

UNIVERSITÉ LAVAL,
Faculté des Sciences et de Génie,
Département de Génie Électrique,
LABORATOIRE de TÉLÉCOMMUNICATIONS.

RAPPORT FINAL

Mesure quantitative de la qualité
d'une image de télévision
(Phase IV)

par

André Pomerleau, Denis Tardif et Roger Brousseau

pour

Gouvernement du Canada
Ministère des Communications, Ottawa

sous

Contrat OSU81-00196 du Ministère
des Approvisionnements et Services

Période du 1er avril 1981 au 31 mars 1982

Rapport No LT-81-8297

Février 1982

LKC
P
91
.C655
P593
1982
c.2

IC

**UNIVERSITÉ LAVAL,
Faculté des Sciences et de Génie,
Département de Génie Électrique,
LABORATOIRE de TÉLÉCOMMUNICATIONS.**

RAPPORT FINAL

Mesure quantitative de la qualité
d'une image de télévision
(Phase IV)

par

André Pomerleau, Denis Tardif et Roger Brousseau

pour

Gouvernement du Canada
Ministère des Communications, Ottawa

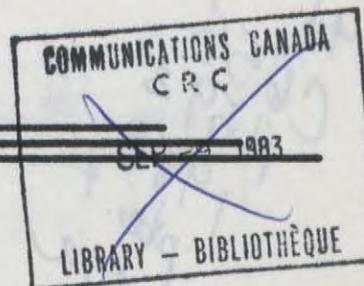
sous

Contrat OSU81-00196 du Ministère
des Approvisionnements et Services

Période du 1er avril 1981 au 31 mars 1982

Rapport No LT-81-8297

Février 1982



Rec'd from T. Coyne 23/9/83 DRW

TABLE DES MATIERES

	Page
Introduction.....	1
Chapitre 2 : EFFETS du BRUIT sur les COMPOSANTES d'un SIGNAL TV.....	2
2.1 Introduction.....	2
2.2 Génération du bruit.....	2
2.3 Résultats.....	4
2.4 Discussion.....	6
2.5 Conclusion.....	10
Chapitre 3 : MESURE de la RESOLUTION d'un TELEVISEUR.....	12
3.1 But.....	12
3.2 Principe utilisé.....	12
3.3 Génération des barres verticales.....	12
3.4 Positionnement des barres.....	13
3.5 Contrôle de la fréquence des barres.....	15
3.6 Mesure de l'intensité lumineuse.....	16
3.7 Organigramme.....	19
3.8 Modifications du système optique.....	24
3.9 Procédure.....	24
3.10 Considérations pratiques.....	28
3.11 Autres considérations.....	28
3.11 Conclusion.....	35
Chapitre 4 : MESURE de la QUALITE de l'IMAGE d'un TELEVISEUR EN FONCTION du RAPPORT SIGNAL au BRUIT pour DIFFERENTES LARGEURS de BANDE de l'AMPLIFICATEUR VIDEO.....	46
4.1 Introduction.....	46
4.2 Méthodologie.....	46
4.3 Conclusion.....	55
Chapitre 5 : MESURE du GAIN et de la PHASE DIFFERENTIELLE d'un TELEVISEUR.....	57
5.1 Introduction.....	57
5.2 Mesure du gain différentiel au niveau optique.....	57
5.3 Mesure de la phase différentielle au niveau optique.....	61
5.4 Mesure du gain et de la phase différentielle au niveau électrique.....	63
5.5 Conclusion.....	64

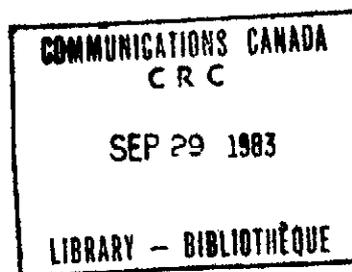


TABLE DES MATIERES (suite)

Chapitre 6 : CONCLUSION.....	65
BIBLIOGRAPHIE.....	66
Annexe 1 : Circuit contrôlant la position des barres.....	67
Annexe 2 : Circuit contrôlant la fréquence.....	68
Annexe 3 : Organigramme.....	69
Annexe 4 : Table VCO versus fréquence.....	74

CHAPITRE I

INTRODUCTION

Ce travail se veut une continuation au rapport précédent où un système avait été développé afin de mesurer la qualité d'une image télévision dégradée par le bruit au niveau du signal optique [1].

