéma, etc. L'examen et le traitement doivent être confiés à un médecin otologiste d'autant plus qu'un écoulement dans le conduit auditif peut être dû à une infection qui a son origine dans l'oreille moyenne. Une infection du conduit auditif ne provoque en général aucune perte d'audition [8].

Pour un patient porteur d'un aide-auditif, il est recommandé de ne pas utiliser l'aide-auditif au moins temporairement ou, si cela est possible, d'appareiller l'autre oreille. Si l'infection revient continuellement, on envisagera un aide-auditif à conduction osseuse [11].

### **2.2.3- Déformations congénitales**

Parfois, il y a des déformations congénitales, par exemples du pavillon. Normalement celles-ci ne perturbent pas l'audition. Une malformation qui peut exister et qui entraîne une perte d'audition considérable, c'est l'absence complète de conduit auditif (atresia). A l'heure actuelle, on parvient à remédier à cette malformation par la chirurgie, en créant un chemin entre l'oreille externe et l'oreille interne [8].

## **2.3- MALADIES DE L'OREILLE MOYENNE**

### **2.3.1 Infection aiguë de l'oreille moyenne (otite)**

Celle-ci provient en général d'une infection du nez ou de la gorge qui par la trompe d'Eustache se propage dans la cavité du Tympan. Il s'ensuit un écoulement purulent qui occasionne une pression et peut perforer le tympan (perforation spontanée). L'infection peut également gagner la mastoïde (mastoiditis). Dans ce cas, une intervention chirurgicale est requise d'urgence. Le traitement normal d'une otite, si le tympan n'est pas déjà perforé, est de pratiquer une petite ouverture dans le tympan pour faciliter le drainage. L'utilisation des gouttes dans le nez ou l'oreille peuvent alors guérir l'infection [8], [11].

### **2.3.2- Infection chronique de l'oreille moyenne (otite chronique)**

Si l'infection décrite ci-dessus se répète, on a affaire à une otite chronique. La thérapeutique est généralement sans effet.

Les symptômes sont les suivants : il y a écoulement purulent constant à travers une ouverture du tympan, ouverture qui en général s'agrandit. A la longue, l'infection peut atteindre les osselets et une grande partie de la cavité du tympan ou même le cerveau. L'infection n'est pas douloureuse, mais le patient a une perte d'audition considérable [8], [11].

## **2.4-THERAPEUTIQUE**

En premier lieu, il faudra s'efforcer de nettoyer l'oreille constamment et on utilisera des antibiotiques pour arrêter l'infection. Une opération sera souvent envisagée. Il y a différentes techniques opératoires suivant la nature de l'infection et le but poursuivi.

### **2.4.1- Opération radicale**

Lorsque l'infection est à ce point généralisée qu'elle atteint les osselets, le tympan et la cavité du tympan, on enlèvera tout ce qui se trouve dans la cavité du tympan. Il est évident que si l'infection est arrêtée par l'opération une perte sensible de l'audition en résulte par suite de la disparition du tympan et des osselets .

### **2.4.2- Opération radicale conservatoire**

Dans ce cas, on laisse en place les osselets et le tympan mais on enlève l'infection de la cavité du tympan. La perte d'audition ne doit pas subsister après l'opération.

### **2.4.3- Tympanoplastie**

On entend par ce vocable les techniques opératoires qui ont pour but de réduire l'infection et de modifier le système de conduction en utilisant les parties intactes de la chaîne des osselets [8].

## **2.5- AIDE-AUDITIF**

L'aide-auditif permet de remédier à la perte d'audition, suite à une infection de l'oreille moyenne. Normalement l'appareillage n'offrira pas de difficultés et de bons résultats peuvent être obtenus.

Toutefois, avant de conseiller un aide-auditif, il faut s'informer si une opération, telle la tympanoplastie n'est plus possible. Si ce n'est pas le cas, un aide-auditif sera proposé .

Nous insistons encore une fois pour dissuader du port d'un embouti dans l'oreille lorsque celle-ci suppure, et donc que l'infection existe, parce que la fermeture du canal auditif

favorise le processus infectieux. Lorsque la suppuration continue et que l'infection ne peut être jugulée par les traitements médicaux, il faudra recourir à un aide-auditif du type à conduction osseuse [8], [11].

## 2.6- OTOSCLEROSE

L'otosclérose est une variété d'hyperostose (prolifération osseuse) et se manifeste à l'extrémité du vestibule. Cette hyperostose peut être la cause de ce que la platine de l'étrier soit fixée de façon inamovible à la fenêtre ovale. Il s'ensuit que les osselets ne transmettent plus les vibrations au liquide de l'oreille interne, et on constate une perte d'audition considérable.

Jadis lorsque l'otosclérose provoquait une perte sensible d'audition, on tentait une opération pour améliorer l'audition, cela s'appelle *fenestration*.

Les osselets et le tympan étaient enlevés et on pratiquait une nouvelle ouverture dans un des canaux circulaires. Par suite de l'absence de la chaîne des osselets, il y avait, en toute hypothèse, une perte permanente de 30 dB [ 8 ].

A l'heure actuelle, une nouvelle technique opératoire a été mise au point par Rosen et permet de sauvegarder la chaîne des osselets et le tympan, on essaie de "mobiliser" la platine de l'étrier. Une autre possibilité consiste à enlever complètement l'étrier et à le remplacer par un étrier artificiel par exemple, un étrier en plastic [11].

## 2.3.6- PERTE D'AUDITION

Dans toutes les maladies de l'oreille externe ou moyenne que nous venons de décrire et qui entraînent une perte d'audition, en général l'oreille interne est intacte .

Par conséquent, la perception finale du son n'est pas affectée, quoique les sons arrivent atténués à l'oreille interne. C'est pour cela que la surdité c'est-à-dire que le système de conduction de l'oreille est plus ou moins incapable de transmettre le son à l'oreille interne. Le son peut également être transmis directement à travers le crâne à l'oreille interne, mais la perception au moyen de la conduction osseuse est beaucoup plus faible que par conduction aérienne [11].

## 2.3- MALADIES DE L'OREILLE INTERNE

Des désordres dans l'oreille interne sont parmi les causes les plus sérieuses de dégâts auditifs. La perception commence dans l'oreille interne, c'est-à-dire "l'enregistrement" des quatre caractéristiques du son (intensité, hauteur, timbre et durée) commence à cet endroit .

Quoique les nerfs auditifs et les ganglions annexes jouent un rôle non négligeable, le limaçon est d'une importance vitale comme "appareil de perception". Une maladie de l'oreille interne provoque non seulement une perte d'audition (perte de sensibilité) mais a encore d'autres effets complémentaires [8].

### 2.4.1-EFFETS COMPLEMENTAIRES

#### - Bourdonnements d'oreille (tinnitus)

Ceci se produit souvent lors de surdité de l'oreille interne. Le patient entend continuellement un son sifflant, composé de fréquences élevées .

#### - Recrutement

Il s'agit ici d'une perception anormale de la sonorité, dans ce cas une petite variation de pression, pour un son déterminé, est enregistrée par le patient, comme s'il s'agissait d'une

variation très importante de sonorité. Ce phénomène se manifeste surtout pour les fréquences élevées .

#### **- Perturbations dans l'analyse des fréquences**

L'oreille n'est plus à même d'entendre les fréquences séparément. La parole devient, de ce fait, difficilement compréhensible. On s'en aperçoit d'habitude lorsqu'on veut appareiller le patient avec un aide-auditif [8].

#### **2.4.2- PRESBYACOUSIE**

Nous savons déjà que tous les sons entre 20 et 20.000 Hz sont audibles ; ceci n'est exacte que pour de très jeunes enfants. On a constaté que la gamme des fréquences audibles diminue graduellement avec l'âge, il s'ensuit une surdité affectant principalement le registre aigu

Il s'agit là d'un phénomène normal qui ne devient pathologique que si la perte de sensibilité pour les notes aiguës devient trop importante. Habituellement ce phénomène va de pair avec bourdonnement d'oreilles et une réduction dans l'analyse fréquentielle [11].

#### **2.4.3- THERAPEUTIQUE**

Parfois, l'utilisation de médicaments peut postposer cette perte d'audition des notes aiguës en même améliorer l'audition dans certaines limites. Mais dans la majorité des cas, un aide-auditif est le seul remède efficace. L'appareillage peut toutefois donner lieu à des difficultés, à cause de la présence des effets complémentaires auxquels nous avons fait allusion plus haut [11].

#### **2.4.4- SURDITE CONGENITALE DE L'OREILLE INTERNE**

Il s'agit d'une mauvaise audition congénitale et qui peut s'accroître sérieusement avec l'âge. La cause de certaines de ces surdités peut être attribuée à des maladies infectieuses de la mère pendant la grossesse (par exemple la rubéole). Les effets complémentaires peuvent être bourdonnements d'oreille, recrutement et troubles dans ce cas est de faire appel à un aide-auditif [8].

#### **2.4.5- TRAUMATISME ACOUSTIQUE**

Un bruit intense et soudain, une explosion, un coup de canon, peut endommager l'ouïe de façon permanente. Dans ce cas, le défaut se trouve toujours localisé dans la région des fréquences aiguës.

Une difficulté d'audition à cause du bruit provient parfois d'avoir été exposé longtemps à des bruits violents, l'organe de Corti en est affecté, et des phénomènes semblables au recrutement se produisent .

Un autre effet complémentaire sont les bourdonnements d'oreille, et si l'audition est sérieusement troublée, la discrimination fréquentielle en souffre. Les gens qui travaillent constamment dans une ambiance bruyante, ne peuvent être aidés par un aide-auditif aussi longtemps qu'ils sont obligés de travailler dans les mêmes conditions : en fait l'amplification du son ne peut qu'aggraver le cas, un aide-auditif n'a de valeur que si le patient est soustrait aux bruits excessifs .

Des mesures préventives peuvent être prises par :

- des protecteurs d'oreille ;
- l'atténuation du bruit dans les usines, en utilisant l'isolation acoustique (matériaux acoustique, ...) [8].

Il est peut-être intéressant de signaler ici que l'usage prolongé de certains médicaments (quinine, streptomycine) peut conduire à des troubles auditifs du même genre que ceux provoqués par le bruit [11].

#### **2.4.6- MALADIE DE MENIERE**

Il s'agit ici d'un désordre étrange de l'oreille interne qui peut donner lieu à une surdité peu accentuée alternant avec des attaques de surdité très graves, d'étourdissements, de nausées et de bourdonnements d'oreille. Ces attaques peuvent être de courte durée, mais peuvent aussi durer plusieurs jours. Pendant et entre les attaques il y a toujours de la "discrimination fréquentielle". Un aide-auditif est ici de peu de valeur. Il est parfois possible de guérir la maladie de Ménière si on la prend à ses débuts [8].

#### **CONCLUSION**

Nous avons vu, dans ce chapitre d'une façon générale et quelques fois détaillées les différentes maladies de l'oreille avec la thérapeutique correspondante. Nous avons donc pris une idée plus ou moins claire sur le système auditif chez l'être humain et ses maladies probables. Ce qui peut nous aider à étudier, avec plus de données, les appareils de la rééducation des malentendants et des sourds profonds.

**Chapitre III**  
**Amplification et filtrage**

# AMPLIFICATION ET FILTRAGE

## 3.1- INTRODUCTION

L'amplification, comme le filtrage, est un domaine récent et vaste dont toujours, les spécialistes veulent obtenir de meilleures performances.

Nous n'allons pas entrer trop dans les détails mais, nous limitons notre étude par les grandes lignes qui nous aideront à mieux comprendre le fonctionnement, la construction et les caractéristiques des appareils électroniques qui vont être étudiés dans les chapitres suivants.

Pour l'amplification, nous allons parler des amplificateurs, de leur classification, leurs caractéristiques ainsi que des préamplificateurs basse - fréquence et les amplificateurs de puissance.

Et pour le filtrage, nous allons citer les différents types de filtres et les filtres actifs.

## 3.2- AMPLIFICATION

### 3.2.1- GENERALITES

C'est sans aucun doute l'invention de la triode en 1906 par l'Américain Lee de Forest qui est à l'origine du développement de l'électronique .

En effet, la triode a permis la réalisation du premier véritable circuit électronique, l'amplificateur .

Depuis l'évolution des amplificateurs a été considérable et un nombre incalculable d'ouvrages et d'articles ont traité de tous les aspects de ce sujet .

Lorsqu'on a polarisé un transistor dans la région active, on peut appliquer une tension alternative aux bornes de la diode émetteur pour produire des fluctuations du courant collecteur. Lorsque ce courant alternatif collecteur traverse une résistance externe, il produit un signal de sortie plus élevé que le signal d'entrée. Cette augmentation du signal s'appelle l'amplificateur [4].

### 3.2.2- DEFINITION D'UN AMPLIFICATEUR :

- L'amplificateur est une chaîne électronique qui présente un gain de puissance, c'est-à-dire que la puissance disponible à la sortie est supérieure à la puissance de commande. La chaîne électronique peut comporter un ou plusieurs étages, chaque étage étant réalisé principalement autour d'un élément actif [4].

### 3.2.3- CLASSIFICATION DES AMPLIFICATEURS

Les amplificateurs sont divers et ils peuvent être décrits de plusieurs façons : selon la gamme des fréquences de travail, leur charge, leur usage, le couplage inter-étages, etc . Nous allons citer rapidement les classificateurs les plus courants [4].

#### Classement d'après le domaine de fréquences

On distingue :

- Les amplificateurs à très basse fréquences (TBF) appelés aussi "amplificateurs à courant continu", destinés à amplifier les signaux lentement variables.

Exemples : amplificateurs de servo-mécanismes, amplificateurs de mesures, etc.

- Les amplificateurs audio-fréquences ou basse-fréquences (AF et BF) destinés à amplifier les signaux audibles (de quelques Hz à quelques dizaine de KHz).  
Exemples : amplificateur son de radio-RTV.

- Les amplificateurs vidéo-fréquences qui possèdent une bande passante s'étalant du continu à plusieurs MHz. Ils servent en général à transmettre les signaux de vision TV ou radar.  
Exemples : amplificateur vidéo de TV, amplificateur vertical d'oscilloscope.

- Les amplificateurs radio-fréquences (RF) qui travaillent entre quelques KHz et plusieurs milliers de MHz. Comme leur nom l'indique, ils sont destinés essentiellement aux appareils de transmission.

Exemples : étage d'entrée d'un récepteur radio, préamplificateur d'antenne TV, etc.

## 2/ Classement d'après la puissance de sortie

On distingue :

- **Les amplificateurs à faible niveau** qui ont une puissance de sortie inférieure au Watt (ils travaillent en général avec des courants de quelques mA).

Dans ces amplificateurs de signaux faibles, les variations du courant collecteur sont faibles comparées au courant collecteur de repos. Ils sont utilisés près de l'entrée des récepteurs, des amplificateurs stéréophoniques et des appareils de mesure [5].

Exemples : préamplificateur pour cellules de P.U, pour appareil de mesure, etc.

- **Les amplificateurs de puissance** qui délivrent quelques watts ou beaucoup plus, selon le cas.

Dans beaucoup de systèmes, les étages terminaux sont des amplificateurs de signaux forts (grande amplitude) dont l'utilisation vise surtout le gain en puissance. Les amplificateurs de ce type comportent des transistors de puissance [5].

Exemples : amplificateur de commande d'un moteur, amplificateur d'excitation de haut-parleur, etc.

## 3/ Classement d'après le mode de fonctionnement

La position du point de repos de l'élément actif d'un étage amplificateur détermine le mode de fonctionnement de cet étage. Il existe des amplificateurs travaillant en classe A, B, AB, C, etc .

### 3.2.4 CARACTERISATION D'UN AMPLIFICATEUR

Il est toujours possible de représenter un étage amplificateur par un quadripôle attaqué par un générateur ( $E_g$ ,  $Z_g$ ) est chargé par une impédance  $Z_L$  [Figure (3.1)]. C'est ce que nous appelions "étage amplificateur de base".

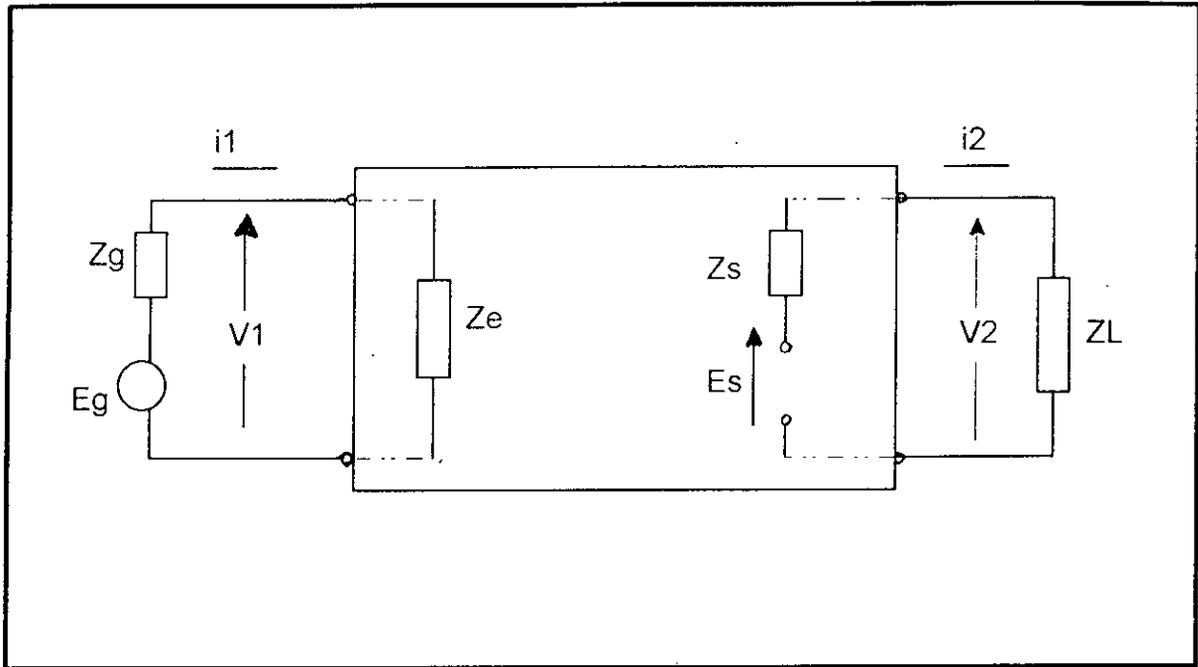


fig (3,1) représentation d'un étage amplificateur.

Les paramètres fondamentaux qui caractérisent un amplificateur sont [1], [4] :

1°) Ses gains :

a) En tension :  $A_v = \frac{V_2}{V_1}$  ..... (3,1)

b) En courant :  $A_i = \frac{i_2}{i_1}$  ..... (3,2)

c) En puissance :  $G_p = \frac{\text{puissance. utile. transmise}}{\text{puissance. à l'entrée}}$  ..... (3,3)

2°) Ses impédances d'entrée et de sortie :

a) Impédance d'entrée :  $Z_e = \frac{V_1}{I_1}$  ..... (3,4)

b) Impédance de sortie :  $Z_e = \left( \frac{V_2}{I_2} \right)_{eg=0}$  ..... (3,5)

3°) Sa distorsion

Elle a plusieurs causes. On distingue principalement :

a) La distorsion linéaire :

- Distorsion en fréquence  $A = g(\omega)$  et en phase  $\Phi = h(\omega)$ .
- Distorsion en amplitude.

b) La distorsion non linéaire :

- Distorsion harmonique
- Distorsion intermodulation (ou de transmodulation).

#### 4°) Son bruit

Si on fait fonctionner un amplificateur audio, on constate que, l'entrée étant court-circuitée (donc son signal d'attaque), on entend quand même dans le haut-parleur un souffle, qu'on appelle bruit ("noise" en anglais).

Ce bruit est un signal aléatoire qu'il est tout à fait impossible de prévoir sa forme à l'instant qui suit immédiatement celui de son examen [4].

#### 3.2.5-PREAMPLIFICATEUR BASSE FREQUENCE

Les préamplificateurs basse fréquence sont des amplificateurs à faible niveau.

- Préamplificateurs pour dire que ce sont des montages amplificateurs qui traitent des signaux faibles. Nous pourrions alors admettre que les circuits sont dans le domaine linéaire, ce qui simplifie beaucoup les choses.

- Aux basses fréquences, qui englobent les fréquences audibles (dites audio-fréquences), ce qui permettra de négliger les éléments réactifs parasites du transistor qu'on trouve dans les amplificateurs à hautes fréquences [4].

Cette catégorie, d'amplificateurs est extrêmement répandue et constitue les préamplificateurs les mieux connus [4].

Le transistor possédant trois électrodes, l'une d'elle pourra être choisie comme ligne commune aux signaux d'entrée et de sortie, ce qui donne les trois montages bien connus : émetteur commun, base commune et collecteur commun. Du fait des grandeurs relatives des paramètres pour chaque montage, les caractéristiques de chaque amplificateur sont différentes [1].

#### 3.2.6- LES AMPLIFICATEURS DE PUISSANCE

Le problème de l'amplification se pose en général de la façon suivante : étant donnée une faible tension issue d'un capteur quelconque (un microphone par exemple qui délivre des  $\mu\text{V}$  ou des  $\text{mV}$  lorsqu'il est excité par un son), il s'agit de faire fonctionner un appareil avec une puissance suffisante .

Dans une première phase, on amplifie le signal du capteur de manière à augmenter au maximum le rapport entre le signal de sortie sur le signal d'entrée, en laissant de côté toutes les considérations sur la puissance ou le rendement : on fait de la pré amplification .

Dans une seconde phase, on fait de l'amplification en puissance et il faut donc délivrer un signal ayant une puissance suffisante pour exciter convenablement le transducteur, c'est-à-dire l'organe qui transforme le signal électrique en un signal physique perceptible (un haut-parleur dans notre exemple, un tube cathodique pour l'image, une déviation d'aiguille, une rotation de moteur, etc .) .

Maintenant, les puissances dissipées deviennent suffisamment grandes : il y aura un problème d'économie et un problème d'échauffement. Le rendement du système prend alors de l'importance. La linéarité de la réponse aussi parce qu'il faut avoir un minimum de distorsion [1], [3].

On caractérise alors un amplificateur de puissance par [1], [4] :

- le niveau minimal nécessaire pour son excitation,
- son domaine de linéarité,
- sa puissance maximal de sortie,
- son taux de distorsion à cette puissance,
- son rendement,
- sa bande passante.

La puissance maximal que peut fournir un amplificateur dépend de ses caractéristiques électriques et thermiques.

### 3.3- FILTRAGE

#### 3.3.1- DEFINITIONS

Le filtrage des signaux analogiques est une opération très importante en électronique. Cette fonction relève en fait du domaine du traitement du signal. Il existe des cellules de filtrage dite "K constant", réalisées avec des selfs et des capacités [4].