Dans ce rapport, le système a été utilisé pour mesurer différents paramètres. Entre autres, on a étudié l'effet de différents types de bruit (bruit blanc, bruit augmentant avec la fréquence, bruit diminuant avec la fréquence) sur les signaux de luminance ainsi que sur les composantes du signal de chrominance. L'étude permet aussi de comparer les résultats pratiques obtenus avec appareil à ceux de K.M. Wong du Nova Scotia Technical College obtenus par simulation.

L'étude a également permis d'évaluer la qualité de différents appareils de télévision en obtenant une mesure de la résolution spatiale de ceux-ci en différents points de l'écran. Une mesure optique de la saturation des teintes ainsi que de la pureté des couleurs pour différentes intensités moyennes a permis de déduire le gain et la phase différentielle de différents appareils.

On a également étudié l'effet de la largeur de bande du canal vidéo sur un signal entaché de bruit.

CHAPITRE II

Effets du bruit sur les composantes d'un signal TV

2.1 Introduction

La qualité d'une image de télévision est fonction du niveau et du type de bruit qui affecte plus ou moins les composantes du signal qui forme cette image.

Le but de cette recherche est d'obtenir une mesure numérique de l'effet destructif de différents types de bruit sur chacune des composantes du signal de télévision.

Nous étudions en particulier ici l'effet de trois types de bruit; soit un bruit blanc dont la densité spectrale de puissance (D.S.P.) est uniforme, un bruit dont la D.S.P. diminue rapidement avec la fréquence et un bruit dont la D.S.P. augmente rapidement avec la fréquence.

Pour chaque type de bruit, nous mesurons la "qualité" de l'image au niveau optique de façon à voir son effet sur le signal de luminance, puis en plaçant des filtres optiques appropriés (bleu, rouge et vert), nous déterminons son effet sur les différentes composantes du signal de chrominance.

La fig. (20) donne le montage utilisé.

2.2 Génération du bruit

La génération du bruit blanc se fait à l'aide du générateur de bruit: General Microwave model 503, suivi de trois amplificateurs à large bande donnant un gain global de 76 dB.

MONTAGE EXPÉRIMENTAL

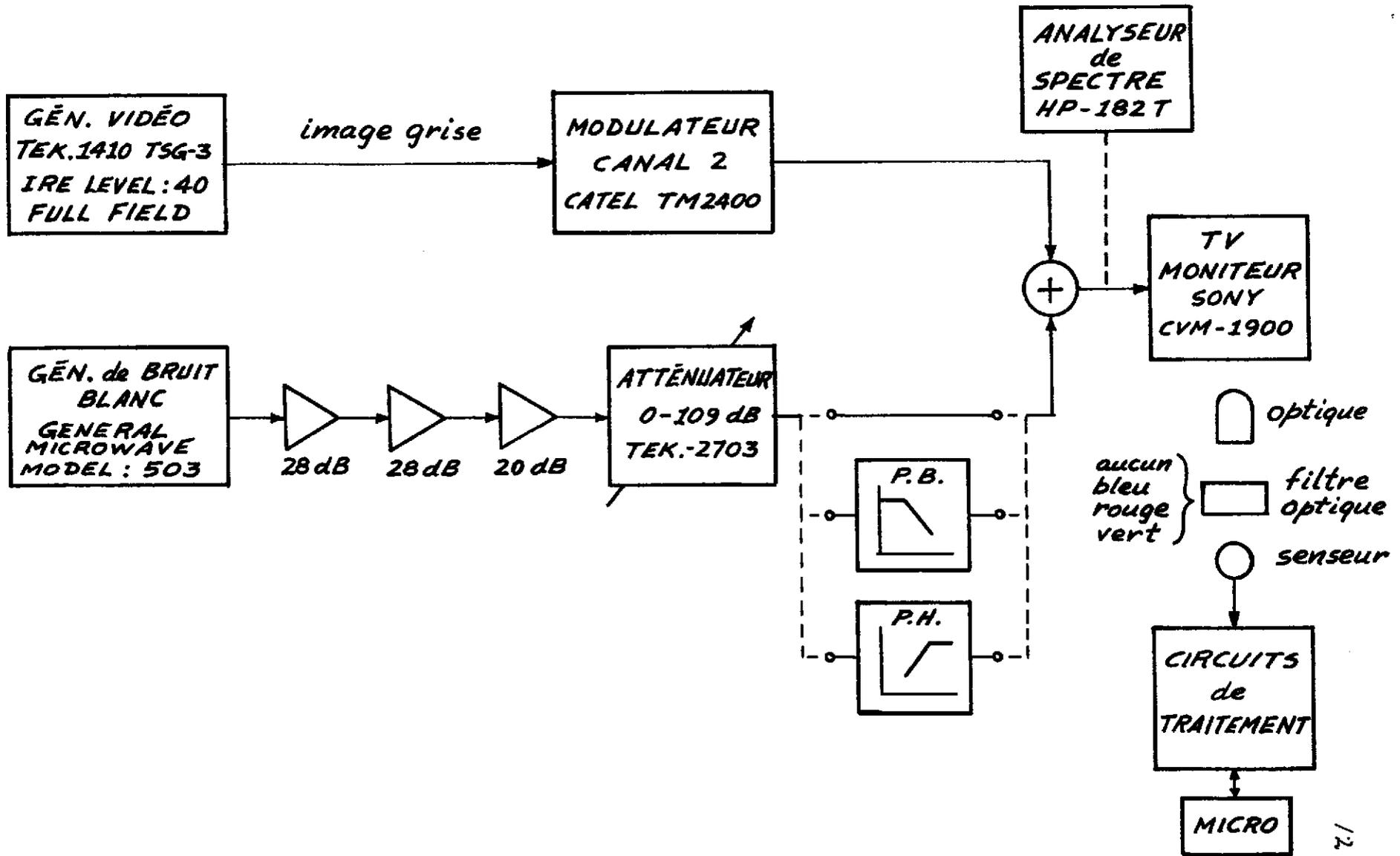


Figure 2.0

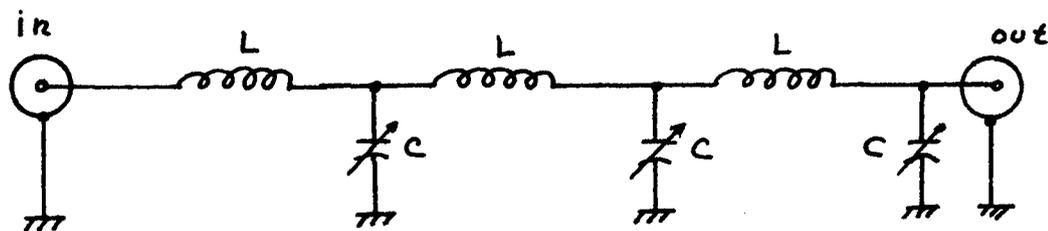
La densité spectrale de puissance (D.S.P. correspondante est uniforme sur toute la bande de fréquence utilisée.

Pour générer un bruit dont la D.S.P. diminue rapidement avec la fréquence, un filtre passe-bas est ajouté au générateur de bruit blanc. La bande de fréquences utilisée est celle du canal .2. (54-60 MHz). Il s'agit donc de réaliser un filtre passe-bas dont la fréquence de coupure est située un peu en dessous de 54 MHz, de façon à situer la bande du canal .2. dans la région où le filtre présente une forte pente.

Le filtre doit aussi être d'un ordre assez élevé pour avoir un effet marqué dans le changement d'amplitude du bruit sur la bande 54-60 MHz.

Ces considérations nous amènent à construire un filtre passe-bas du 6^o ordre avec une fréquence de coupure à 50 MHz.