Il existe aussi des cellules de filtrage particulières réalisées avec des éléments RC destinées surtout à atténuer une bande de fréquence.

#### 3.3.2- DIFFERENTS TYPES DE FILTRES

##### a) Filtres du 1er ordre

Lorsque, dans l'expression de la fonction de transfert, le terme  $P = j\omega$  n'intervient qu'à la puissance 1, le filtre est dit du 1er ordre. Il ne contient alors qu'un élément actif (capacité en self) et la pente de la courbe de gain en fonction de la fréquence (diagramme de Bode) à une pente de 6 dB/octave.

##### - Cellule passe-bas :

Elle est constituée soit d'une self et d'une résistance, soit d'une résistance et d'une capacité. Cette cellule shunte les signaux de fréquence élevée et laisse passer les signaux de fréquence basse d'où son nom. Bien entendu, le gain d'une telle cellule est égal ou plus petit que 1. L'atténuation est de 6 dB/octave, et la fonction de transfert est (fig 3.2):

$$F = \frac{1}{(1 + RCP)} \dots\dots\dots (3,6)$$

##### - Cellule passe-haut

Dans cette cellule (fig 3.3) , ce sont les fréquences élevées qui passent sans atténuation.

Les conditions de fonctionnement idéal d'un filtre sont :

- une impédance de source nulle ou très faible,
- une impédance de charge infinie ou très grande.

Pour ce dernier point, il est souhaitable de faire suivre la cellule d'un amplificateur de gain 1. La fonction de transfert est :

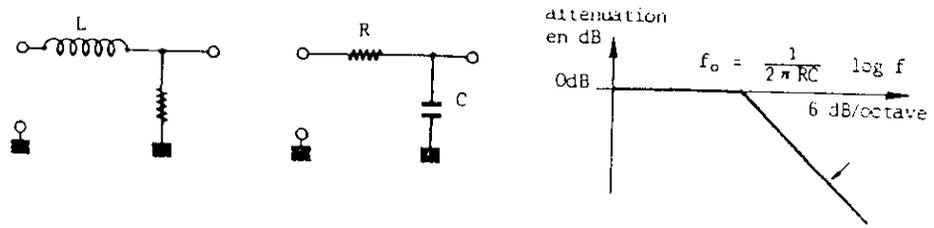


fig (3-2): Cellules passe-bas du 1er ordre.

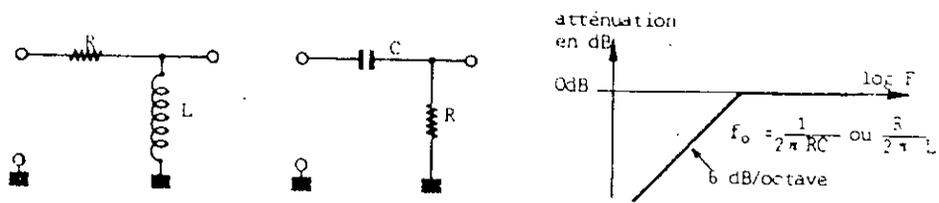


fig (3-3): Cellules passe-haut du 1er ordre.

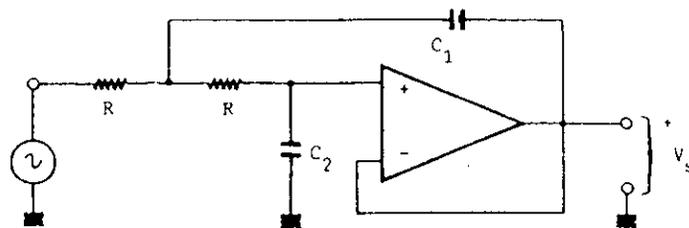


fig (3-4): Exemple de filtre actif passe-bas du 2ème ordre.

$$F = \frac{RCP}{(1 + RCP)} \dots\dots\dots(3,7)$$

**b) Filtres du 2ème ordre**

**- Filtres passe-bas**

Ils sont constitués de deux passe-bas en cascade d'où la pente de 12 dB/octave. Toutefois, dans le cas d'une mise en cascade des deux cellules, l'impédance de charge de la première n'est pas infinie.

De même, l'impédance de source de la seconde est loin d'être nulle. Pour limiter ces inconvénients on associe un amplificateur opérationnel avec au moins une contre réaction (fig(3.4)). L'impédance de sortie du filtre est alors très faible. La fonction de transfert d'un tel filtre est de la forme

$$F(P) = \frac{K}{P^2 + 2\xi\omega_0 P + \omega_0^2} \dots\dots\dots(3,8)$$

avec :

- K : une constante,
- $\omega_0$  : la pulsation propre du filtre,
- $\xi$  : paramètre caractéristique appelé facteur d'amortissement.

**- Filtres passe-haut**

Leur fonction de transfert est de la forme ( fig(3.5) ) :

$$F(P) = \frac{K \cdot P^2}{P^2 + 2\xi\omega_0 P + \omega_0^2} \dots\dots\dots(3,9)$$

**- Filtres passe-bande**

Ces filtres favorisent la transmission du signal dans une bande de fréquences (fig (3.6)). Leur fonction de transfert est de la forme :

$$F(P) = \frac{KP}{P^2 + 2\xi\omega_0 P + \omega_0^2} \dots\dots\dots(3,10)$$

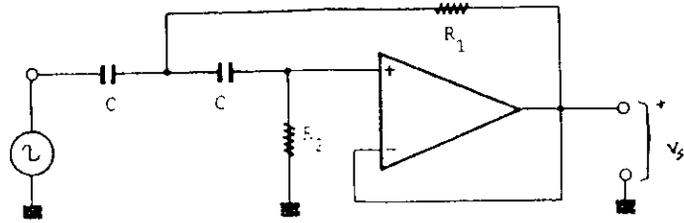


fig (3-5): Exemple de filtre actif passe-haut du 2ème ordre.

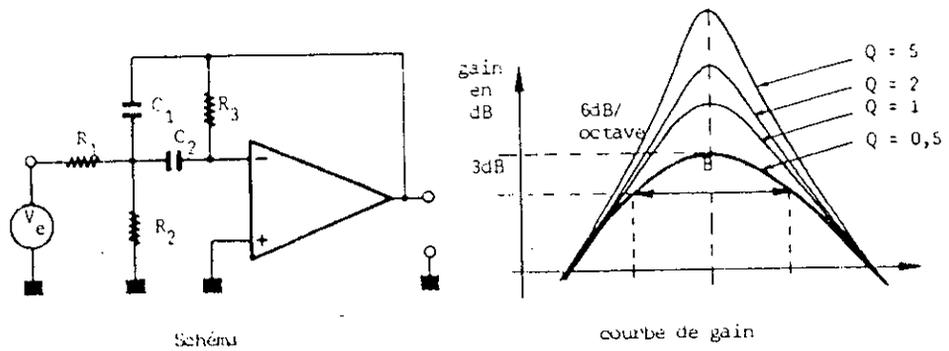


fig (3-6): Exemple de filtre actif passe-bande du 2ème ordre.

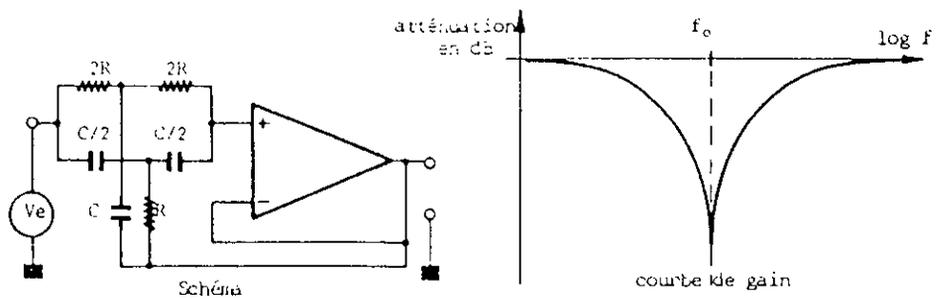


fig (3-7): Exemple de filtre actif coupe-bande du 2ème ordre.

Avec ces filtres intervient un autre paramètre : la sélectivité. Cette dernière est représentée par le facteur  $Q = \frac{f_0}{B}$  appelé coefficient de surtension. B est la bande passante à (-3) dB. Plus la sélectivité est grande, plus la bande passante est petite.

#### -Filtre réjecteur de bande

Ces filtres ( fig(3.7) ) atténuent le signal dans une bande de fréquences. Leur fonction de transfert est de la forme :

$$F(P) = \frac{K(P^2 + \omega_0^2)}{P^2 + 2\xi\omega_0 P + \omega_0^2} \dots\dots\dots(3,11)$$

La sélectivité intervient également.[2]

### 3.3.3 FILTRES ACTIFS

#### - Définition

On associe des cellules de filtrage à un amplificateur opérationnel pour constituer ce qu'il est commun de désigner par "filtres actifs" [2].

Le filtre actif possède sur toutes ces cellules les avantages suivants [4] :

- Il ne pose pratiquement pas de problèmes d'impédances alors que la cellule devra être fermée sur son impédance caractéristique.
- Il peut être miniaturisé alors qu'une self est toujours encombrante.
- Les fréquences de coupure peuvent être pratiquement quelconques.
- N'importe quelle fonction de transfert est réalisable.

Les inconvénients d'un tel filtre restent relativement mineurs :

- nécessité d'une source d'alimentation,
- un peu de bruit.

#### Structure des filtres actifs

Dans les structures simples, les éléments du filtre (résistances et capacités essentiellement) servent de contre-réaction à un amplificateur opérationnel.

Il existe d'autres structures où l'amplificateur peut être utilisé en source commandée (comme la structure de SALLEN-KEY, structure à variable d'état, ...).

Il existe des filtres à contre-réaction simple et des filtres à contre-réaction multiple (structures de RAUCH).

#### Caractéristiques des filtres actifs

Un filtre actif est essentiellement caractérisé par [2],[ 4] :

- sa fréquence de coupure  $f_c$  ,
- sa bande passante B,

et son gain A.

La valeur de ces paramètres dépend de la précision des composants utilisés et de leurs dérivées (en température et dans le temps) [3].

La sensibilité d'un filtre, qui est une caractéristique très importante, est définie par le rapport entre la variation relative de la fréquence de coupure et la variation relative du composant considéré. Par exemple pour une résistance, on a [2] :

$$S_{f_0}^R = \frac{df_0 / f_0}{dR / R} \dots\dots\dots(3.12)$$

Les structures à contre-réaction multiple possèdent de très bonnes performances. Par contre, les structures à contre-réaction simple possèdent un coefficient de surtension généralement trop faible et sont peut utilisés [4].

### 3.4-CONCLUSION

Dans ce chapitre, nous avons traité en quelque sortes l'amplificateur et le filtrage. L'étude détaillée des amplificateurs et préamplificateurs constitue un domaine assez particulier et nous ne cherchons qu'à introduire ce sujet car il nécessite des développements assez importants, la plupart situés lors de notre préoccupation.

Le filtrage est, comme nous venons de le voir, un domaine très vaste qui, en plus, a évolué à grande vitesse. C'est pourquoi nous n'avons pas parlé des filtres à contre-réaction ni des filtres à variables d'état.

Il était vraiment nécessaire d'aborder ces deux domaines pour pouvoir entamer le chapitre suivant où le préamplificateur, l'amplificateur et les filtres constituent les modules les plus importants.

**Chapitre IV**  
**Les appareils suvag M**

# LES APPAREILS SUVAG M

## 4.1-INTRUCTION

Les appareils SUVAG M sont des instruments de table destinés à la rééducation des malentendants et des sourds, ainsi qu'au travail d'orthophonie. Ils sont composés des filtres, des préamplificateurs et des amplificateurs de sorties.

Nous présenterons dans ce chapitre, une étude plus ou moins détaillée passant par les modules que peut comporter un appareil SUVAG M, puis nous prendrons chaque module indépendamment pour mieux connaître sa fonction et ses caractéristiques spécifiques et enfin, un aperçu que nous donnerons sur les différentes versions du SUVAG M et les accessoires qui leur correspondent.

## 4.2- GENERALITES

### 4.2.1- SUVAG II M

L'appareil SUVAG II M est un instrument de table conçu pour la rééducation des malentendants et des sourds profonds, ainsi que pour le travail d'orthophonie. C'est un appareil électronique doté de plusieurs filtres. Grâce aux multiples combinaisons de ces filtres, le rééducateur a la possibilité de modérer à volonté la courbe de réponse du signal transmis.

Le SUVAG II M transmet aussi bien les fréquences **infra-sonores** que **sonores**. Il permet la création du champ de perception optimal propre aux déficiences les plus graves de l'audition : sourds profonds.

L'appareil SUVAG II M est composé de 6 modules semi-fixes, incorporés dans un boîtier en aluminium oxydé. Ces modules sont :

- Préamplificateur MA,
- Filtre passe-bande BP,
- Filtre passe-bas LP,
- Filtre passe-haut HP,
- Amplificateur de sortie A.

### 4.2.2- SUVAG I M

L'appareil SUVAG IM est une version simplifiée de l'appareil SUVAG M, avec moins de possibilités de filtrages. C'est un appareil de table destiné surtout à la rééducation des sourds profonds, soit pour le travail individuel ou collectif. Il est composé des mêmes modules que ceux qui constituent le SUVAG II M :

- Préamplificateur MA,
- Filtre passe-bas LP,
- Amplificateur de sortie A.

### 4.2.3- CONSTRUCTION MODULAIRE:

La construction modulaire des appareils SUVAG M présente de grands avantages. Chaque module en forme de tiroir est une unité indépendante avec une fonction bien définie

dans le système, tout en étant compatible avec des autres modules. En cas de panne, il suffit de sortir le module défectueux, sans toucher au reste de l'appareil.

Tous les modules sont de la même hauteur et profondeur, seule leur largeur varie. Ils sont tous alimentés par la même tension continue (30 à 40v). Ils ont le même niveau de référence du signal (1 Veff). Leurs entrées sont à haute impédance et leurs sorties à basse impédance.

Les modules sont interconnectés électriquement dans l'appareil sur des prises au dos des modules, moyennant des câbles à fiches.

Les éléments actifs employés dans les modules sont exclusivement des semi-conducteurs : circuits intégrés et transistors. Les composants des filtres qui déterminent les fréquences de coupure sont, d'une part des résistances à couche métallique très stables avec une tolérance de 1%, et d'autre part des condensateurs à polycarbonate avec une tolérance de 1 à 2%. Les commutateurs sont du type professionnel, traités en or-cobalt, de sorte que l'ensemble doit assurer une précision et une fiabilité très poussée.

#### **4.2.4- SYSTEME MODULAIRE**

##### **- Modules du type 10 et 11**

Il existe en effet, deux versions de chaque module : type 10 et type 11 (par exemple ; LP 10 ou LP 11). Ces deux versions sont identiques en fonction et dimension. Leur différence réside seulement dans le dispositif de réglage de volume.

Les modules du type 10 sont destinés au travail en laboratoire et à la recherche, ce qui nécessite une précision et une connaissance exacte du volume. Par contre, les modules du type 11 sont destinés au travail de routine dont la précision n'est pas impérative.

##### **- Modules A20 et A21**

Dans certains cas d'utilisation, il est nécessaire d'avoir deux amplificateurs de sortie indépendants, chacun avec son régulateur de volume.

Dans ce cas, l'amplificateur de sortie standard (A10 ou A11) peut être remplacé par l'amplificateur A20 et A21 qui a les mêmes dimensions que le A10, mais comprend deux amplificateurs, chacun d'une puissance de la moitié de la puissance du A10.

#### **4.3- LE PREAMPLIFICATEUR MA**

##### **4.3.1- GENERALITES :**

Le préamplificateur est destiné à recevoir le signal de la source (microphone, magnétophone, tourne disques, poste radio ou autre) à l'amplifier suffisamment et ainsi amplifié, le fournir aux étages suivants comme amplificateur de sortie. Il est conçu avec une amplification réglable pour conditionner le signal d'entrée et le fournir aux étages suivants à un niveau convenable et visualisé. Ce module comprend aussi le canal direct (CD) avec son régulateur de volume (fig1).

##### **4.3.2 DESCRIPTION FACE AVANT**

En partant du bas vers le haut du module :

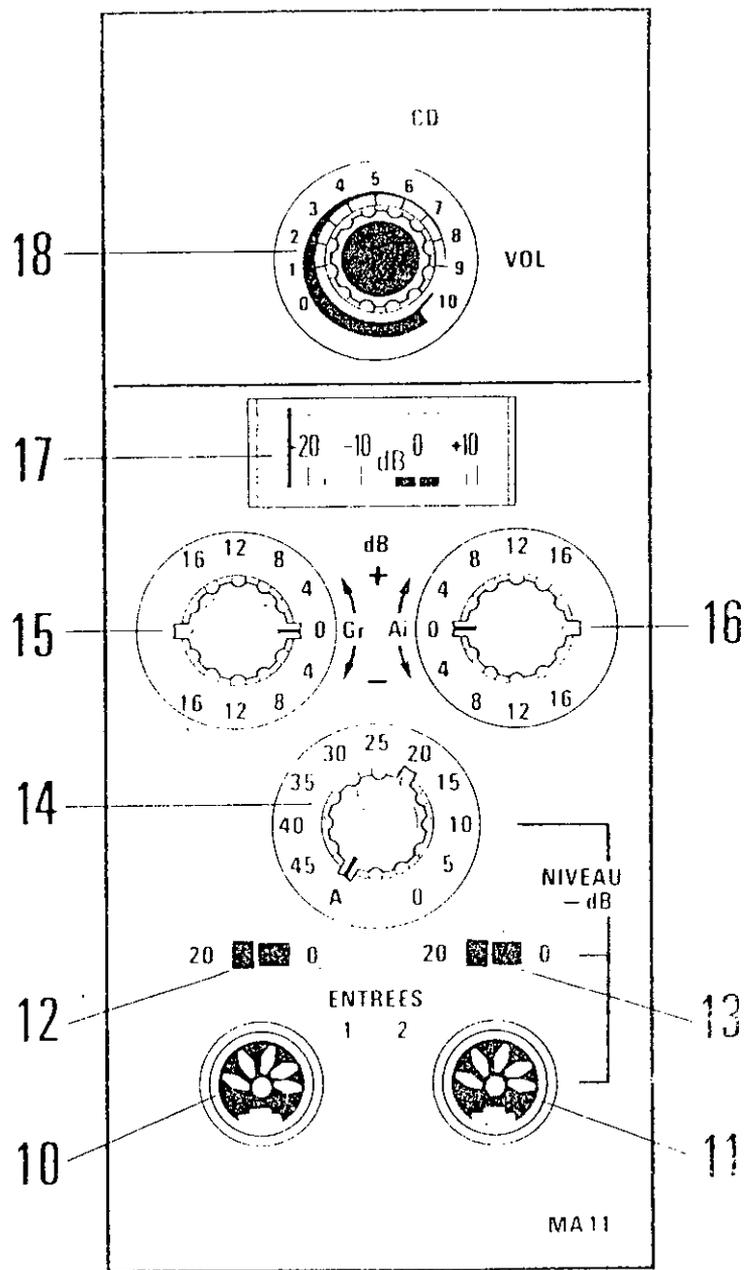
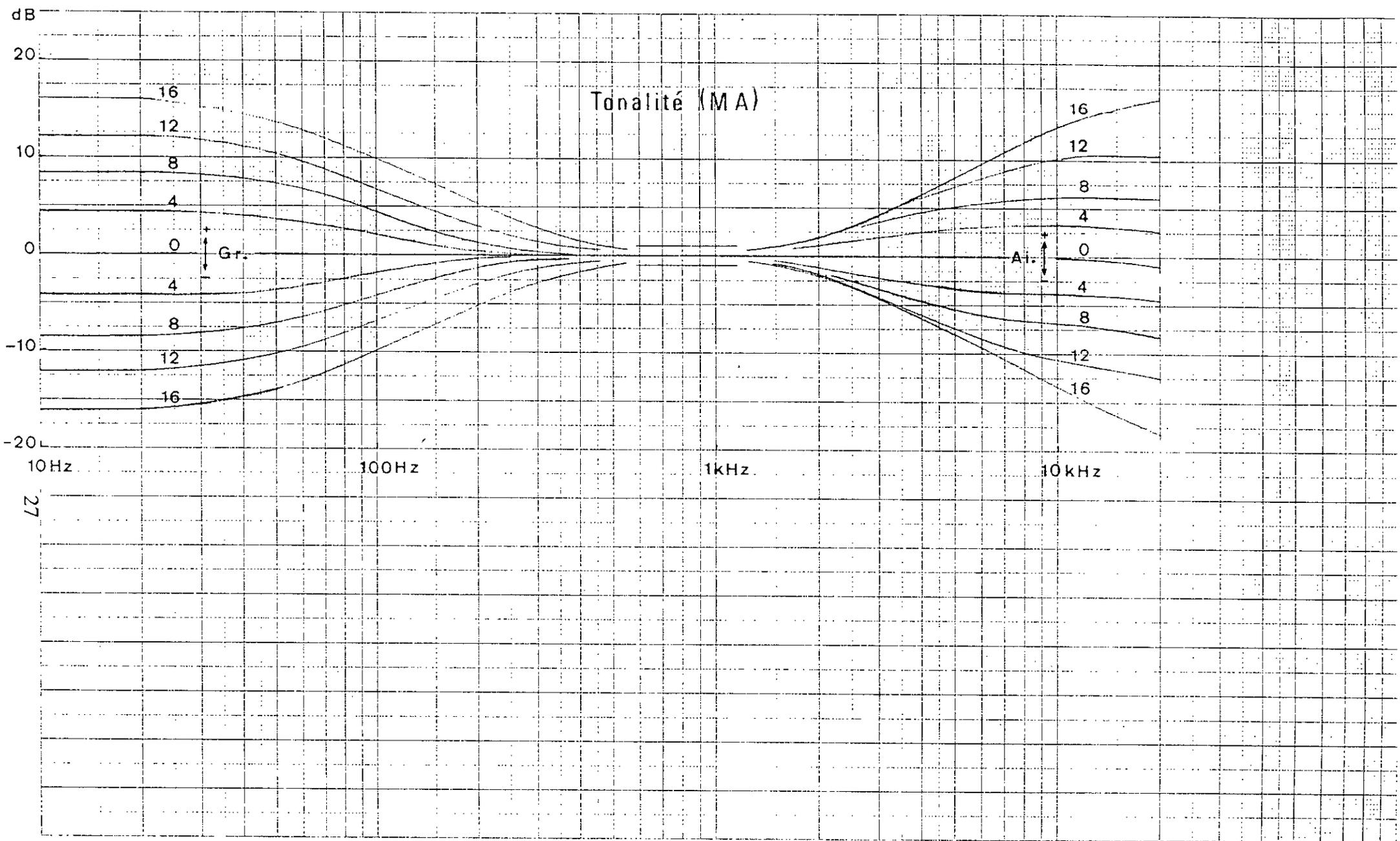


Fig.1  
PRÉAMPLIFICATEUR



#### - Entrées 1 et 2 : (10 et 11 ).

Tout en bas du module, se trouvent deux prises DIN à 5 broches à verrouillage sur lesquels s'effectuent la connexion avec le signal de la source. Les deux entrées sont équivalentes.