Ce filtre consiste en trois étages L - C montés en cascades:



$$L = 0.4 \mu H$$

$$C = 5 - 65 pF$$

Figure 2.1 - Filtre basse-bas

La densité spectrale de puissance de bruit ainsi généré diminuera rapidement (comme $1/f^{12}$) dans la bande 54-60 MHz. (La variation de l'amplitude du bruit dans cette bande est d'environ 10dB). La figure 2.2 donne la réponse en fréquence du filtre dans la bande d'intérêt.

La génération d'un bruit, dont la D.S.P. augmente rapidement avec la fréquence, est obtenue par le même principe en utilisant un filtre passe-haut du 6^o ordre avec une fréquence de coupure à 65 MHz.

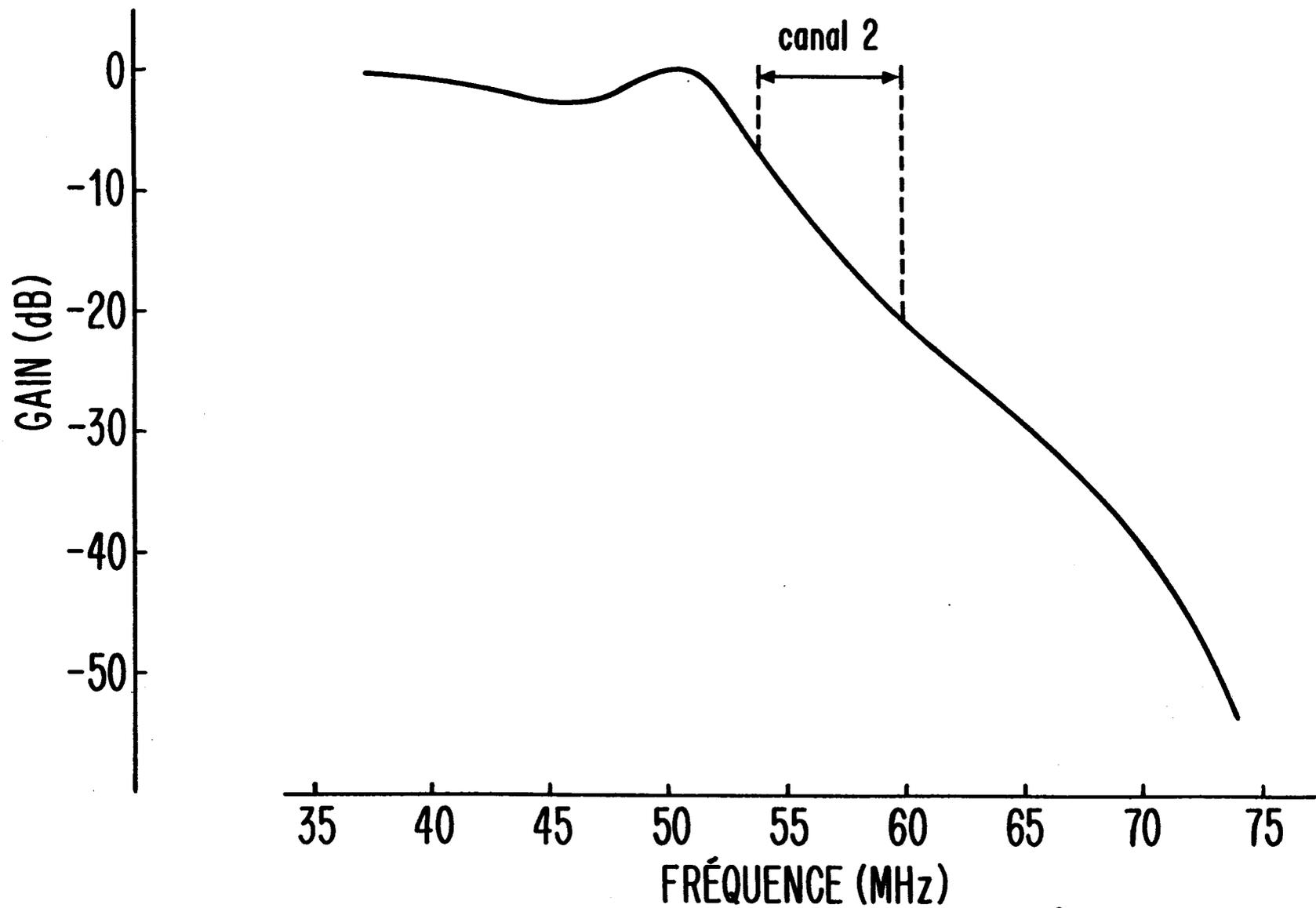
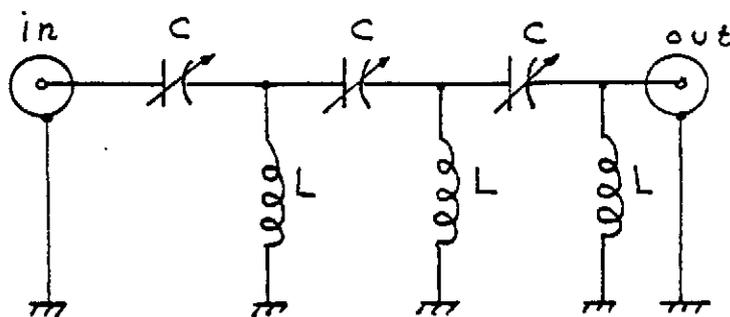


Fig. 2.2 -- Réponse en fréquences du filtre passe-bas (6^o ordre)

On utilisera encore trois étages L-C en cascade:



$$L = 0.12 \mu\text{H}$$

$$C = 1 - 27 \text{ pF}$$

Figure 2.3 - Filtre passe-haut

La densité spectrale de puissance du bruit généré augmente rapidement (comme f^2) dans la bande de 54-60 MHz. (La variation de l'amplitude du bruit dans cette bande est d'environ 10dB). La figure 2.4 donne la réponse en fréquences du filtre.

Mesure du bruit

Pour pouvoir comparer l'effet des différents bruits, il est important d'ajuster le rapport signal au bruit à une même valeur pour les trois types de bruit.

2.3 Résultats

La mesure de qualité associée à chaque essai est un chiffre compris entre 1 et 5, (1: mauvais et 5: excellent). Cette mesure permet donc de voir l'effet plus ou moins prononcé d'un bruit sur un signal. Le tableau ci-dessous nous montre les résultats obtenus lorsque le rapport porteuse sur bruit est de 30 dB. Les figures 2.5, 2.6 et 2.7 donnent la qualité de

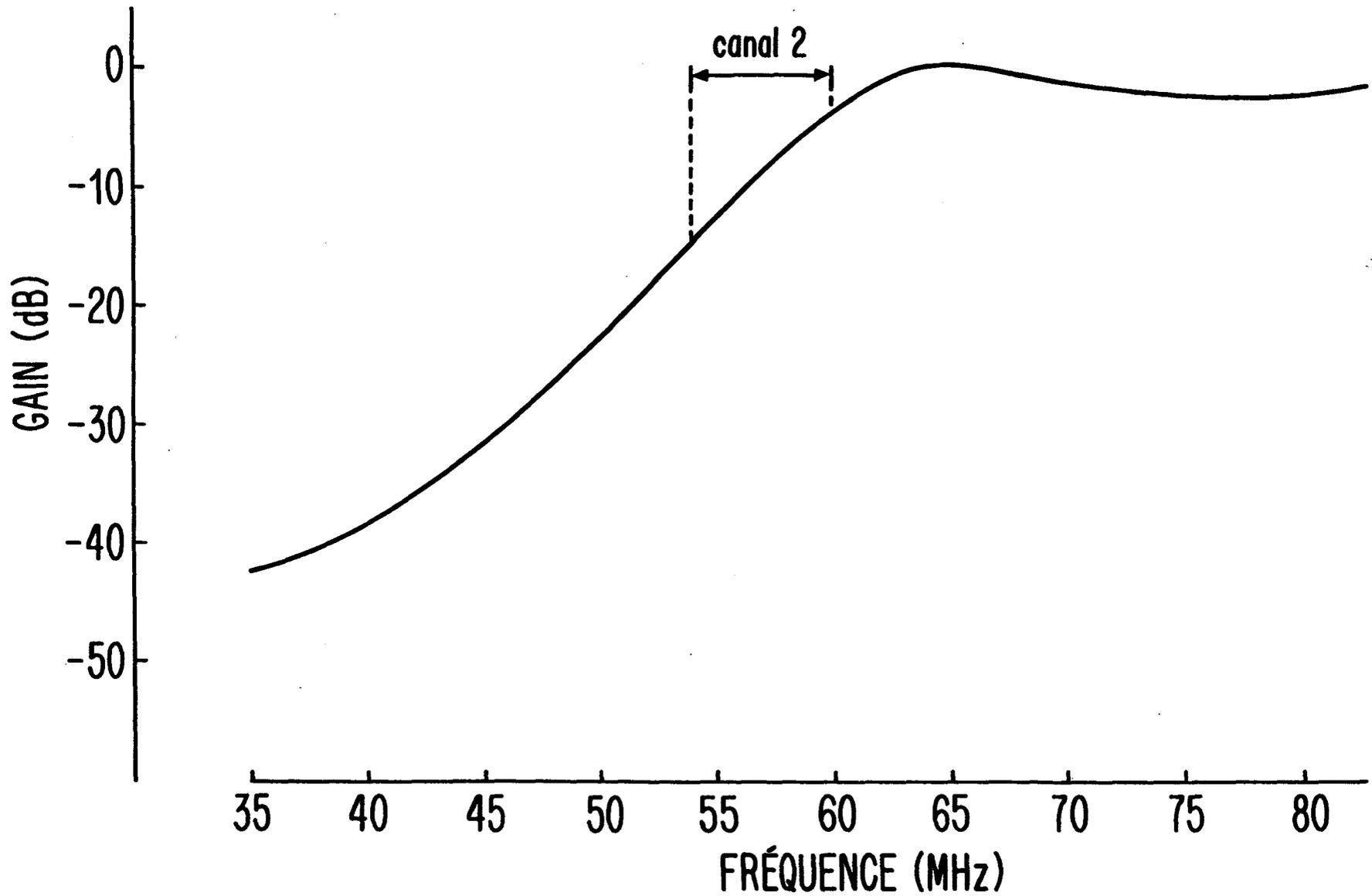


Fig. 2.4 -- Réponse en fréquences du filtre passe-haut (6^o ordre)

de l'image en fonction du rapport porteuse sur bruit pour les différents types de bruit.

TYPE DE BRUIT	QUALITE			
	LUMINANCE	BLEU	ROUGE	VERT