#### - Niveau dB ;

Au-dessus de chaque prise d'entrée, se trouve un bouton de commutateur à glissière (12 et 13 ). Les signaux des deux entrées se rejoignent sur le régulateur de niveau (14 ) qui est un atténuateur réglable. Lorsque le bouton de cet atténuateur se trouve sur la position A (Arrêt), le circuit d'entrée est coupé du reste du préamplificateur. Cet atténuateur règle le niveau de deux entrées en même temps.

#### - Réglage de tonalité $\pm$ Gr et Ai (15 et 16 ).

Au-dessus de l'atténuateur de niveau se trouvent deux boutons avec lesquels il est possible de modifier légèrement la courbe de réponse du signal soit dans la plage des fréquences graves (Gr), soit dans celle des aigues (Ai). Ils servent à corriger éventuellement la courbe de réponse pour accentuer davantage ou atténuer progressivement une large bande de fréquences.

Le graphique G1 montre les courbes de réponse relatives aux positions de ces deux réglages.

#### - L'indicateur de niveau (17).

L'instrument de mesure qui se trouve au-dessus des réglages de tonalité est indicateur de niveau de sortie du MA. Il indique la valeur de crête du signal amplifié et sert à positionner correctement le niveau, au moyen des boutons à glissière et de l'atténuateur de niveau, avec un signal donné à l'entrée.

Il est souhaitable de régler le niveau de sortie de sorte que l'aiguille de l'instrument indique des valeurs entre -10 et + 5 dB. Avec un niveau trop faible, on risque de ne pas obtenir une puissance suffisante à la sortie de l'appareil, tandis qu'avec un niveau trop fort, le risque de distorsion du signal apparaît à cause de la saturation.

#### - Volume CD (Canal Direct) (18).

Tout en haut du module se situe le régulateur de volume du canal direct. Les modules du type MA 11 possèdent pour le réglage de volume un potentiomètre logarithmique. Par contre, les modèles du type MA 10, ce régulateur est doublé :

- un atténuateur sur commutateur avec en plus une position A (Arrêt),
- un potentiomètre pour réglage continu de volume de 0 à 10 dB.

Ces deux régulateurs sont en série et leurs valeurs d'atténuation indiquées de dB s'additionnent. Cela est valable pour tous les modèles du type 10.

### 4.4- FILTRE PASSE-BAS LP

#### 4.4.1- GENERALITES

Un filtre est caractérisé par :

- **son genre** : passe-haut, basse-bas, passe-bande, coupe-bande,

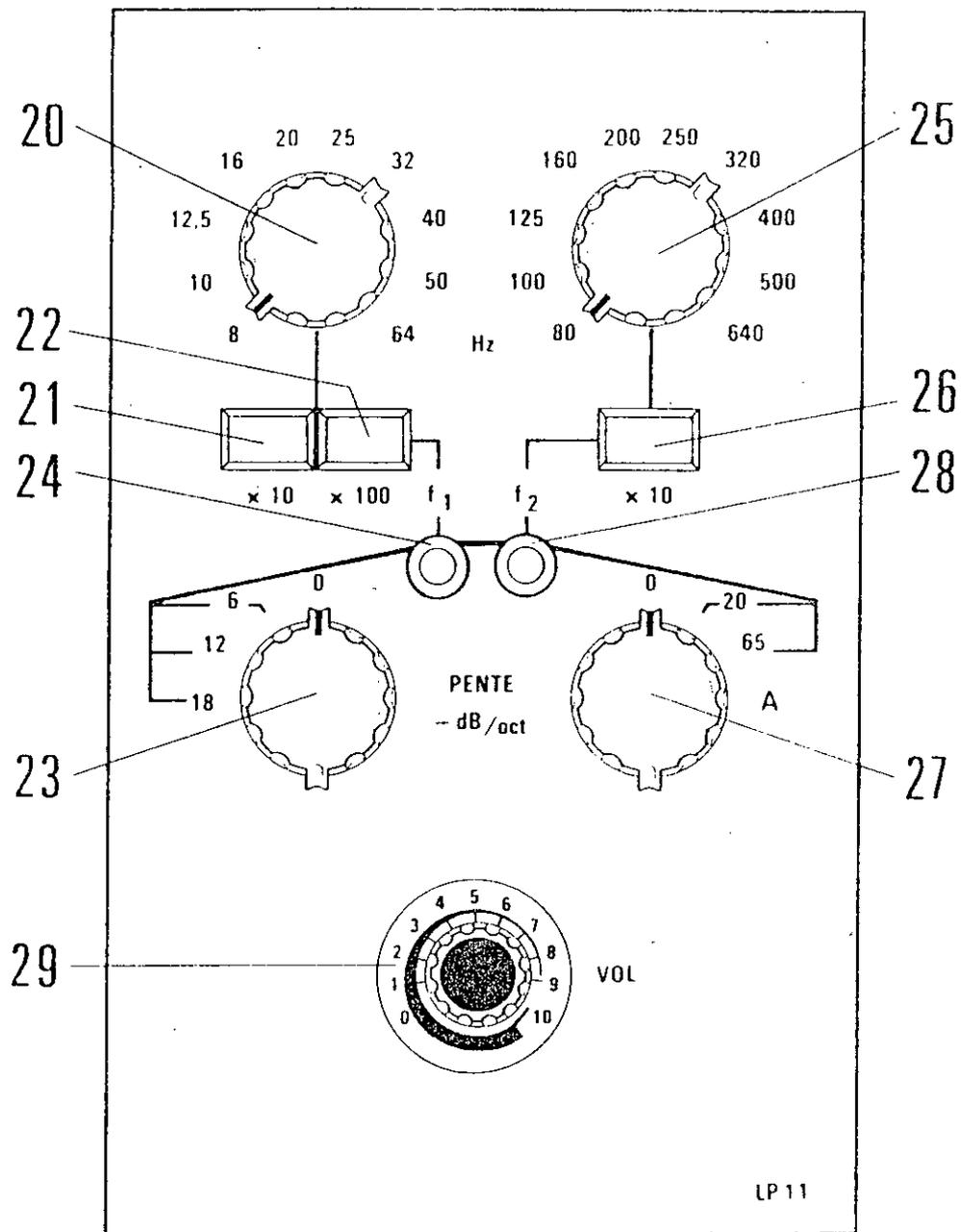


Fig. 2  
FILTRE PASSE-BAS

- **son atténuation :**
  - ondulation en bande passante,
  - atténuation en bande coupée,
- **sa fréquence de coupure,**
- **sa pente,**
- **son changement de phase (déphasage).**

Le filtre passe-bas constitue un canal indépendant qui modifie le signal transmis. Il s'appelle passe-bas, même si un filtre passe-haut y est incorporé en série, parce que les pentes d'atténuation les plus raides sont celles du filtre passe-bas. Les deux filtres sont indépendants, mais, on peut les utiliser ensemble et on obtient un filtre passe-bande assymétrique parce que les pentes d'atténuation ne sont pas les mêmes pour la partie passe-bas et passe-haut.

#### 4.4.2- DESCRIPTION FACE AVANT ;

D'une façon générale, tous les modules des différents filtres et celui-ci aussi, ont leurs boutons de commande répartis horizontalement en trois niveaux (fig(2)):

- Le niveau supérieur comporte les commandes permettant de choisir la fréquence de coupure.
- Le niveau médian comprend les commandes permettant de choisir la pente d'atténuation.
- Au niveau inférieur, se situent les commandes de réglage de volume de sortie du filtre.

Verticalement, on peut partager le module LP en deux filtres : passe-haut à gauche et passe-bas à droite, plus le volume LP.

- Fréquence de coupure  $f_i$  du filtre passe-haut (20).

Grâce au bouton de ce commutateur à 10 position et aux deux touches carrées : X10 (21 ) et X100 (22 ) situées juste au-dessous.

Il suffit d'enfoncer la touche X10 ou W X100 et la fréquence de coupure est 10 ou 100 fois plus grande que celle indiquée par la position du bouton (20 ).

- Pente Gauche (23).

La position du bouton Pente Gauche conditionne la pente d'atténuation à gauche. Quand ce bouton se trouve sur la position 0 dB/oct, il n'y a pas atténuation à gauche, le filtre est hors circuit et l'amplification est linéaire jusqu'aux fréquences de transmission les plus basses.

Le voyant (24 ) de ce filtre s'allume si ces deux conditions sont remplies :

- Le bouton (23 ) de la pente gauche se trouve sur une position autre que 0 dB/oct.
- Le bouton de la pente droite se trouve sur une position autre que A.

Dans le cas contraire, ce voyant est éteint.

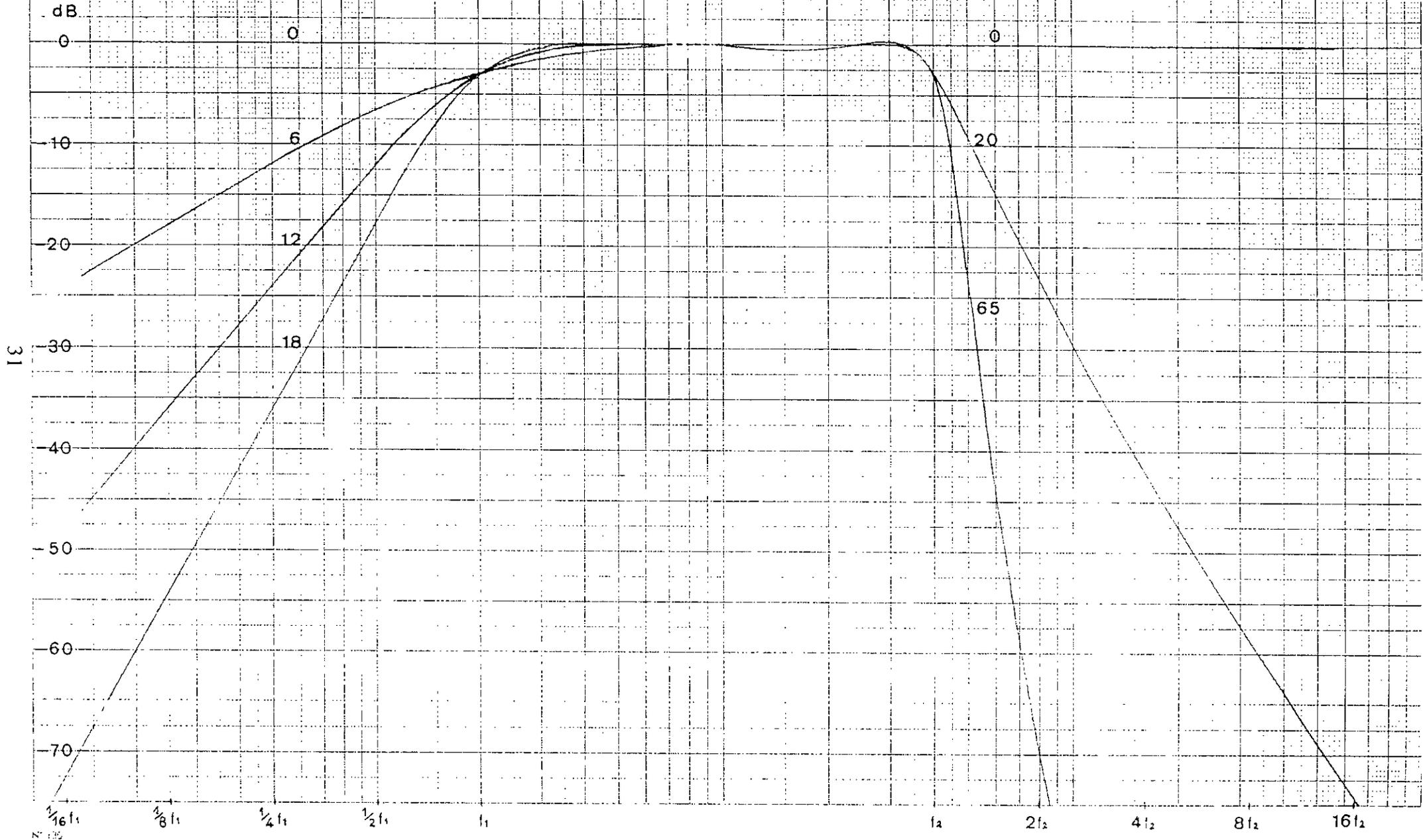
- Fréquence de coupure  $f_2$  droite du filtre passe-bas (25 )

Ici, il y a un commutateur à 10 positions (25 ) est une seule touche carrée X10 (26 ) située juste au-dessous.

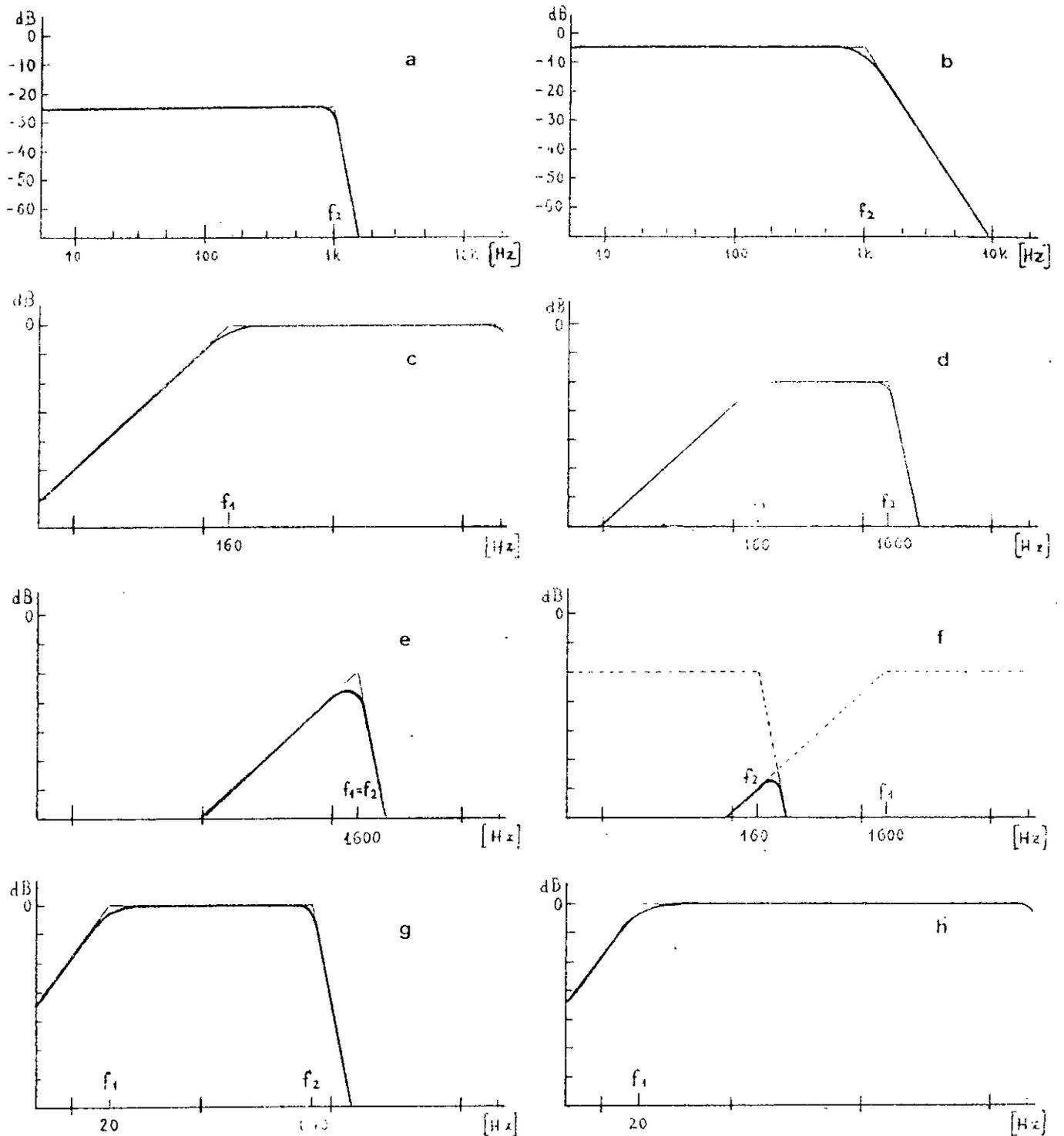
- Pente droite (27 ).

Quand le bouton (27 ) de la pente droite se trouve sur la position A (Arrêt), le module entier est hors circuit, aucun voyant n'est allumé. Si ce bouton est placé sur la position 0 dB/oct, le filtre passe-bas est débranché et pas d'atténuation du côté droit. Le voyant (28 ) de

# Filtre Passe Bas



31



Exemp. Commande	a	b	c	d	e	f	g	h	
Bouton 20	20	20	16	16	16	16	20	20	Légende : D = dehors E = enfoncé * = allumé - = éteint
Touche 21	D	D	E	E	D	D	D	D	
Fouche 22	E	D	D	D	E	E	D	D	
Bouton 23	0	0	12	12	12	12	18	18	
Voyant 24	-	-	*	*	*	*	*	*	
Bouton 25	100	100	100	160	160	160	640	640	
Touche 26	E	E	E	E	E	D	D	D	
Bouton 27	65	20	0	65	65	65	65	0	
Voyant 28	*	*	-	*	*	*	*	-	
Att. 29	20	0	0	20	20	20	0	0	
Pot	5	5	0	0	0	0	0	0	

la fréquence  $f_2$  s'allume indiquant que le module est en fonctionnement dans le canal de l'appareil.

#### - Volume LP (29 )

C'est en effet ce régulateur qui détermine si le signal fourni par le MA est transmis par le canal du LP avec une plus faible ou plus forte atténuation.

Pour des raisons pratiques d'utilisation, il est possible de couper le signal transmis par le canal LP de deux façons, qui sont équivalentes. soit :

- Placer le bouton pente droite (27 ) sur la position A (les voyants sont éteints) soit.

- Placer l'atténuateur de volume (29 ) sur la position A pour le LP 10 ou 0 dB pour le LP 11.

### **4.4.3- EXEMPLES**

Il est possible de tracer les courbes de réponse du module LP correspondantes aux positions des boutons de commandes (G2). Voici quelques exemples représentés dans le fig C1.

## **4.5- FILTRE PASSE-HAUT HP**

### **4.5.1-GENERALITES**

Le filtre passe-haut HP (fig 4) est un module qui fait partie de l'appareil SUVAG IIM. Il est branché entre le préamplificateur MA et l'amplificateur de sortie A par l'intermédiaire d'un filtre passe-bande BP. Il s'appelle passe-haut, même si un filtre passe-bas y est incorporé parce que ses pentes sont les plus raides.

### **4.5.2- DESCRIPTION FACE-AVANT**

Horizontalement et verticalement, ce module est reparti en 3 niveaux identiques à ceux du filtre passe-bas.

#### - Fréquence de coupure $f_i$ gauche du filtre passe-haut (41 )

C'est un commutateur (41 ) à 7 positions.

#### - Pente gauche (42 )

Il branche ou débranche du circuit le module entier et ensuite, il détermine la pente gauche du filtre passe-haut.

Quand ce bouton se trouve sur la position A (Arrêt), le module entier est hors circuit, aucun voyant n'est allumé.

#### - Fréquence de coupure $f_2$ droite du filtre passe-bas (44 )

C'est un commutateur (44 ) à 7 positions).

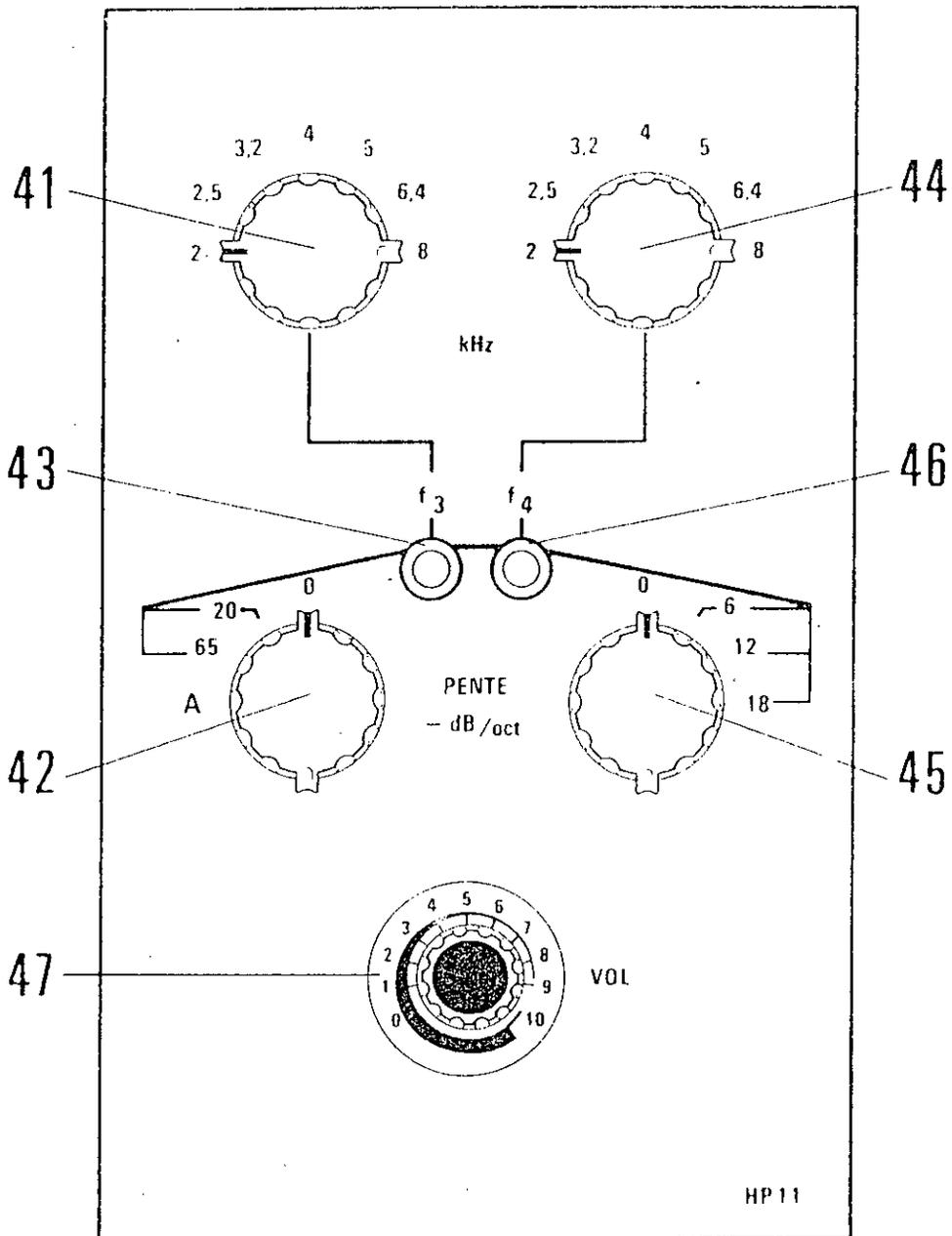
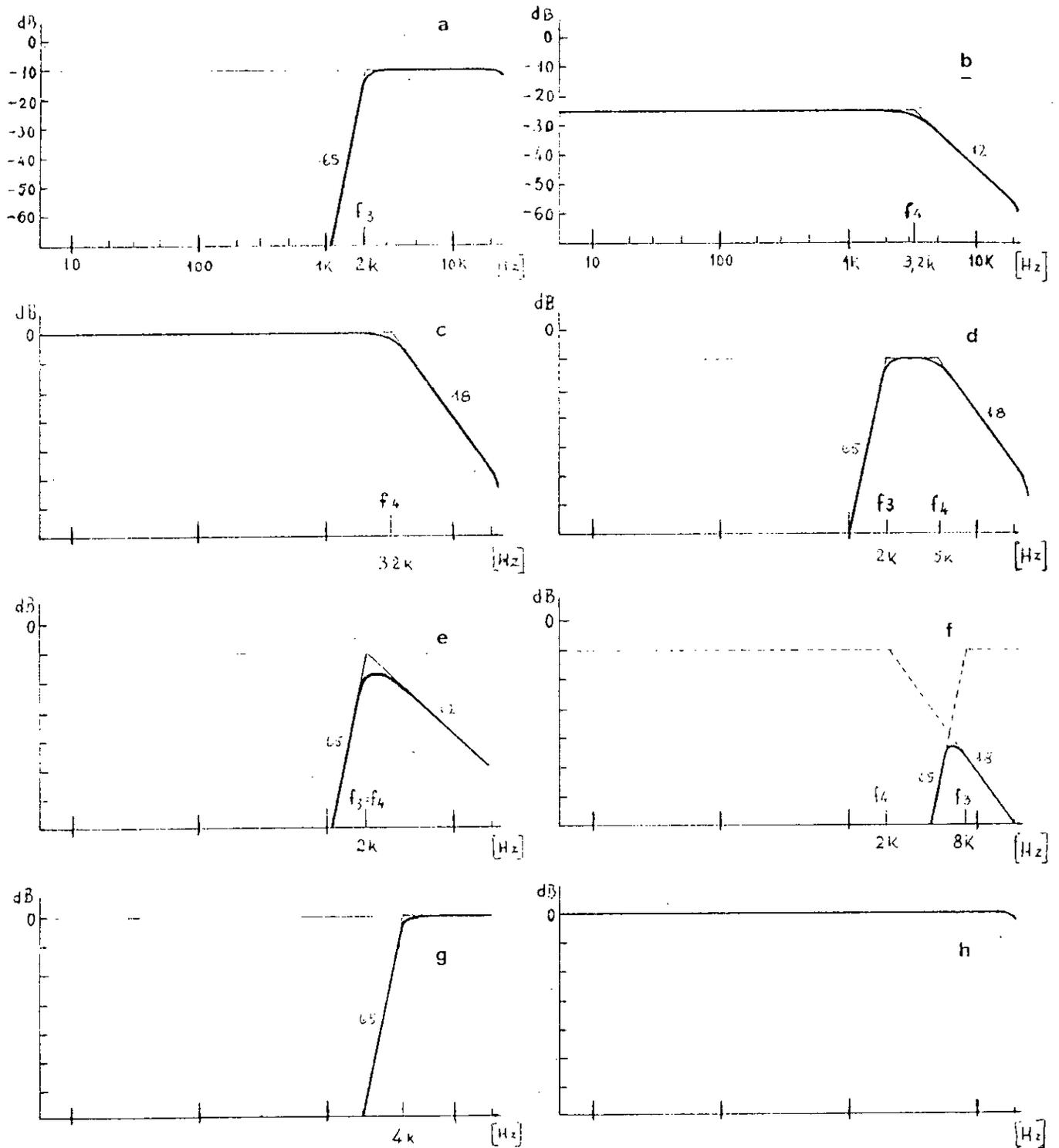
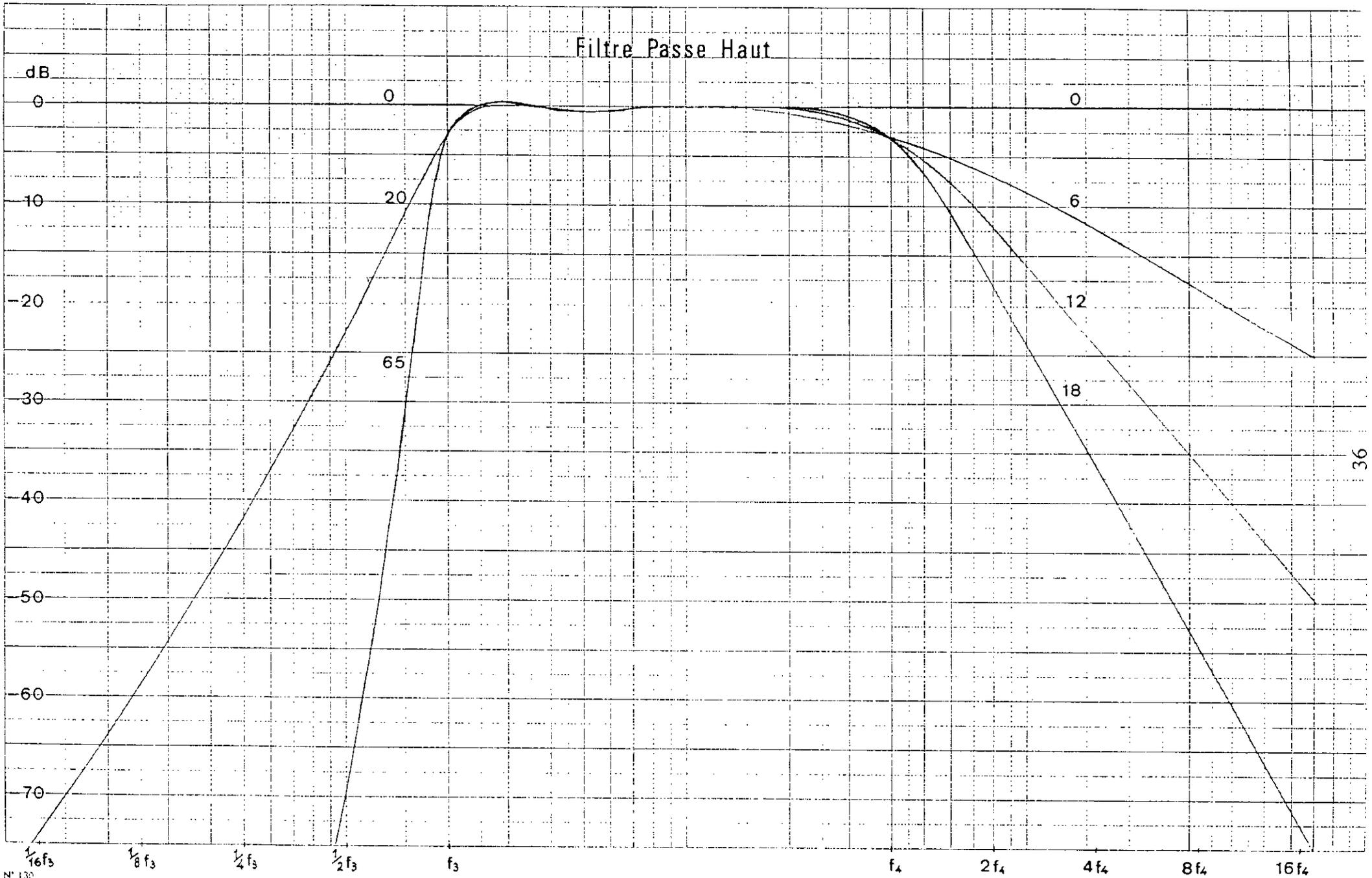


Fig. 4  
FILTRE PASSE-HAUT



Exemples Commandes	a	b	c	d	e	f	g	h	
Bouton 41	2	2	2	2	2	8	4	4	Légendes : * Allumé - Eteint
Bouton 42	65	0	0	65	65	65	65	0	
Voyant 43	*			*	*	*	*	*	
Bouton 44	3,2	3,2	3,2	5	2	2	2	2	
Bouton 45	0	12	18	18	12	18	0	0	
Voyant 46	-	*	*	*	*	*	-	-	
Attén. } 47	10	20	0	10	10	10	0	0	
Pot. }	0	5	0	0	0	0	0	0	
				35					

# Filtre Passe Haut



- Pente droite (45 ).

Dès que le bouton de la pente droite (45 ) est déplacé de la position odB/oct, le voyant (46)

de la fréquence  $f_a$  s'allume à condition que le bouton (42) soit déplacé de la position A.

Volume HP (47 ).

Ce bouton détermine l'atténuation du signal transmis par le canal du HP.

#### 4.5.3 EXEMPLES

On a quelques exemples des courbes de réponse sur les fig C2 et G3.

### 4.6- FILTRE PASSE-BANDE BP

#### 4.6.1- GENERALITES

Dans l'appareil SUVAG II M, il y a même deux filtres BP (fig3) qui sont identiques, l'un est branché avec le filtre LP et l'autre avec le filtre HP. Le rôle du filtre BP est double :

- Quand il est commuté en mode SER, il est branché en série et il permet d'accentuer une bande de fréquences du filtre avec lequel il est lié.

- Quand il est commuté en mode PAR, il est branché en parallèle et il fonctionne comme un canal indépendant.

#### 4.6.2- DESCRIPTION FACE-AVANT :

De haut en bas, on trouve :

- Fréquence centrale  $f_c$

Le commutateur (30 ) avec la touche X10 (31) permettent de choisir la fréquence centrale  $f_c$

- Fonction SER - PAR et Pentes (32 ).

Le bouton de fonction (32 ) permet de choisir la fonction du filtre (série ou parallèle) et les pentes d'atténuation. Si le bouton de fonction se trouve sur la position D, le filtre passe-bande se trouve hors circuit, c'est une liaison directe. Dès que le bouton sera déplacé de la position D, le filtre devient opérant et le voyant (33 ) s'allume.

- Le régulateur de volume (34 ).

Ce régulateur joue son rôle seulement lorsque le filtre fonctionne en parallèle, donc quand le module BP joue le rôle d'un canal indépendant.

#### 4.6.3- EXEMPLES

La fig C3 présente les courbes obtenues à la sortie du filtre BP, et la fig G4 présente les courbes de réponse pour les modes (SER - PAR).

### 4.7- L'AMPLIFICATEUR DE SORTIE

#### 4.7.1- GENERALITES

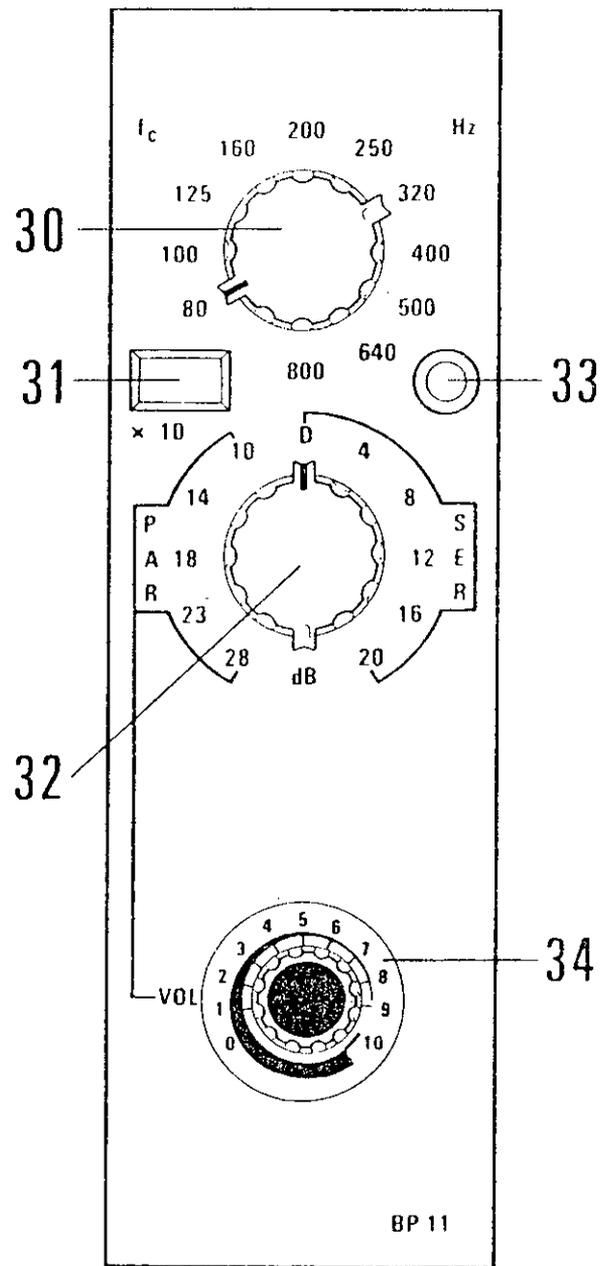
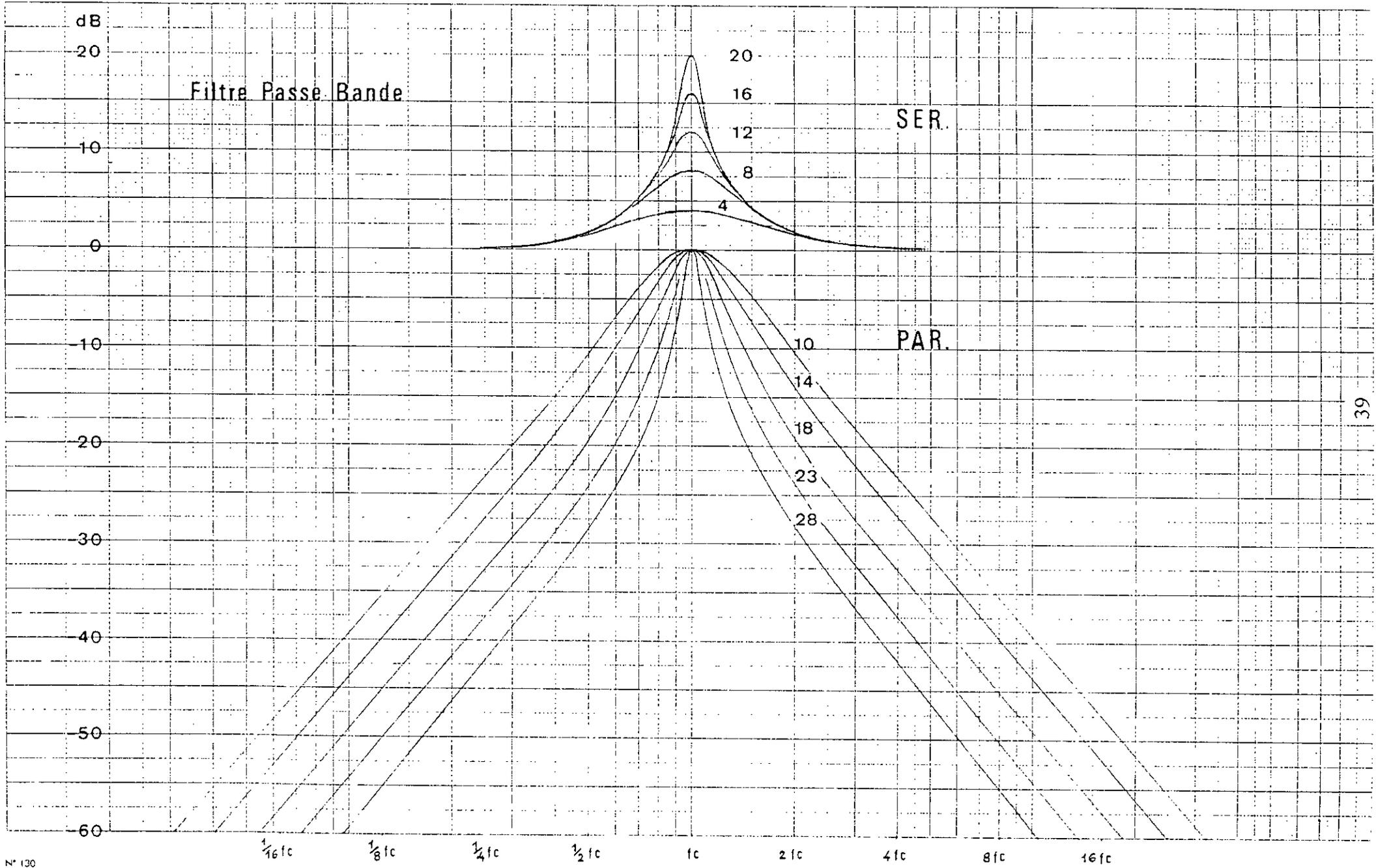


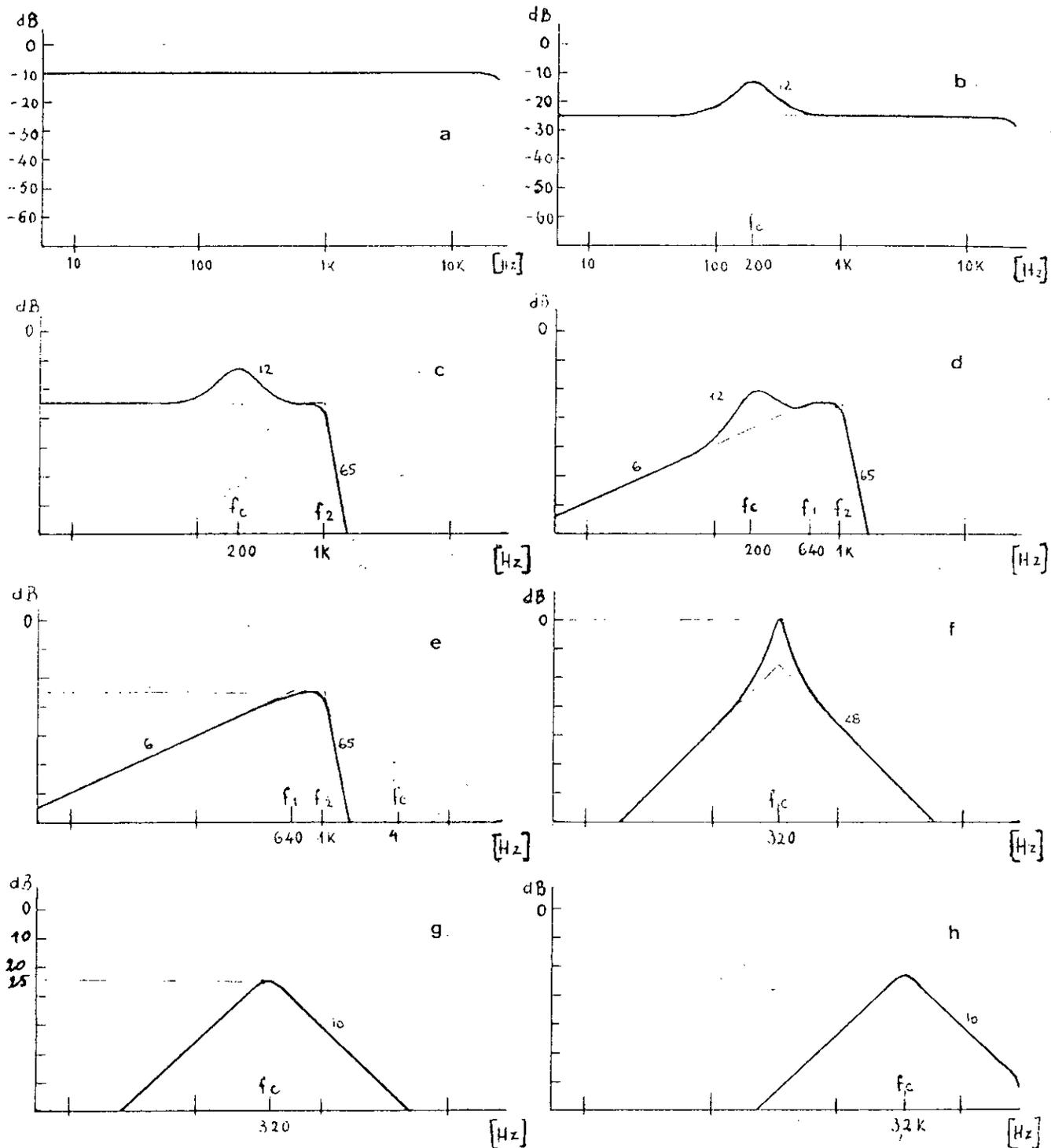
Fig. 3  
 FILTRE PASSE-BANDE

Filtre Passe Bande

SER.

PAR.





Exemples Commandes	a	b	c	d	e	f	g	h
Bouton 30	200	200	200	200	400	320	320	320
Touche 31	D	D	D	D	E	D	D	E
Bouton 32	D SER	12 SER	12 SER	12 SER	12 SER	28 PAR	10 PAR	10 PAR
Voyant 33	-	*	*	*	*	*	*	*
Att } 34	A	A	A	A	A	0	20	20
Pot } 34	0	0	0	0	0	0	5	5
Bouton 20	40	40	40	64	64	40		
Touche 21	E	E	E	E	E			
Bouton 23	0	0	0	6	6			
Voyant 24	-	-	-	*	*			
Bouton 25	100	100	100	100	100			
Touche 26	E	E	E	E	E			
Bouton 27	0	0	65	65	65			
Voyant 28	-	-	*	*	*			
Att } 29	10	20	20	20	20			
Pot } 29	0	5	5	5	5			

Légende : D = Dehors  
E = Enfoncé  
\* = Allumé  
- = Eteint

L'amplificateur de sortie A (fig5) fournit la puissance aux casques et aux vibrateurs ou à tout autre transducteur. Il comporte le transformateur de secteur avec les redresseurs pour alimenter en courant continu tout l'appareil entier.

Les amplificateurs de sortie de type A10 et A11 comportent un amplificateur de 24w dans un module, tandis que ceux du type A20 et A21 (fig7) comportent dans le même module, 2 amplificateurs de sortie indépendants de 12w chacun.

Les transistors de sortie sont protégés par deux protections :

- Protection thermique grâce à un thermocontact sur le radiateur.
- Protection en contre-réaction pour les courts circuits sur la charge.

Une troisième protection, celle de la charge, y est incorporée.

Chaque amplificateur de sortie possède en effet un dispositif électronique qui protège la charge d'une défaillance éventuelle de l'amplificateur. Ce dispositif débranche la charge (vibrateur et casque) de l'amplificateur en cas où une défaillance se produirait.