Bruit blanc D.S.P. uniforme	2.54	2.19	3.67	3.95
Bruit dont la D.S.P. <u>diminue</u> rapidement avec f.	2.38	2.24	3.85	3.70
Bruit dont la D.S.P. <u>augmente</u> rapidement avec f.	2.60	1.62	3.42	3.42

- rapport porteuse/bruit = 30 dB
- niveau gris de l'image: IRE level = 40

2.4 Discussion

La mesure du rapport porteuse sur bruit dans le cas du bruit blanc ne pose pas de problème car son niveau est le même sur toute la bande de fréquence utilisée. Les deux autres types de bruits ont un niveau qui diminue ou augmente linéairement avec la fréquence (36dB/octave) dans la bande utile.

Nous avons pris comme niveau de référence le rapport porteuse sur bruit au centre de la bande utile, soit à 57 MHz. De cette façon, la valeur moyenne du rapport porteuse/bruit dans la bande de fréquences utile est la même pour chacun des trois types de bruit.

- Effets des différents types de bruit sur le signal de luminance

Le bruit dont la D.S.P. diminue avec la fréquence est le plus destructif, tandis que celui dont la D.S.P. augmente avec la fréquence a le moins d'effet. Le bruit blanc a une influence qui se situe entre les deux.

QUALITÉ vs RAPPORT PORTEUSE/BRUIT
DES COMPOSANTES D'UN SIGNAL DE TV AFFECTÉ PAR DU BRUIT BLANC.