## 2.7.2- DESCRIPTION

Le module A reçoit la tension secteur par un câble à 3 fils (2 pour le secteur et le troisième pour la liaison du châssis de l'appareil à la terre), tandis que la sortie du signal amplifié destiné à la charge se trouve sur la face avant (prise jack).

**Face avant :**

- Secteur :

L'inscription secteur encadre un contracteur à bascule (50) pour la mise en marche (M) ou pour l'arrêt (A) de l'appareil entier, ainsi qu'un voyant orange (51) qui s'allume quand l'appareil est en marche.

- Indicateur de niveau (52).

C'est l'instrument à aiguille mobile qui se situe au-dessus des commandes SECTEUR.

- Sortie (53).

C'est la prise Jack (6.35 mm), sur laquelle on branche la charge qui doit être supérieure à 4 ohms.

- Régulateur de volume (54).

Ce régulateur détermine la puissance fournie à la sortie de l'amplificateur (G5).

- Prise casque (55).

Les modules du type A10 et A11 possèdent une sortie supplémentaire sur prise Jack (6,35 mm) marquée casque. Cette sortie est prévue pour un casque de 50 ohms.

- Voyant rouge (56).

En fonctionnement normal, ce voyant est éteint, il s'allume en cas de mauvais fonctionnement. Pour les modules du type A20 et A21, il existe deux sorties (prise Jack) :

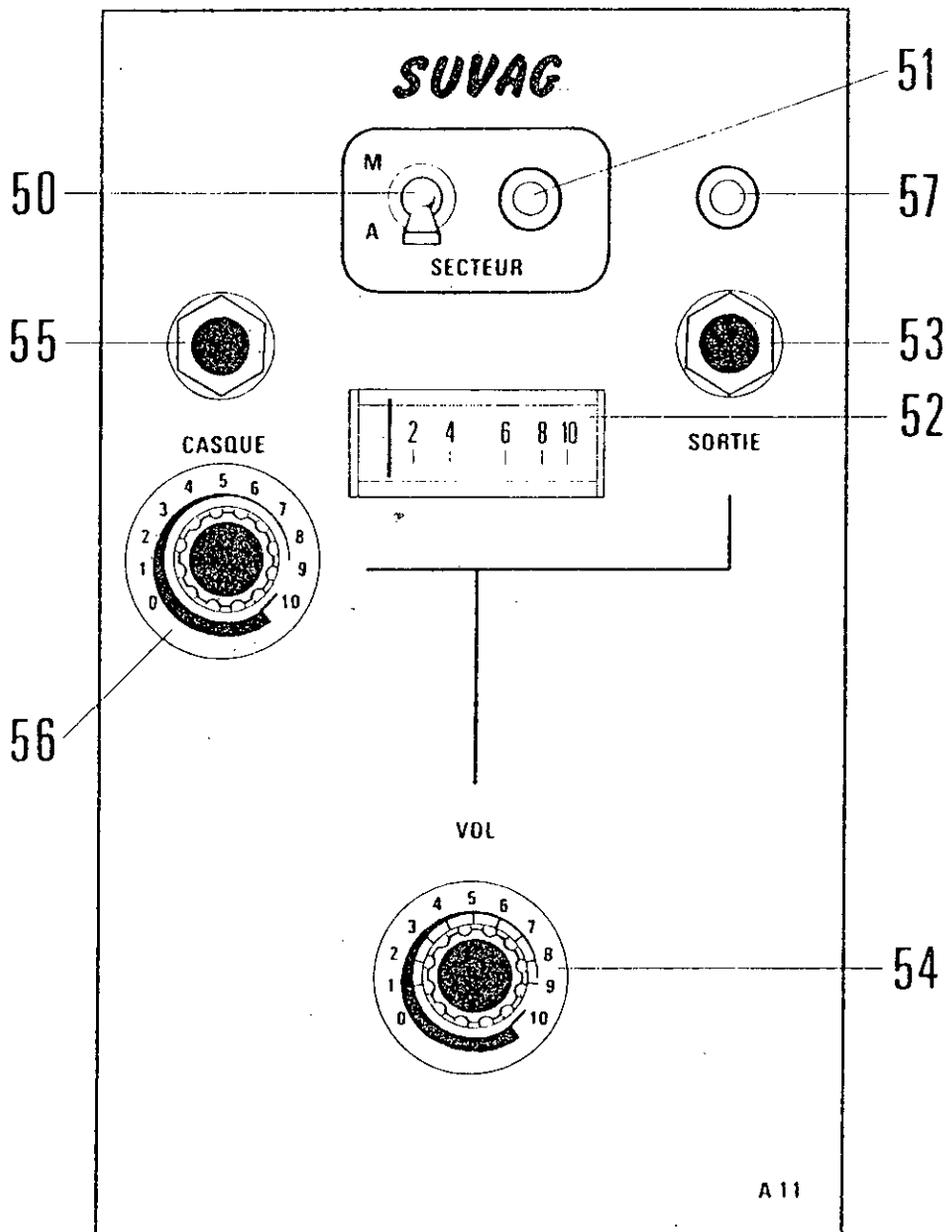


Fig. 5  
AMPLIFICATEUR DE SORTIE A 11

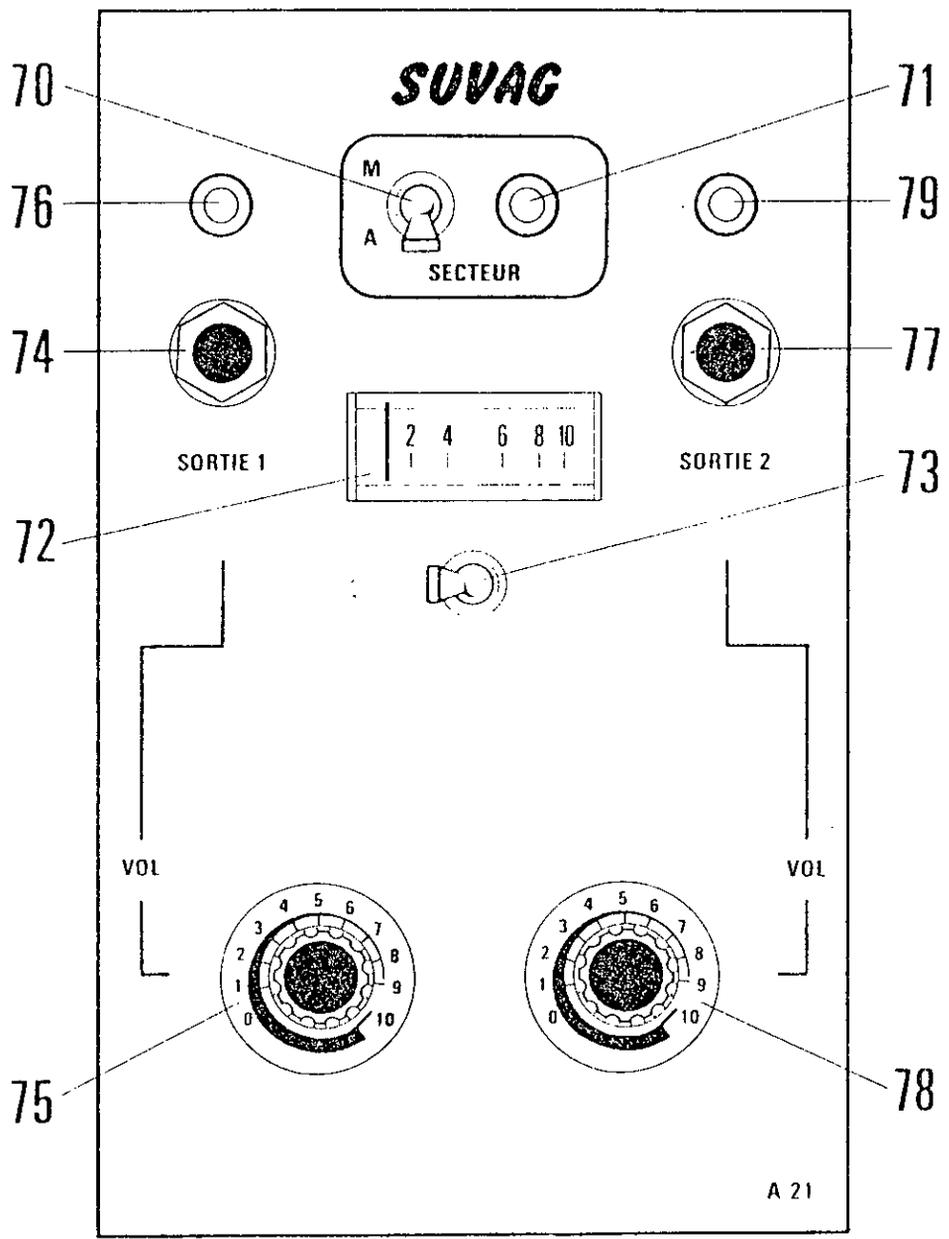
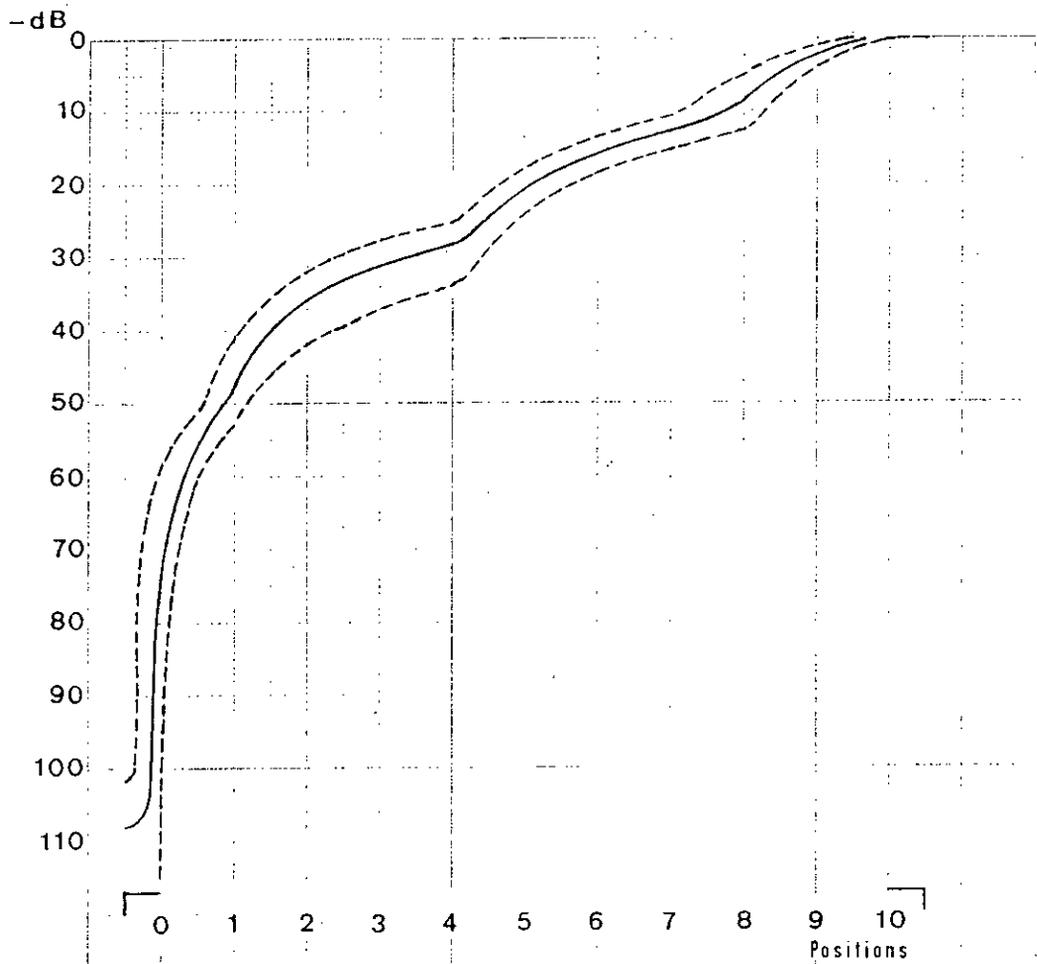


Fig. 7  
 AMPLIFICATEUR DE SORTIE A 21



Atténuation en fonction de la position  
 du potentiomètre de volume.  
 En pointillé limites de tolérance pour  
 les modules du type ...1.

G5

LES PAPIERS CARTON BLANC

Suivant la position de levier de commutateur à bascule (73), celui-ci est branché soit sur la sortie 1 avec son voyant rouge et son régulateur de volume, soit sur la sortie 2 avec le voyant et le régulateur de volume correspondante.

#### **4.7.3 INDICATION DE MAUVAIS FONCTIONNEMENT**

##### **- Voyant orange SECTEUR**

S'il ne s'allume pas lorsque le commutateur est en position (M), il faut vérifier le fusible et les câbles secteur.

Si le voyant clignote, c'est une indication que le thermocontact sur le radiateur des transistors a débranché l'alimentation du secteur. Ce qui correspond à un échauffement successif du radiateur.

##### **- Voyant rouge**

En marche normale, il est éteint. S'il reste allumé, il y a un déséquilibre permanent et donc il faut réparer l'appareil.

#### **4.8-LES SUVAG M**

##### **4.8.1- LE SUVAG I M**

##### **-DESCRIPTION**

L'appareil (fig 8) est composé de 3 modules qui sont montés dans un boîtier en aluminium. Il s'agit des modules suivants :

- le préamplificateur MA,
- filtre passe-bas LP,
- amplificateur de sortie A.

Les connections des alimentations, ainsi que celle du signal sont faites au dos des modules par des câbles sur fiches.

##### **- ACCESSOIRES**

##### **1/ Microphone**

Pour l'appareil SUVAG I M, il faut utiliser un microphone qui, tenu à une faible distance de la bouche, est capable de transmettre les très basses-fréquences de la parole.

Un microphone Electret, spécialement conçu pour l'utilisation avec le SUVAG I M, est d'habitude livré avec l'appareil. Il existe deux types de ces microphones Electret :

- Le micro avec un manche pour être tenu en main, utilisé pour la rééducation individuelle en cabine.

- Le micro à tige qui se monte sur un harnais tenu sur la poitrine, pour le travail collectif (rythme, classe, etc) et qui permet au rééducateur d'avoir les deux mains libres.

L'amplificateur qui se trouve dans la capsule du microphone reçoit la tension d'alimentation par le câble blindé à deux conducteurs directement de l'appareil.

##### **2/ Casque**

Il est possible de brancher n'importe quel type de casque sur l'appareil SUVAG I M, à condition:

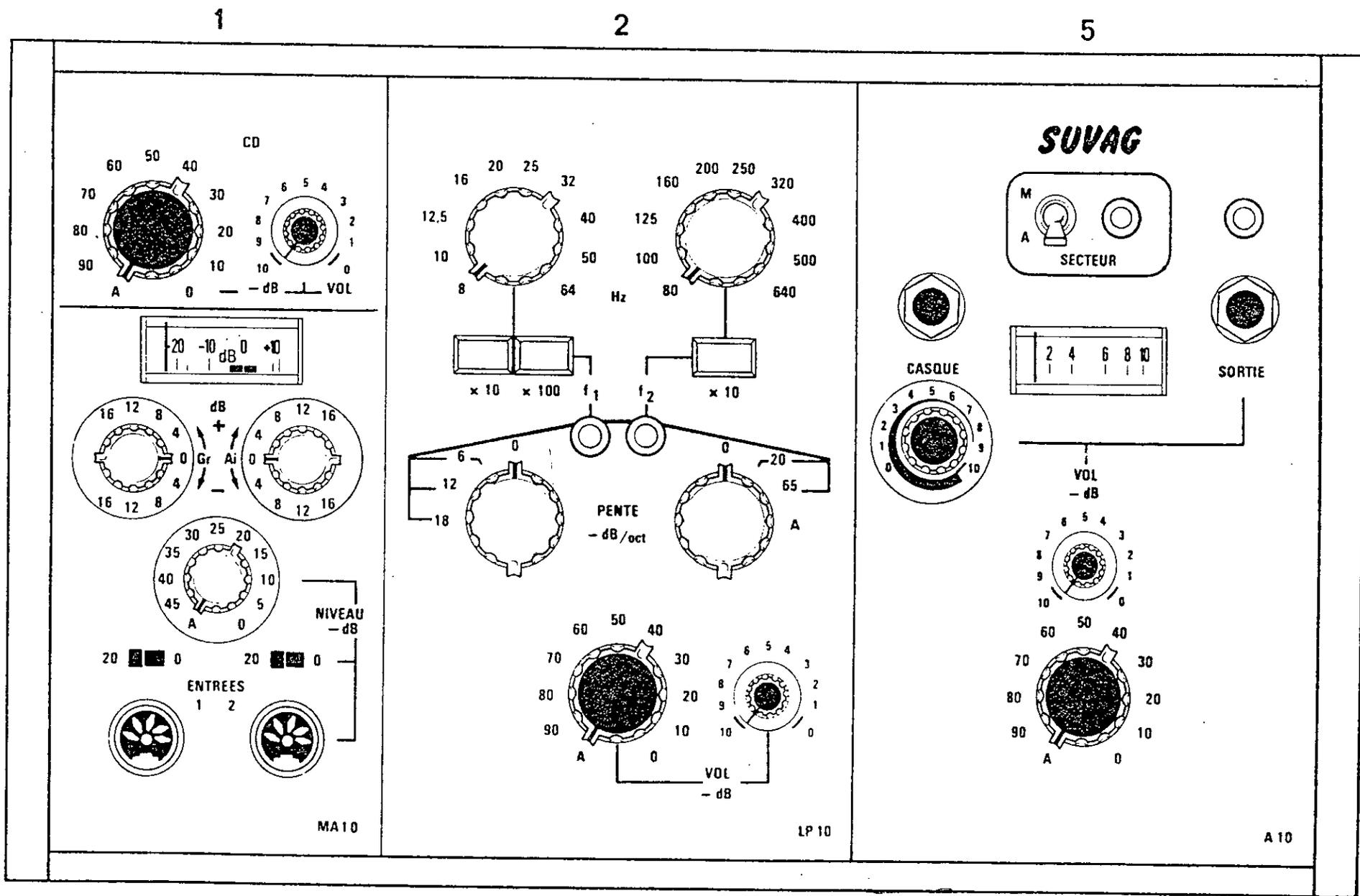


Fig. 8 Suvag I M

- Qu'il transmette bien une large bande de fréquences.
- Qu'il puisse supporter sans détérioration ni distorsion une puissance suffisamment élevée.
- Qu'il soit mécaniquement robuste, pas trop lourd, muni d'un serre-tête maniable.

Les casques KOSS K6 LC sont d'habitude livrés avec l'appareil. Avec les deux écouteurs mis en parallèle, ce casque a une impédance d'environ 50 ohms à 1 KHz, et il est suffisamment robuste pour le travail.

### **3/ Vibreur**

Les mêmes explications données pour le casque sont valables pour les vibreurs. Il est conseillé d'utiliser un vibreur Vibar R50 de 50 ohms qui est très robuste. L'échauffement est préjudiciable pour les vibreurs et cela indique qu'il faut abaisser la puissance fournie car le vibreur risque de griller.

### **4/ Boîte de distribution**

La boîte de distribution est utilisée surtout pour le travail collectif. Cette boîte possède un câble avec fiche jack pour le branchement sur l'appareil et plusieurs prises jack pour brancher les casques et vibreurs. Les liaisons sont faites en parallèle et chaque prise jack possède son régulateur de volume.

## **4.8.2-LE SUVAG II M**

### - DESCRIPTION

L'appareil (fig 9) est composé de 6 modules montés dans un boîtier en aluminium. Ces modules sont :

- le préamplificateur MA,
- le filtre passe-bande BP,
- le filtre passe-bas LP,
- le filtre passe-bande BP,
- le filtre passe-haut HP,
- l'amplificateur de sortie A.

Les deux filtres BP sont identiques. L'amplificateur A effectuera toujours la somme des signaux qui se présentent à son entrée.

### - ACCESSOIRES

#### **1/ Microphone :**

Pour le SUVAG II M, on utilise un microphone dynamique de bonne qualité. Il est actuellement possible de conseiller le : SENNHEISER type MD 21 HL. C'est un microphone omni-directionnel, à pression, avec une sensibilité de 2,5 mV/ $\mu$ bar.

#### **2/ Casque :**

Les mêmes casques KOSS K6 LC sont utilisés et livrés avec l'appareil SUVAG II M.

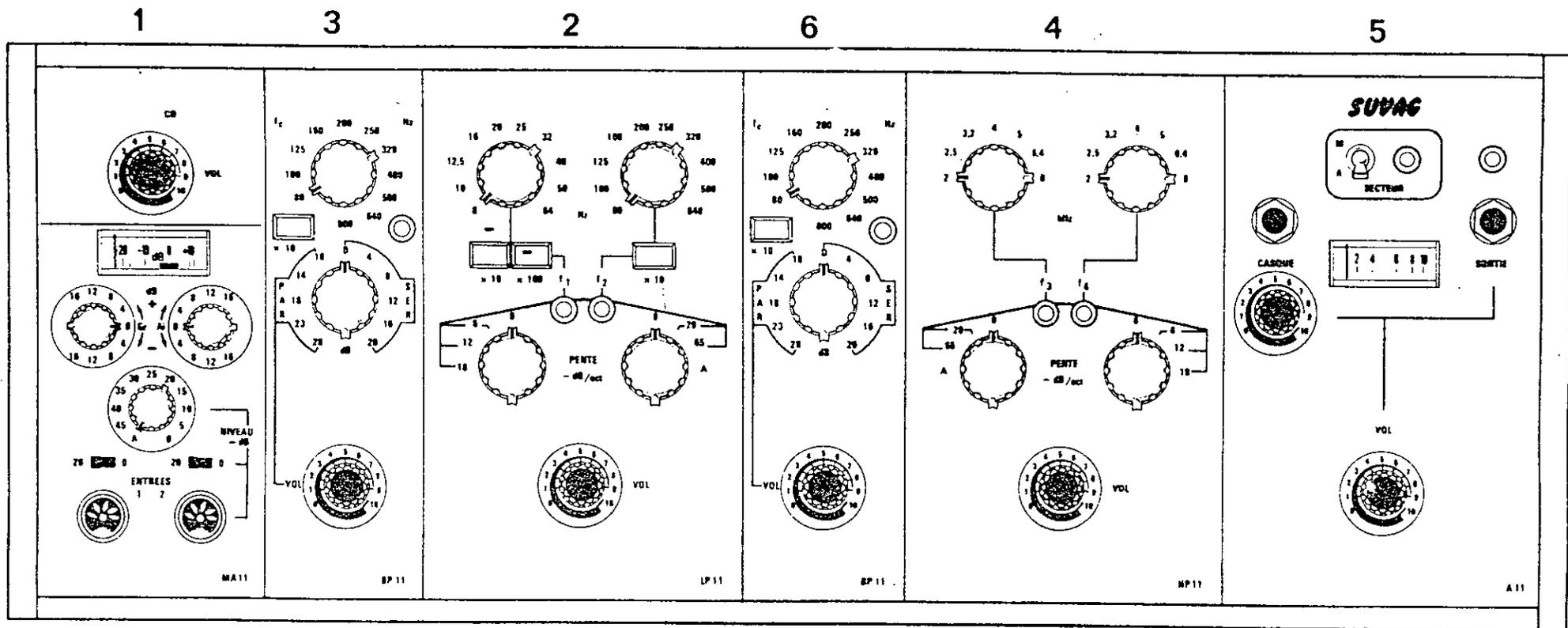


Fig. 9 Suvag II M

### **3/ Vibreur :**

Les mêmes vibreurs Vibar R 50 de 50 ohms sont utilisés avec l'appareil SUVAG II M.