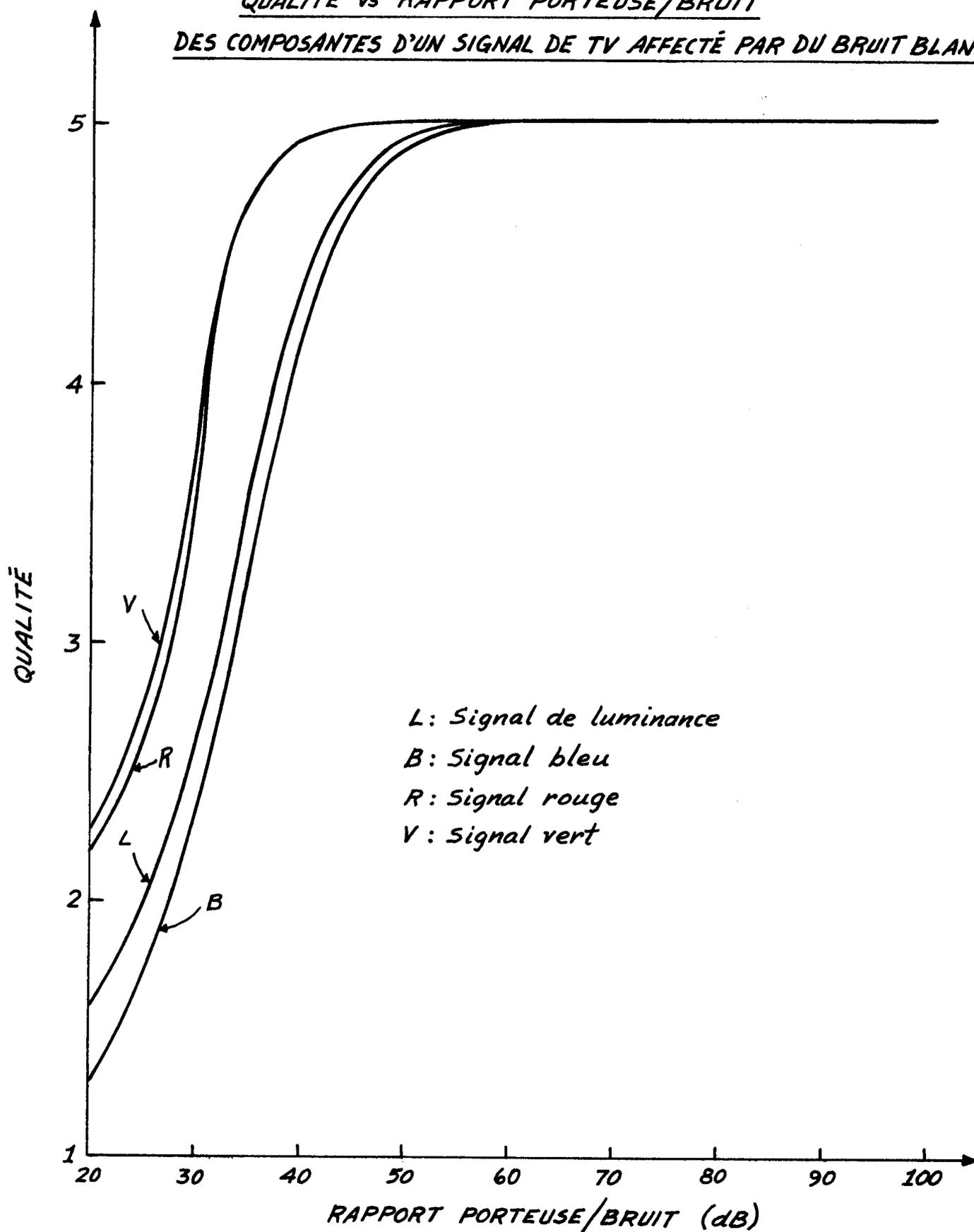


Figure 2.5

QUALITÉ vs RAPPORT PORTEUSE/BRUIT
DES COMPOSANTES D'UN SIGNAL DE TV AFFECTÉ PAR DU BRUIT,
DONT LA D.S.P. DIMINUE RAPIDEMENT AVEC LA FRÉQUENCE.