#### **4.8.3- LE MINI-SUVAG**

C'est par l'apparence un appareil de poche, une prothèse auditive traditionnelle. Hors, il diffère des prothèses habituelles par ses caractéristiques électro-acoustiques particulières.

Cet appareil, destiné particulièrement aux sourds profonds et sévères, donne possibilité d'avoir à la fois : un appareil de rééducation complémentaire à domicile ou un appareil personnel et portatif pouvant servir comme : une prothèse de communication.

Grâce à sa conception et à la dynamique d'entrée élevée, qu'on peut parler à proximité du micro sans crainte de provoquer des distorsions.

Pour augmenter la puissance de sortie du mini-Suvag et surtout lorsqu'on a besoin d'utiliser le vibreur de puissance, on fait appel à l'amplificateur de puissance de dimensions réduites, avec alimentation incorporée.

#### **4.9-CONCLUSION**

Nous avons donné une idée plus ou moins claire sur les appareils de rééducation SUVAG M, leurs modules qui les constituent ainsi que les accessoires correspondants.

Nous pouvons donc dire que ces appareils sont facilement réparables grâce à leur construction modulaire d'un côté et aux voyants qui indiquent le mauvais fonctionnement d'un autre côté sans oublier, bien sûr, le système de protection accordé.

Les SUVAG M ont de bonnes précisions et de même pour les accessoires tels que microphone, casque et vibreur.

C'est parce qu'il est réglable en fréquence, en amplitude et en pente et grâce à la haute précision qui le caractérise, que le SUVAG M est bien destiné à la rééducation des malentendants et des sourds profonds ainsi que le travail d'orthophonie.

**Chapitre V**  
**Etude pratique des suvag M**

# ETUDE PRATIQUE DES SUVAG M

## 5.1- INTRODUCTION

Le chapitre précédent était en quelque sorte une étude généralement théorique. Donc, une étude pratique paraît plus impérative pour bien compléter notre travail.

Au début, nous allons éclaircir des points concernant tout ce qui a rapport avec le branchement, le réglage et la vérification pour raisons de maintenance et de protection de l'appareil. Ensuite, nous attaquerons l'étude pratique comportant la méthode de travail, le réglage nécessaire et les problèmes existants qui se posent au niveau de notre appareil.

Enfin, nous donnerons quelques exemples fondamentaux des courbes qu'on peut synthétiser de l'appareil SUVAG M pour que nous puissions répondre sur plusieurs questions pertinentes.

## 5.2- BRANCHEMENT ET VERIFICATION

### 5.2.1- Branchement des SUVAG M

Les opérations préliminaires à l'installation de l'appareil s'effectuent comme suit :

- Vérifier que le sélecteur de tension au dos du module A indique la tension du secteur sur lequel l'appareil sera branché.
- Si la prise secteur ne comporte pas la connexion "terre", faire installer un fil de terre et le brancher sur le douille noire, au dos en bas du module A.
- Placer l'appareil sur la table de travail sur laquelle il doit rester en permanence, de telle façon que les commandes de la face avant soient accessibles. Ne pas charger l'appareil avec d'autres objets
- Introduire la fiche du microphone ou de toute autre source de signal sur une des entrées de l'appareil, et la verrouiller. Brancher la charge (casque ou autre) sur la prise à la sortie de l'appareil.

### 5.2.2- Procédures de la mise en marche

Les opérations précédentes ayant été réalisées une fois pour toutes, il faudra procéder de la façon suivante au moment de la mise en marche effective de l'appareil:

- Placer tous les boutons des régulateurs de volume sur leurs positions minimales, (complètement à gauche, en sens contraire du mouvement des aiguilles d'une montre), c'est-à-dire ceux de tous les modules.

Il est vivement conseillé de prendre l'habitude de mettre toujours tous les régulateurs de volume au minimum, avant de mettre l'appareil en marche. Ceci afin d'éviter tout choc au casque.

- Placer les boutons à glissière situés au-dessous des entrées, à (-20)dB.
- Placer le bouton (14) du réglage de niveau du MA sur 45 dB.
- Placer les deux boutons de tonalité Gr et Ai sur 0dB.
- Mettre en marche l'appareil en déplaçant le contacteur SECTEUR du module A sur la lettre M. Le voyant orange s'allume.
- En parlant dans le microphone d'une façon normale et à une distance normale (environ 10 cm), tourner vers la droite le bouton NIVEAU en observant l'indicateur de niveau du MA jusqu'au moment où l'aiguille de cet indicateur ne se déplace qu'entre -10 et + 5 dB. Si le niveau est trop faible, placer le bouton à glissière de l'entrée utilisée sur 0 dB et régler le niveau.

- Le bouton à glissière de l'entrée non utilisée reste sur la position (-20) dB.

Quand le signal du microphone à voie et distance normales est réglé à sa valeur nominale, il n'est plus nécessaire ultérieurement de procéder à ces réglages. Pourtant, si une autre personne ayant une voie plus forte ou plus faible doit utiliser le microphone, il est souhaitable de réajuster le niveau à la valeur nominale.

### 5.2.3- Vérification

On peut procéder à la vérification des différents canaux et à la bonne marche de l'appareil. IL est souhaitable de faire au début de la séance de rééducation, pour éviter toute surprise, et surtout de travailler avec un appareil qui ne fonctionnerait pas correctement. Pour ce faire, le rééducateur doit écouter au casque en parlant dans le microphone.

Cette vérification s'effectue comme suit :

- Placer le régulateur de volume de l'amplificateur de sortie A sur un volume : par exemple à -10 ou -20 dB (pour A10) ou sur des chiffres entre 5 et 7 (pour A11). Ce choix donne toujours la possibilité d'augmenter ou de diminuer ultérieurement et si besoin est, le volume ou la puissance.

- Les régulateurs de volume de tous les canaux étant réglés au minimum, vérifier chaque canal en tournant son régulateur vers la droite jusqu'à un niveau d'écoute convenable au casque. Après la vérification, remettre chaque régulateur à son minimum.

Pour vérifier le canal BP du SUVAG II M, placer son commutateur de fonction sur PAR.

Lorsqu'on vérifie le fonctionnement des filtres LP et HP, il est tout à fait normal que le volume soit augmenté. Plus on atténue la zone des fréquences conversationnelles, c'est-à-dire celles aux alentours de 1 KHz, plus on doit augmenter le volume.

### 5.2.4- Recherche du champ optimal

Pour la recherche du champ optimal d'un cas particulier, il faut procéder de la même façon que celle utilisée pour la vérification. En générale, il est souhaitable :

- D'avoir le régulateur de volume de l'amplificateur de sortie à un volume peu élevé et ne le placer au maximum que si nécessaire;

- D'augmenter progressivement les volumes des canaux.

- De ne jamais oublier que dans les filtres LP et HP, quand les commandes des pentes se trouvent sur les positions 0 et 0 dB/octave, ceci signifie qu'aucune pente n'est utilisée et que le filtre se comporte comme un canal direct, et non pas comme on pourrait le penser, comme un canal exclu du circuit. Un voyant est toujours allumé.

Dans ce cas, seule la position de son régulateur de volume introduit une atténuation plus ou moins importante dans le circuit et seulement quand le régulateur se trouve au minimum, complètement à gauche, le canal est inopérant.

Sur ces mêmes filtres, il faut donc toujours, afin d'éviter un volume trop fort au casque, baisser le volume lorsqu'on passe d'une pente de 20 dB/octave à 0 dB/oct.

- Pour savoir quels sont les canaux qui fournissent le signal, tout d'abord regarder les voyants qui sont allumés, la position des régulateurs de volume de chaque canal et ensuite les fréquences de coupure de chaque filtre.

## 5.3- ETUDE PRATIQUE DES SUVAG M

### 5.3.1- Réglage et méthode de travail

Lorsqu'on a compris le fonctionnement de chaque module séparément, et lorsqu'on se réfère aux courbes de réponse relatives à chacun d'eux (fig G2 - G3 - G4), il est aisé de tracer les courbes de fréquences composites de l'appareil SUVAG IM ou SUVAG IIM tout entier.

Les quelques exemples indiqués donnent la voie à suivre pour tracer la courbe de fréquence composite en fonction de la position des commandes des différents modules.

L'inverse est également valable, c'est-à-dire que l'on peut déterminer la position des commandes en fonction d'une courbe à obtenir.

Il ne faut pas oublier qu'à l'entrée de l'amplificateur de sortie, les signaux provenant des différents canaux s'additionnent. Il est possible de transposer cette addition sur un papier semi-logarithmique où l'ordonnée représente le volume en dB et l'abscisse les fréquences, simplement en superposant les courbes de chaque canal, tenant compte du volume relatif de chacun.

A noter que l'échelle de dB dans les graphiques représentant les courbes de chaque module, est plus étalée (pour obtenir plus de précision) et elles diffèrent de celles des exemples (pour faciliter la lecture).

La position du volume maximale sera représentée par 0 dB et tout volume inférieur à celui-ci (c'est-à-dire atténuation) se trouvera au-dessous de cette ligne horizontale représentant 0 dB. Pour faciliter et simplifier au début le dessin, on peut tracer les pentes d'atténuation avec une ligne droite partant de la fréquence de coupure, pour ensuite arrondir les angles (en effet, à la fréquence de coupure, le niveau se trouve à -3 dB).

Superposant ainsi les courbes des canaux parallèles utilisés, ainsi que ceux en série, on obtient une courbe théorique et idéale de l'appareil. Cette courbe théorique est tracée dans les dessins des exemples avec un trait gras.

Elle est théorique parce qu'on n'a pas pris en considération la différence de phase qui peut exister entre les signaux provenant des différents canaux parallèles.

Prenons en considération l'effet de la différence de phase, la courbe réelle, dans certains endroits, diffère plus ou moins de la courbe théorique. Dans les graphiques des exemples, là où elle diffère de la courbe théorique, elle est représentée par une ligne grasse découpée.

### 5.3.2- Problème réel

En réalité, n'importe quel filtre électronique provoque, avec un changement d'amplitude, un changement de phase du signal qui est fonction de la fréquence.

C'est intrinsèque à tout filtre électronique et c'est grâce à cette modification de phase que le filtre fonctionne en tant que filtre.

Si les deux signaux provenant des deux canaux parallèles ont, à une fréquence déterminée, le même niveau, la courbe résultante sera de 6 dB plus élevée (le signal est deux fois plus fort à cause de l'addition). Si par contre il y a entre ces deux signaux de même niveau, une différence de phase, on notera, en fonction de cette différence, un creux plus ou moins prononcé dans la courbe résultante réelle, ce qui correspond à une annulation partielle, un affaiblissement du signal.

Ce creux peut atteindre plusieurs dizaines de dB. Même si les niveaux des deux canaux diffèrent de 10 dB, on peut noter leur addition (de + 2 dB s'ils sont en phase) et surtout leur soustraction (de plusieurs dB s'ils sont en opposition de phase). Le même raisonnement est valable pour trois signaux provenant de trois canaux parallèles.

### 5.3.3-EXEMPLES SUR LE SUVAG I M

Les graphiques G8 et 9 donnent deux exemples des courbes obtenues avec le SUVAG IM parmi d'autres innombrables qui peuvent être synthétisées avec cet appareil.

1- Le canal LP est utilisé avec  $f_1 = 200$  Hz, 6 dB/oct en plus avec  $f_2 = 1000$  Hz, 65 dB/oct et volume 0 dB. Le volume de l'amplificateur A est de -10 dB.

La courbe de 65 dB/oct est tracée jusqu'au niveau du souffle (-80 dB) même si elle le dépasse. On obtient la même courbe si le volume A est placé à 0 dB et le volume du LP à -10 dB (graphique G6), (G7).

2- Sur le canal LP la pente du  $f_1 = 200$  Hz est modifiée à 12 dB/oct ;  $f_2 = 1000$  Hz avec 65 dB/oct et le volume 0 dB sont inchangés et identiques à l'exemple 1). On ajoute en plus le CD à un volume -30 dB (graphique G9).

3- L'exemple 1 et 2 correspondent à un réglage de tonalité de  $G_r = 0$  dB,  $A_i = 0$  dB, donc à une courbe horizontale et plate provenant du MA. Modifiant le réglage de tonalité et positionnant les boutons correspondants de façon que les graves soient amplifiés et les aigus atténués :  $G_r + 12$  dB ;  $A_i = -12$  dB, le préamplificateur MA fournit en CD et en LP une courbe d'allure descendante. Cette courbe est représentée en haut de la figure G10.

Avec les réglages du CD et LP de l'exemple 2, mais avec la modification de tonalité mentionnée, on obtient à la sortie de l'appareil la courbe dessinée en bas en ligne grasse (en ligne découpée la courbe réelle). On peut noter que les modifications dans le MA se répercutent sur le LP et CD.

### 5.3.4- Exemples sur le SUVAG II M

1- (G8) Le canal LP est utilisé avec  $f_1 = 200$  Hz, 6 dB/oct en plus avec  $f_2 = 1000$  Hz, 65 dB/oct et volume 0 dB. Le volume de l'amplificateur A est de -10 dB. La courbe de 65 dB/oct est tracée jusqu'au niveau du souffle (-80 dB) même si elle le dépasse. On obtient la même courbe si le volume de A est placé à 0 dB et le volume du LP à -10 dB.

2- (G9) Sur le canal LP, la pente du  $f_1 = 200$  Hz est modifiée à 12 dB/oct ;  $f_2 = 1000$  Hz avec 65 dB/oct et le volume 0 dB sont inchangés et identiques à l'exemple 1. On ajoute en plus le CD à un volume -30 dB.

2 bis/ (G10) L'exemple 1 et 2 correspondent à un réglage de tonalité de :  $G_r = 0$  dB,  $A_i = 0$  dB donc à une courbe horizontale et plate provenant du MA. Modifiant le réglage de tonalité et positionnant les boutons correspondants de façon que les graves sont amplifiés et les aigus atténués :  $G_r = + 125$  dB ;  $A_i = - 12$  dB, le préamplificateur MA fournit en CD et en LP une courbe d'allure descendante.

3- (G11) Le TP avec les positions  $f_1 = 80$  Hz, -12 dB/oct ;  $f_2 = 500$  Hz, -65 dB/oct volume -10;

Le HP avec les positions  $f_3 = 2000$  Hz, - 65 dB/oct,  $f_4 = 0$  dB/oct, volume -25 dB.

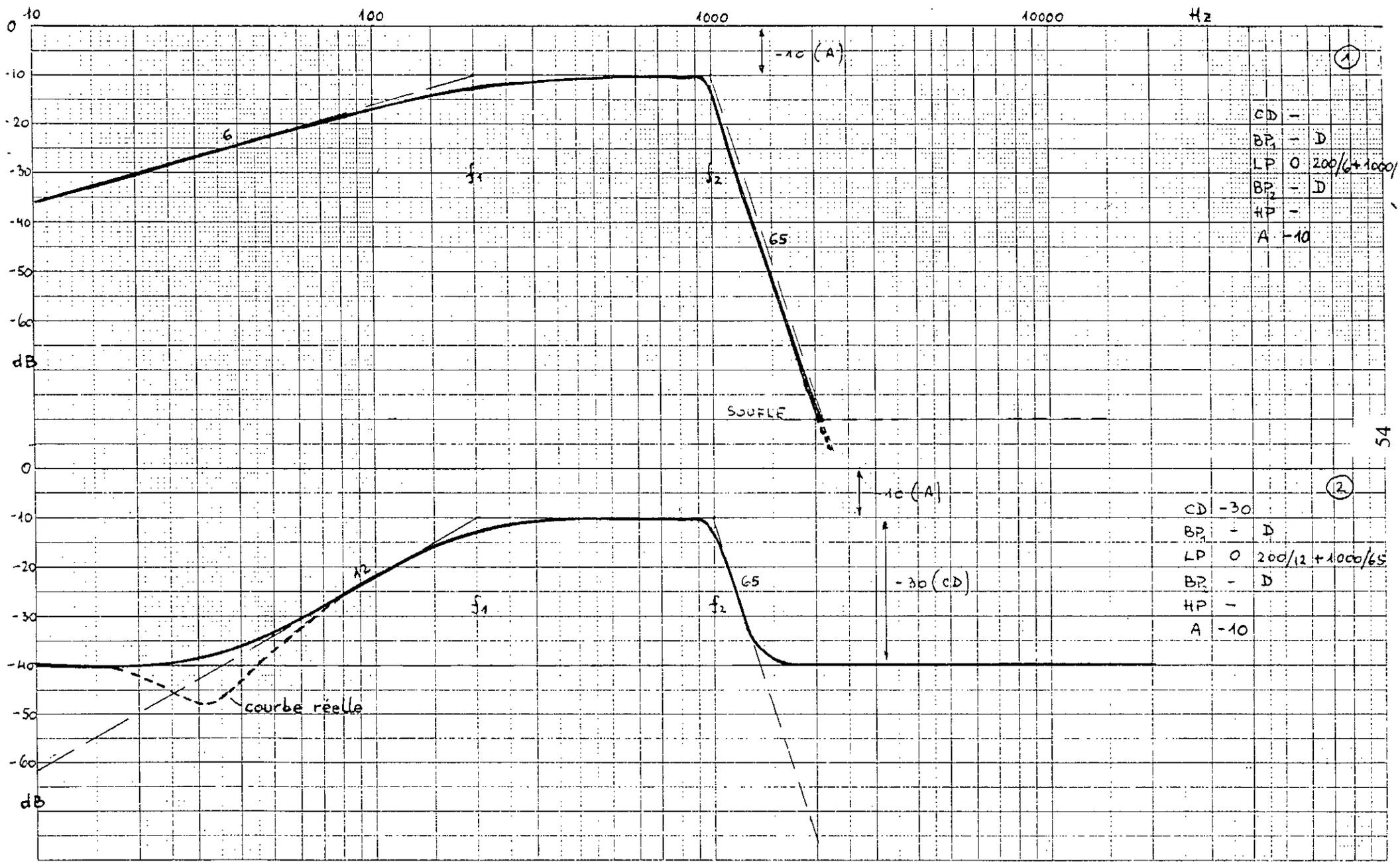
A volume = - 15 dB.

4- Aux positions de l'exemple 3), on ajoute les deux filtres BP et SER (donc 1 dans le canal LP et l'autre dans le HP) et en plus, le CD.

BP1 :  $f_c = 200$  Hz      SER(LP)/ 12 dB

BP2 :  $f_c = 5000$  Hz      SER(HP)/ 20 dB

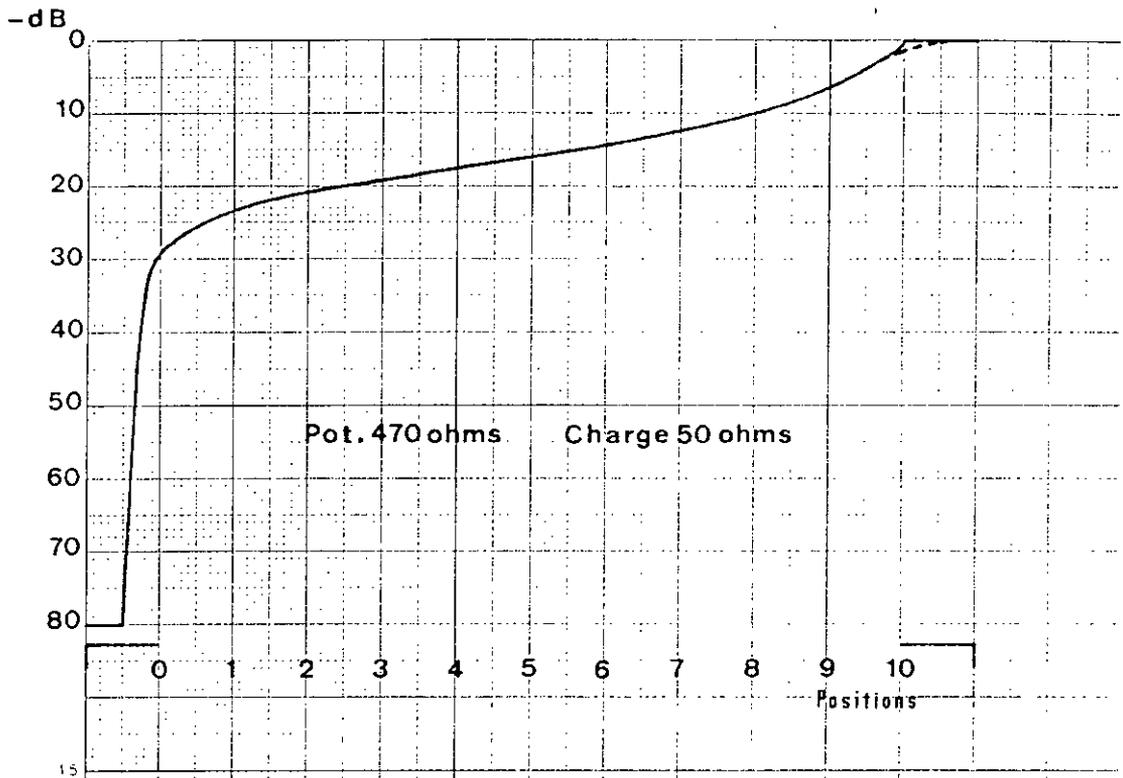
CD : volume = - 40 dB.



①

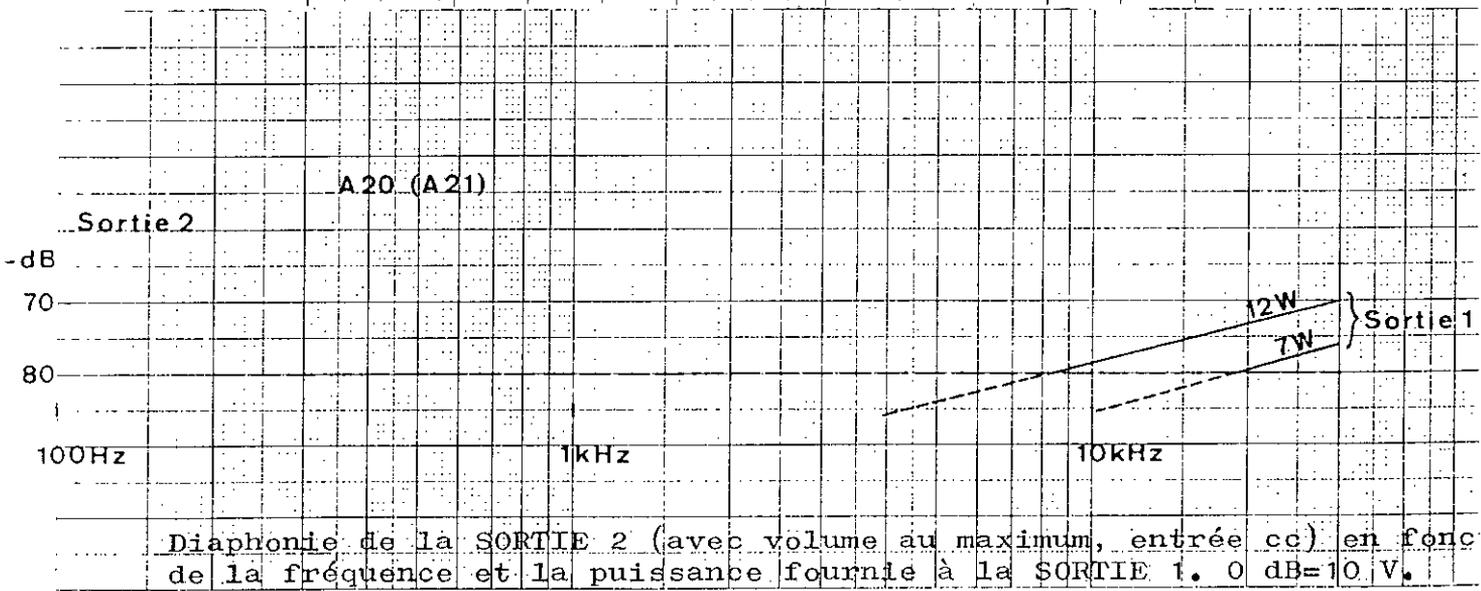
②

54



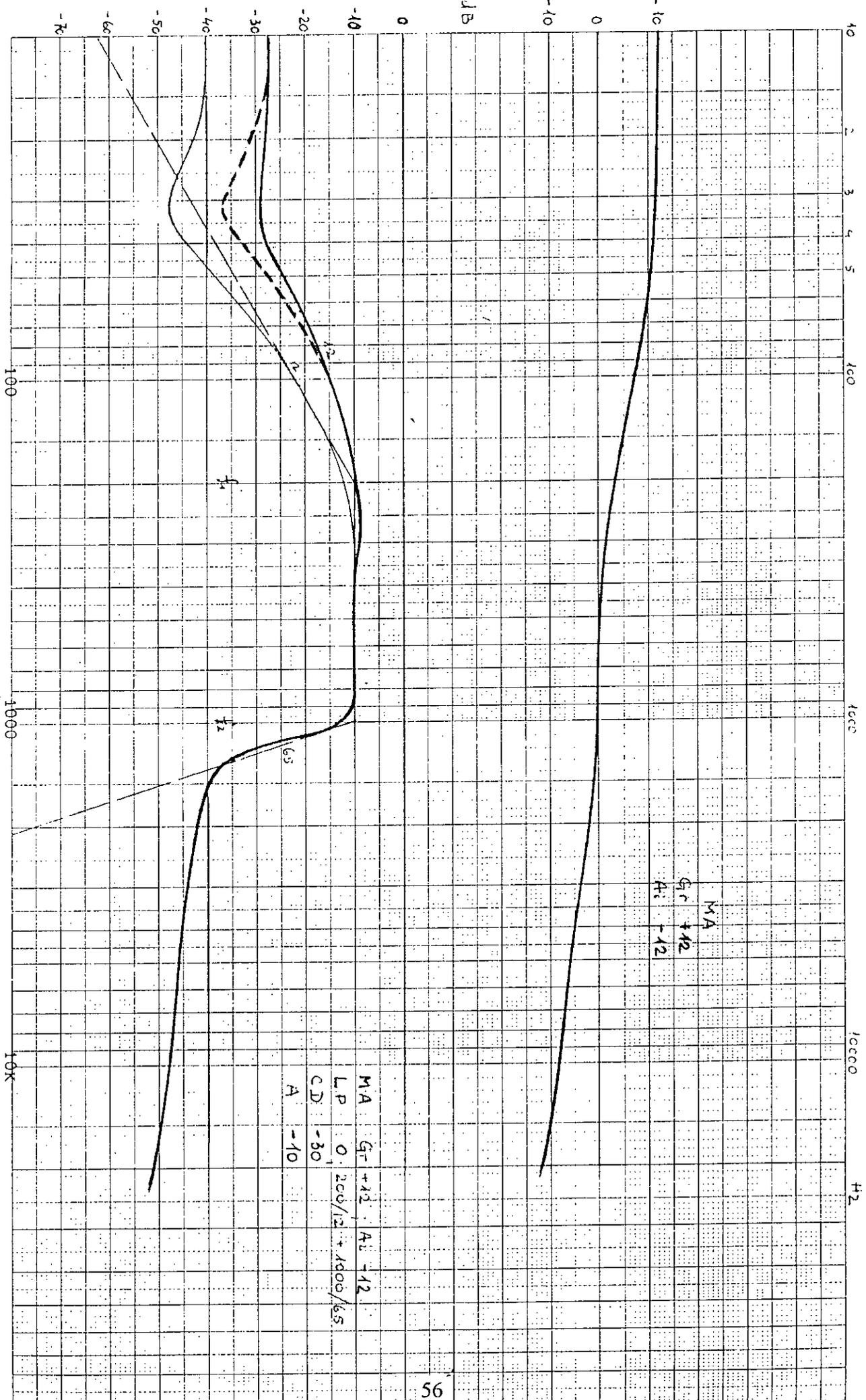
Atténuation en fonction de la position du potentiomètre "casque".

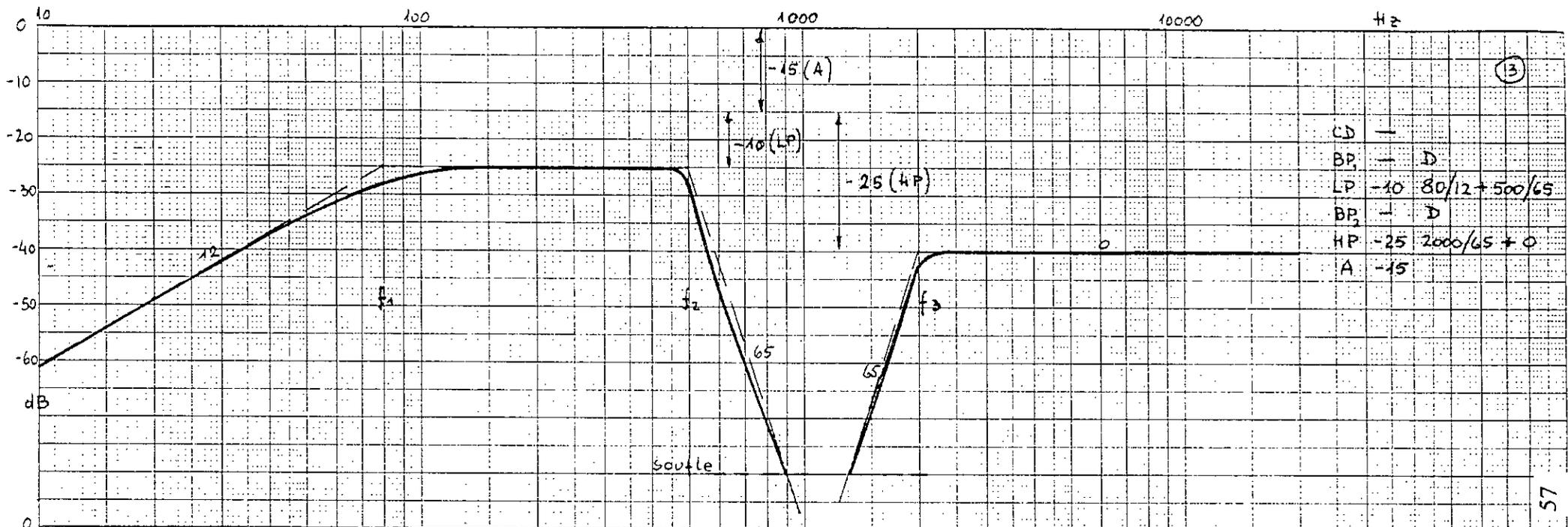
G 6



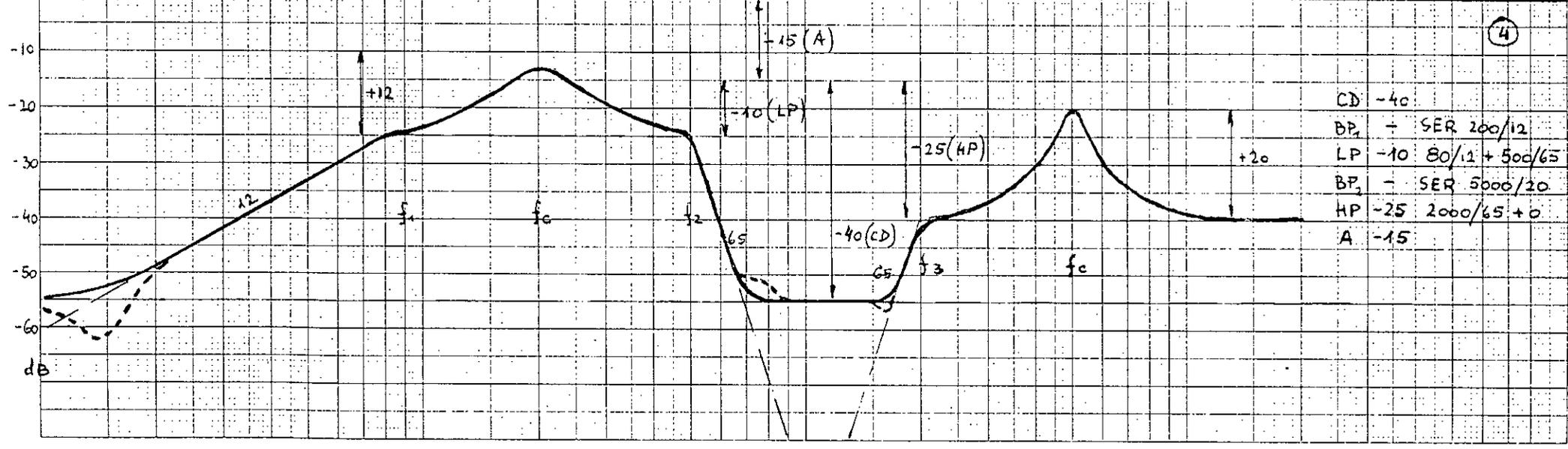
N° 150

G 7

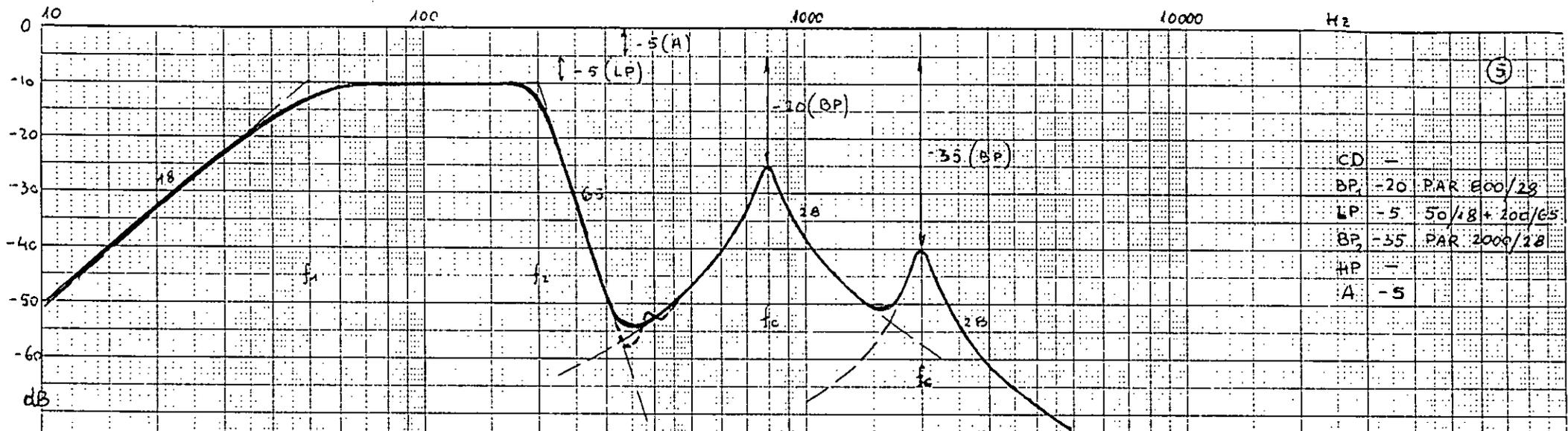




CD	-
BP <sub>1</sub>	- D
LP	-10 80/12 + 500/65
BP <sub>2</sub>	- D
HP	-25 2000/65 + 0
A	-15

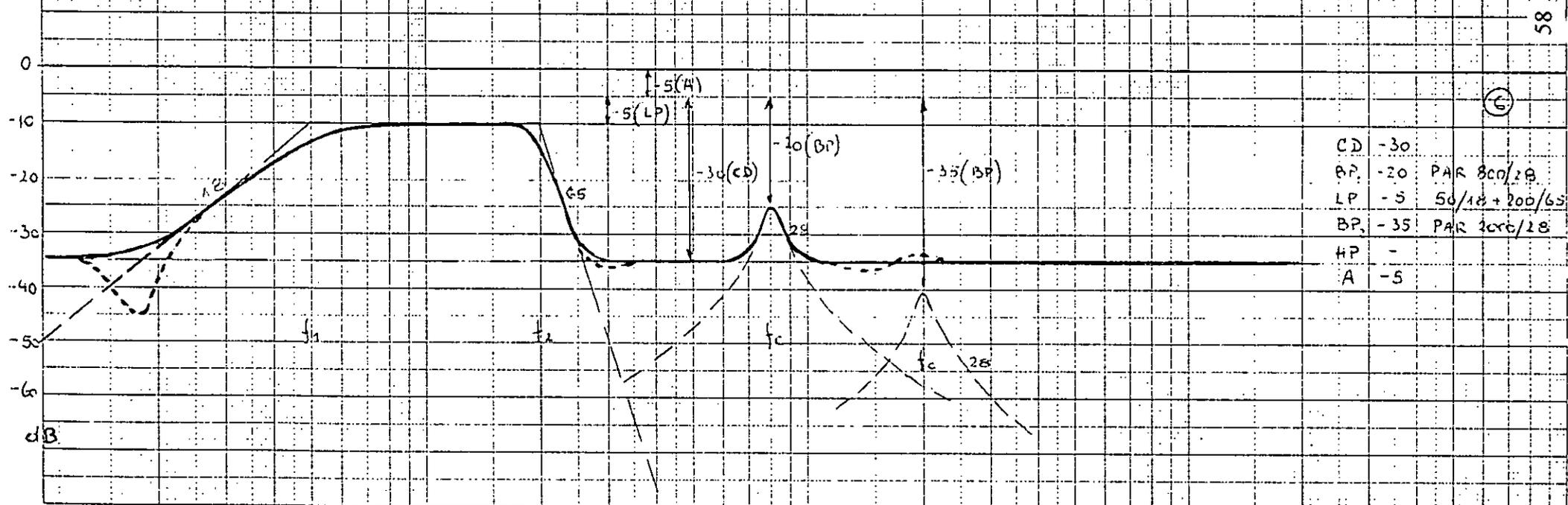


CD	-40
BP <sub>1</sub>	+ SER 200/12
LP	-10 80/12 + 500/65
BP <sub>2</sub>	- SER 5000/20
HP	-25 2000/65 + 0
A	-15



CD	-
BP <sub>1</sub>	-20 PAR 800/20
LP	-5 50/18 + 200/65
BP <sub>2</sub>	-35 PAR 2000/20
HP	-
A	-5

5



CD	-30
BP <sub>1</sub>	-20 PAR 800/20
LP	-5 50/12 + 200/65
BP <sub>2</sub>	-35 PAR 2000/20
HP	-
A	-5

58

5/ (G13) A volume = - 5 dB  
LP  $f_1 = 50 \text{ Hz}$  ; - 18 dB/oct  
 $f_2 = 200 \text{ Hz}$  ; 65 dB/oct.

Volume = - 5 dB  
BP1 PAR  $f_c = 800 \text{ Hz}$  ; - 28 dB/oct  
vol = - 20 dB.

BP2 PAR  $f_c = 2000 \text{ Hz}$  ; - 28 dB/oct  
vol = - 35 dB.

6-(G 14) Si à la combinaison de l'exemple 5) on ajoutant maintenant le CD à un volume plus grand que - 35 dB (qui est le volume du BP) par exemple : - 30 dB, celui-ci couvrirait avec niveau le second BP qui, dans ce cas, deviendrait inutile.

7- (G 15) A volume = - 10 dB  
LP :  $f_1 = 1000 \text{ Hz}$ ; - 6 dB/oct  
 $f_2 = 0 \text{ Hz}$ , 0 dB/oct  
vol = - 30 dB

BP 1 SER (LP) :  $f_c = 100 \text{ Hz}$  ; - 20 dB/oct  
HP :  $f_3 = 2000 \text{ Hz}$  ; - 65 dB/oct  
 $f_4 = 4000 \text{ Hz}$ ; - 12 dB/oct  
vol = - 5 dB.

8- (G 16) A volume = - 10 dB

LP  $f_1 = 125 \text{ Hz}$  ; -18 dB/oct  
 $f_2 = 200 \text{ Hz}$  ; - 20 dB/oct  
Vol = 0 dB

BP1 :  $f_c = 640 \text{ Hz}$  PAR 28  
Vol = 0 dB

BP2 :  $f_c = 1600 \text{ Hz}$  PAR 28  
Vol = 0 dB

HP :  $f_3 = 5000 \text{ Hz}$  ; -20 dB/oct  
 $f_4 = 8000 \text{ Hz}$  ; -18 dB/oct  
vol = 0 dB.

#### Remarque :

Ces quelques exemples de combinaisons des différents canaux donnent une idée du nombre énorme de courbes qu'on peut synthétiser avec l'appareil SUVAG M.

#### 5.4- CONCLUSION

L'influence de la différence des phases se confirme dans les graphiques des exemples où on peut voir que la courbe réelle peut être différente de la courbe théorique aux endroits où les signaux provenant des différents canaux parallèles sont du niveau quasi-égal. Autrement dit,

aux endroits où la courbe partielle d'un canal se croise ou se rapproche de la courbe d'un autre canal.

Dans les cas où les modifications de filtrage sont faites en série (par exemple le réglage de tonalité avec en plus un filtre LP et un BP en série) la phase change aussi, mais la courbe de niveau réelle correspond à la courbe théorique. L'influence des phases ne se remarque qu'avec deux ou plusieurs canaux en parallèle. Dans ce cas, si on veut connaître la courbe réelle, il est conseillé de la tracer d'après des mesures.

Dans ce chapitre, on a bien détaillé fonctionnement de l'appareil SUVAG M et les différentes courbes de réponse qu'il peut avoir à sa sortie tout en remarquant le nombre énorme de ces courbes.

Enfin, on conclue que le SUVAG M est un appareil très sensible, précis, juste et qu'il nécessite beaucoup de précautions et de maintenance. Ces caractéristiques, ajoutées à sa construction modulaire qui facilite la réparation et ne perturbe donc pas le travail, font de l'appareil un instrument largement utilisé destiné spécialement pour la rééducation des malentendants, des sourds profonds et même aussi pour le travail d'orthophonie.

Mais, l'inconvénient major qui reste à éliminer (ou d'une façon très précise à minimiser), c'est l'effet de la différence de phase qui fait différer, dans certains endroits, la courbe réelle de la courbe théorique.

**Chapitre VI**  
**Partie programmation**

## PARTIE PROGRAMMATION

### 6.1 - Introduction

Dans cette partie nous allons reproduire les courbes synthétisées à la sortie des appareils SUVAG M par un programme convenable qui permet d'atteindre le but en utilisant les boutons de réglage de chaque module constituant.

### 6.2 - L'organigramme

L'organigramme qui vient après, explique d'une manière générale notre démarche et la méthode que nous avons choisi pour arriver à notre but sans faire des complications indésirables.

Cet organigramme présente des symboles dont voici leurs signification:

BP1 : Filtre passe-bande n° 1.

BP2 : Filtre passe-bande n° 2.

LP : Filtre passe-bas.

HP : Filtre passe-haut.

Pi : Fente n° i.

fi : Ffréquence de coupure n° I.

pci : Pente n° I d'un filtre passe-bande.

fci : La fréquence centrale d'un filtre passe-bande.

VLP : Volume du filtre LP.

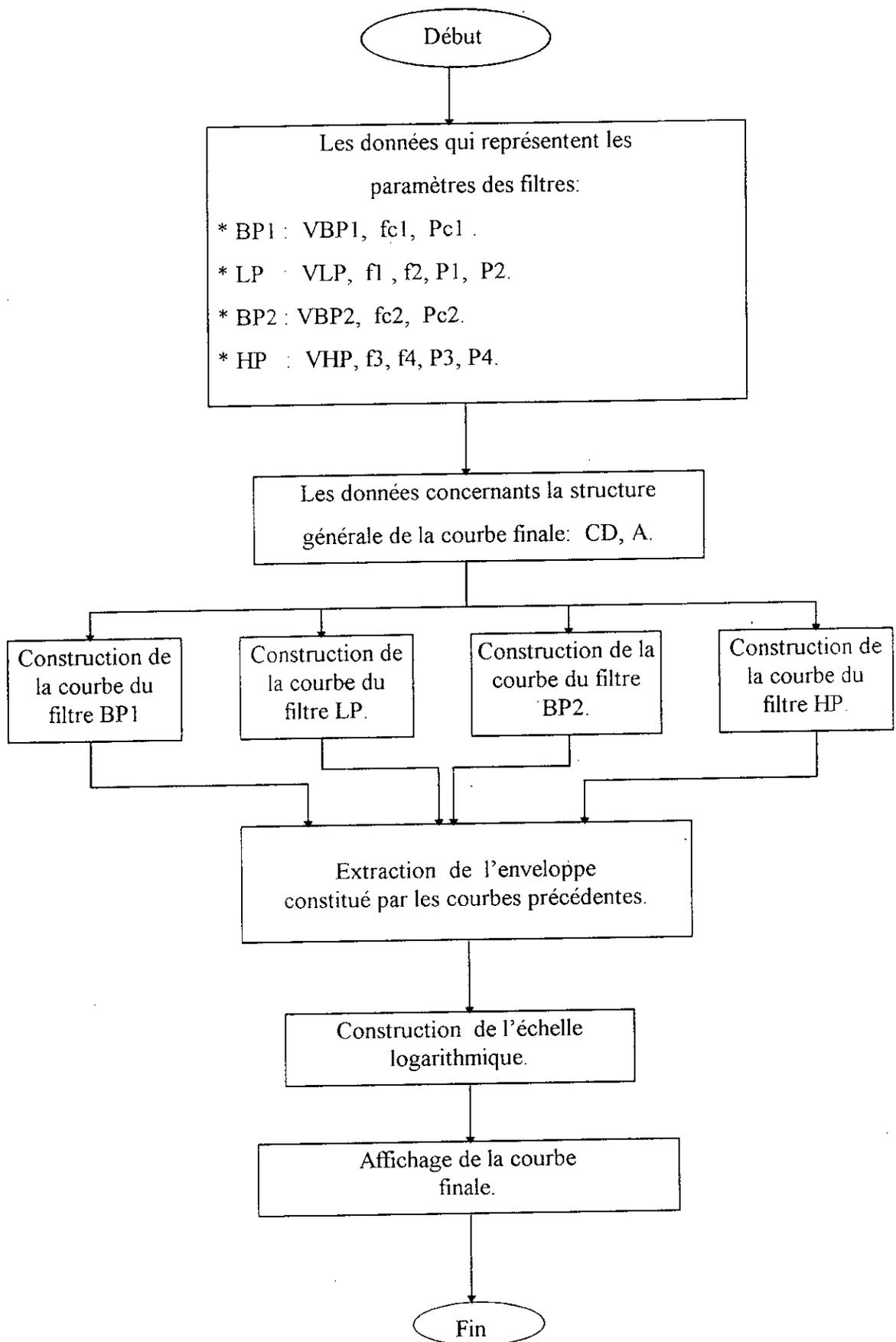
VHP : Volume du filtre HP.

VBP1 : Volume du filtre BP1.

VBP2 : Volume du filtre BP2.

CD : Canal direct.

A : Amplification.



### 6.3 - Le programme

**PROGRAM SUVAG M ;**

Const

NB = 1024 ;

P2max = 4096 ;

Type

Vect := [1..NP] of real ;

Var

f1,f2,f3,f4,fc1,fc2 : integer ;

p1,p2,p3,p4,pc1,pc2 : real ;

A,CC : real ;

VLP,VHP,VBP1,VBP2 : real ;

ymin,ymax : real ;

n : integer ;

y1,y2,y3,y4 : vect ;

**procedure** Filtre \_LBHP ( fr1;fr2:real;pe1;pe2;vol:real;var Y=vect) ;

Var y1,y2,g1;g2;log2f1;log2f2:real;

df;x : real ;

n: integer;

**Begin**

df:=p2max / nb ; n:=1 ;x:=1 ;

log2f1 := ln (fr1) / ln(2) ;

log2f2 := ln(fr2) / ln(2);

y1 := (a+vol) - pe1\*log2f1;

y2 := (a+vol) + pe2\*log2f2;

repeat

y [n]: = pe1 \*x+y1 ;

x :=x+ df; inc (n) ;

until x >= log2f2 ;

repeat

y[n] := a + vol ;

x := x + df; inc (n) ;

until x >= log2f2 ;

repeat

y[n] := -pe2 \* x+y2 ;

x := x + df; inc (n) ;

until x >= p2max ;

**End ;**

```

Procedure filtre BP (FC= real ; Vbp : real ; var y : vect ) ;
  Begin
    Filtre_LPHP (FC , FC , PC ,PC , Vbp , y ) ;
  END;
FUNCTION MAX 4 filtres ( y1,y2,y3,y4,ymin : real ) : real ;
  Var Ymax = real ;
BEGIN
  Ymax := ymin ;
  if ( y1 <> 0 ) then if y1 > ymax then ymax := y1 ;
  if ( y2 <> 0 ) then if y2 > ymax then ymax := y2 ;
  if (y3 <> 0 ) then if y3 > ymax then ymax := y3 ;
  if ( y4 <> 0 ) then if y4 > ymax then ymax := y4 ;
  if ymax < ymin then ymax := ymin ;
  Max4Filtres := ymax ;
END ;
BEGIN
  Write ( 'donner les valeurs des parametres de chaque filtre :' ) ;
  Write ( 'filtre LP : f1,f2,p1,p2,VLP' ) ;
  Read ( f1,f2,p1,p2,VLP ) ;
  Write ( 'filtre HP : f3,f4,p3,p4,VHP ' ) ;
  Read ( f3,f4,p3,p4,VHP ) ;
  Write ( 'filtre BP1: fc1,pc1,VBP1 :' ) ;
  Read ( fc1,pc1,VBP1 ) ;
  Write ( 'filtre BP2 : fc2,pc2,VBP2 :' ) ;
  Read ( fc2,pc2,VBP ) ;
  Write ( ' donner les valeurs de : CD,A ) ;
  Read ( CD, A ) ;
  Filtre_LPHP ( f1,f2,p1,p2,VLP,y1 ) ;
  Filtre_LPHP ( f3,f4,p3,p4,VHP,y2 ) ;
  Filtre BP ( fc1,pc1,VBP1,y3 ) ;
  Filtre BP ( fc2,pc2,VBP2,y4 ) ;
  Max 4 filtres ( y1,y2,y3,y4,CD ) ;
  For n = 1 to NP do
    writeln ( n,ymax ) ;
END.

```

## 6.4 - Exemples de courbes

Voici maintenant , quelques exemples qui représentent des résultats de notre programme.

- Exemple 1 :

$$CD = -40 .$$

$$BP1 : VBP1 = -20 ; FC1 = 600 ; PC1 = 12 .$$

$$LP : VLP = -5 ; F1 = 30 ; F2 = 100 ; P1 = 12 ; P2 = 36 .$$

$$BP2 : \rightarrow D$$

$$HP : VHP = -15 ; F3 = 600 ; F4 = F_{max} , P3 = 65 ; P4 = 0 .$$

$$A = -10 .$$

- Exemple 2 :

$$CD = -30$$

$$BP1 : VBP1 = -30 ; FC1 = 50 ; PC1 = 12 .$$

$$LP : VLP = -5 ; F1 = 30 ; F2 = 100 ; P1 = 12 ; P2 = 36 .$$

$$HP : \text{---} D$$

$$A = -10$$

- Exemple 3 :

$$CD = 0 .$$

$$BP1 : VBP1 = -30 ; FC1 = 10 ; PC1 = 20 .$$

$$LP : VLP = -30 ; F1 = 100 ; F2 = F_{max} ; P1 = 6 , P2 = 0$$

$$BP2 : \text{---} D$$

$$HP : VHP = -5 ; F3 = 200 , F3 = 400 ; P3 = 45 , P4 = 18$$

$$A = -10$$

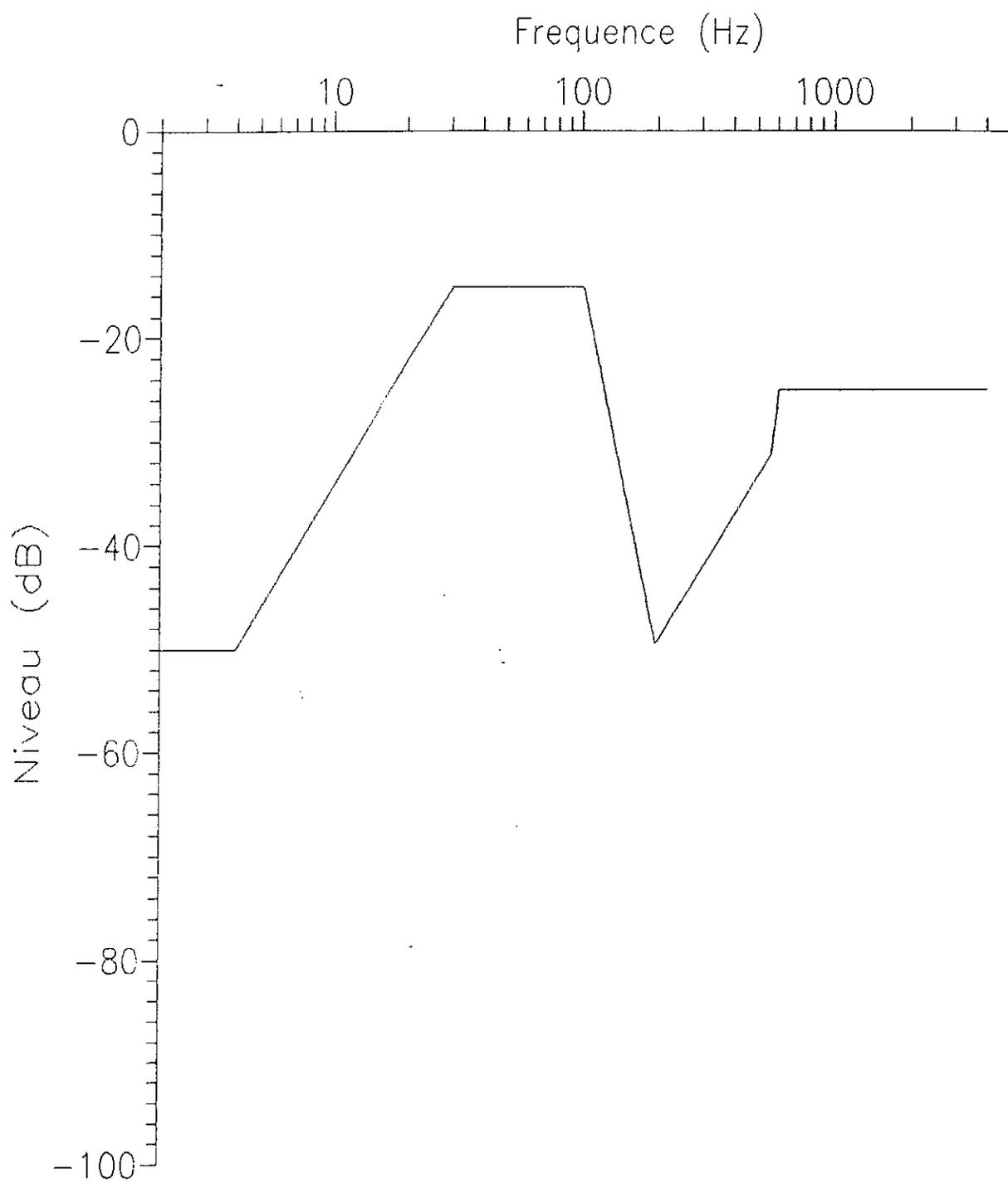


Fig. (6,1) : Graphique de l'exemple 1.

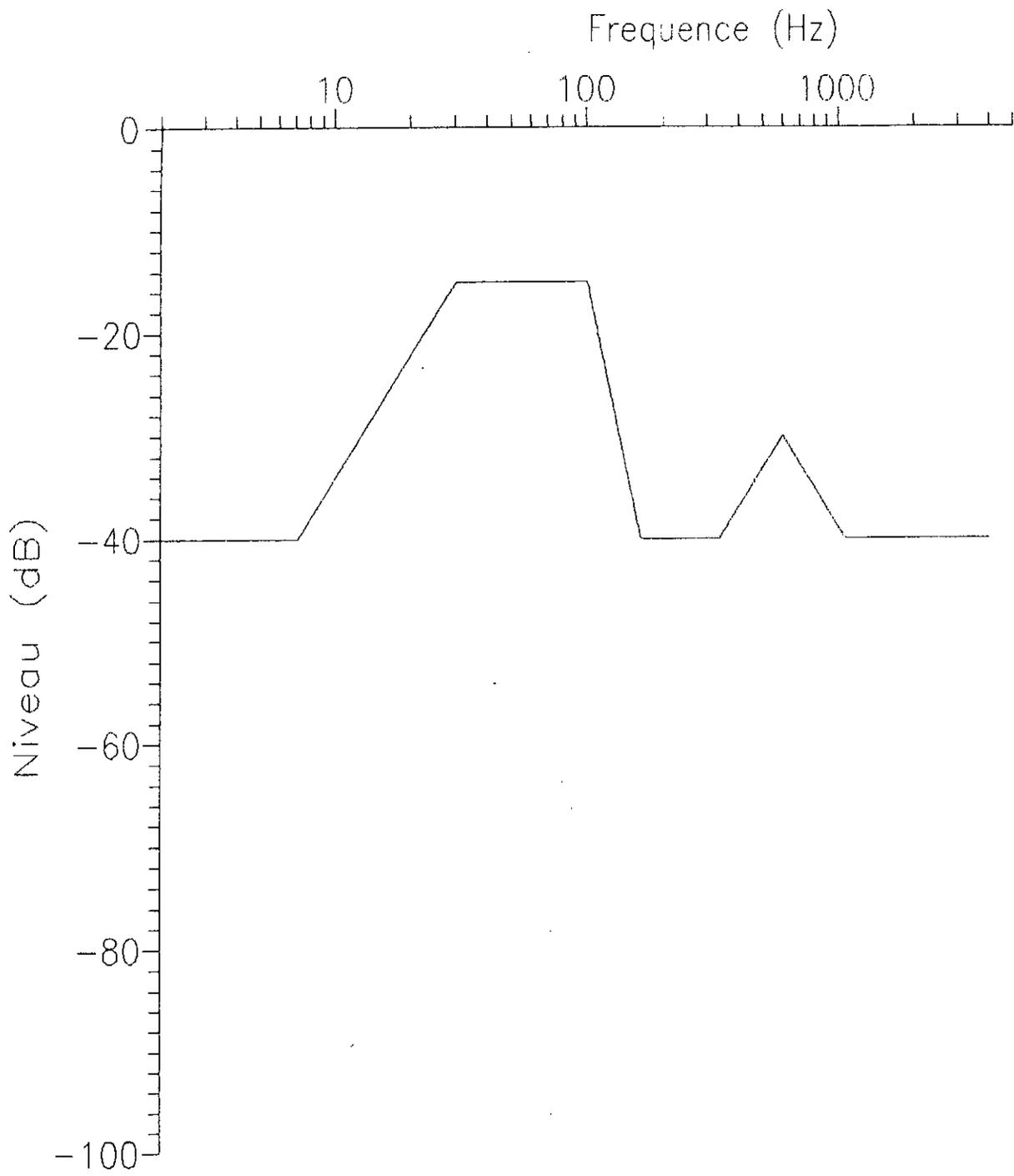


Fig. (6,2) : Graphique de l'exemple 2.

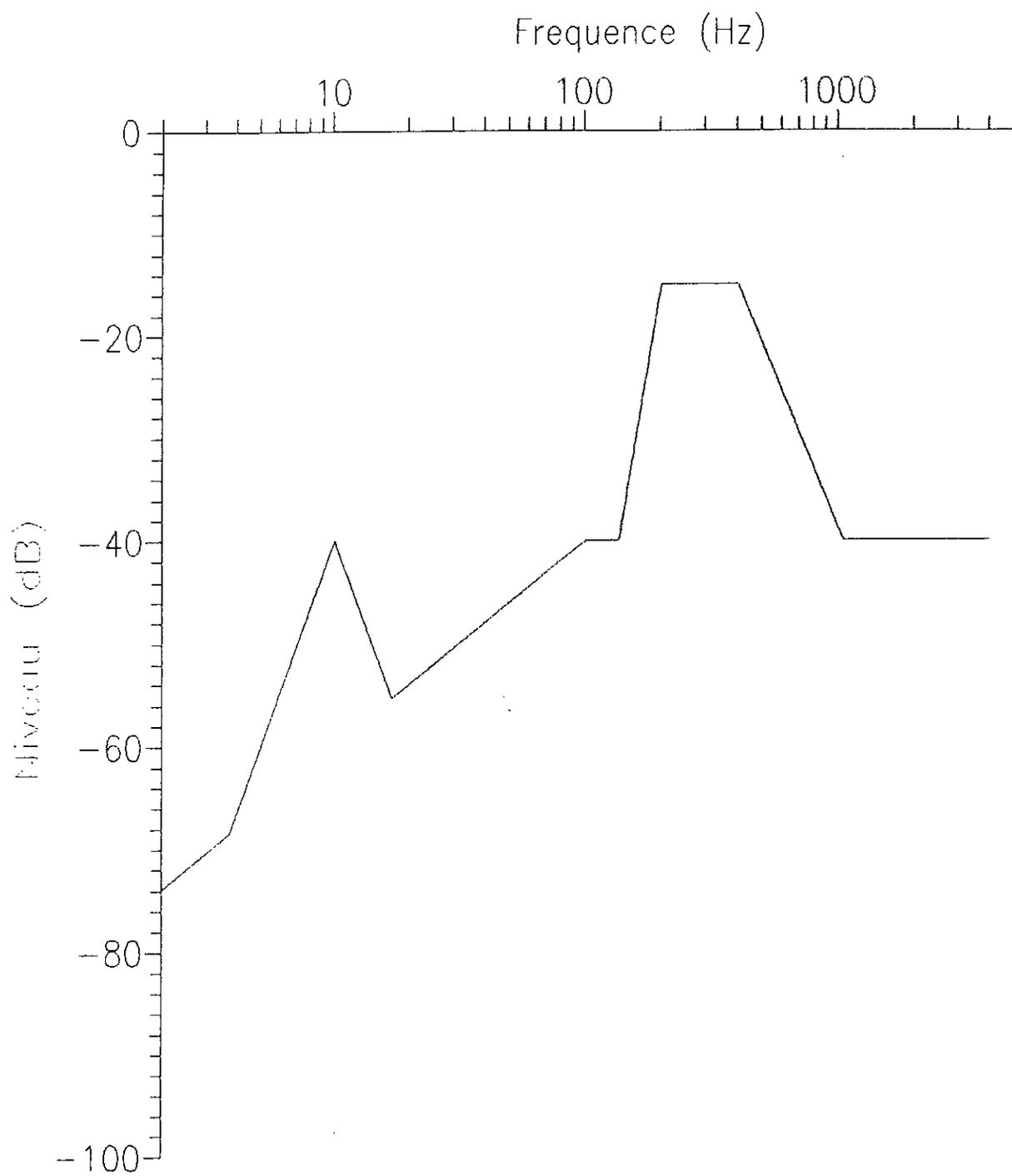


Fig. (6,3) : Graphique de l'exemple 3.

## 6.5 - Conclusion

Notre simulation a été faite sur des filtres que nous ne connaissons même pas leurs circuits électroniques. Malgré ça , et après avoir donné les exemples précédents, nous avons donc abouti à des résultats satisfaisants que nous jugeons bons .

## CONCLUSIONS GENERALES

Un travail sur les appareils de rééducation des sourds est important sur plusieurs plans : sur la composante auquel ils l'intéressent d'une part et d'autre part, sur l'importance des appareils mêmes d'où la nécessité de s'intéresser à ce domaine dans le future.

L'objectif qu'on s'est assigné à travers ce mémoire est l'étude des appareils SUVAG M destinés à la rééducation des malentendants et des sourds profonds ainsi qu'au travail d'orghophonie.

La version SUVAG II M est dotée de plusieurs filtres et grâce aux multiples combinaisons le rééducateur à la possibilité de modérer à volonté la courbe de réponse du signal transmis. Et la version SUVAG I M, destinée surtout à la rééducation des sourds profonds, comporte les mêmes modules que le le SUVAG II M mais avec moins de possibilités de filtrages. Ainsi, le mini-Suvag est un appareil personnel et portatif destiné particulièrement aux sourds profonds. C'est une prothèse auditive traditionnelle de communication et de rééducation complémentaire à domicile.

Les modules du type 10 sont destinés au travail de laboratoire et la recherche par contre, les modules du type 11 sont destinés au travail de routine où la précision n'est pas impérative.

Ces appareils SUVAG M se caractérisent par une justesse, robustesse, bonne précision et grande stabilité. Ils possèdent une construction modulaire très avantageuse car chaque module est monté sous forme de toroir avec une fonction bien définie. L'ensemble des composants leurs donnent une fiabilité très poussée. Les voyants indiquent le mauvais fonctionnement et donnent une idée sur la panne existante. Leurs amplificateurs de sortie sont protégés de défaillances probables du système.

Par cette étude, nous avons donc fait un pas vers la mobilisation de nos chercheurs en électronique et future cadres envers une grande partie de la société qui est presque totalement

oubliée et négligée dans les recherches et les projets d'étude, exception fait à quelques études en orthophonie et en médecine. Cette grande composante fait l'ensemble des malentendants et les sourds.

Ensuite, nous avons fait une simulation de quatre filtres où nous nous sommes arrêtés à la reproduction de leurs gabaris pour montrer la faisabilité de l'opération. Mais le problème que nous avons rencontré c'était que ces filtres ne sont que des boites noires et non plus des circuits électroniques connus.

Nous voulons de ce travail être un outil pour ceux qui veulent faire de la recherche sur les appareils électroniques de rééducation en général et les appareils SUVAG M en particulier. Donc, il peut être complété par des projets d'améliorations et de modifications sur les appareils SUVAG M. Des solutions aux problèmes qui se posent à leurs niveau, comme les changements de phase et d'amplitude, sont souhaitées. Leurs avantages peuvent être utilisés dans d'autres appareils électroniques, comme la construction modulaire. Ainsi, la réalisation d'un SUVAG M numérique peut apporter d'autres avantages.

Et enfin, on peut aller vers les deux sens fondamentaux de la recherche: vers l'augmentation des capacités et diminution du volume.

## Références



## bibliographiques

- [1] M. Aumiau, "Pratique de l'électronique , tome 1: L'amplification " , Masson, 1980.
- [2] M. Aumiau, "Pratique de l'électronique , tome 2 : Comparateurs , filtres actifs techniques numériques " , Masson , 1981.
- [3] J.M.Fouchet et A. Pérez-Mas , "Electronique pratique", Dunod , Paris , 1986.
- [4] M. Haddadi , "Electronique générale -1- , tome 2: Amplification" , OPU , Alger , 1994.
- [5] A.P. Malvino , "Principes d'électronique" , Mc Graw-Hill , 1979.
- [6] N. Abina , "Détection de la fatigue à l'aide des formants prosodiques et formantiques de la parole" , thèse de magister , ENP , Alger , Juin 1995.
- [7] A. Allaoui et F. Ragheb , "Traitement du signal de la parole : mesure de la fréquence fondamentale", thèse de PFE , Juin 1984.
- [8] "Cours d'audiologie", leçons n°: 7 et 8 , Paris , P 78 , 79 - R. P 390 , Mai , 1980.
- [9] "Les appareils SUVAG M", Service de Diffusion des Inventions , Marseille , 1987.
- [10] "Radioplan", Paris , Mai , 1980.
- [11] "Maghreb-médicale", Alger , Mars , 1994.