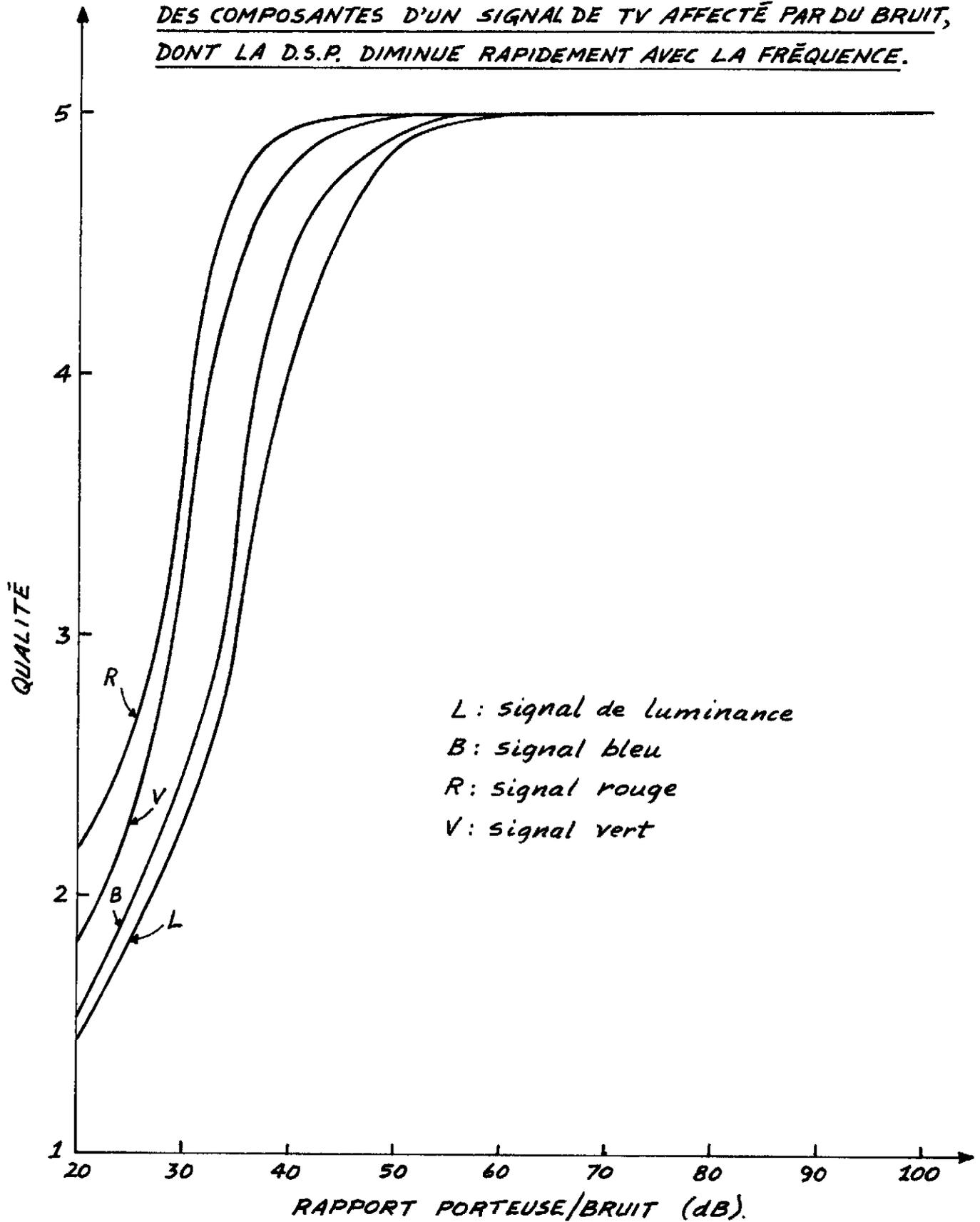
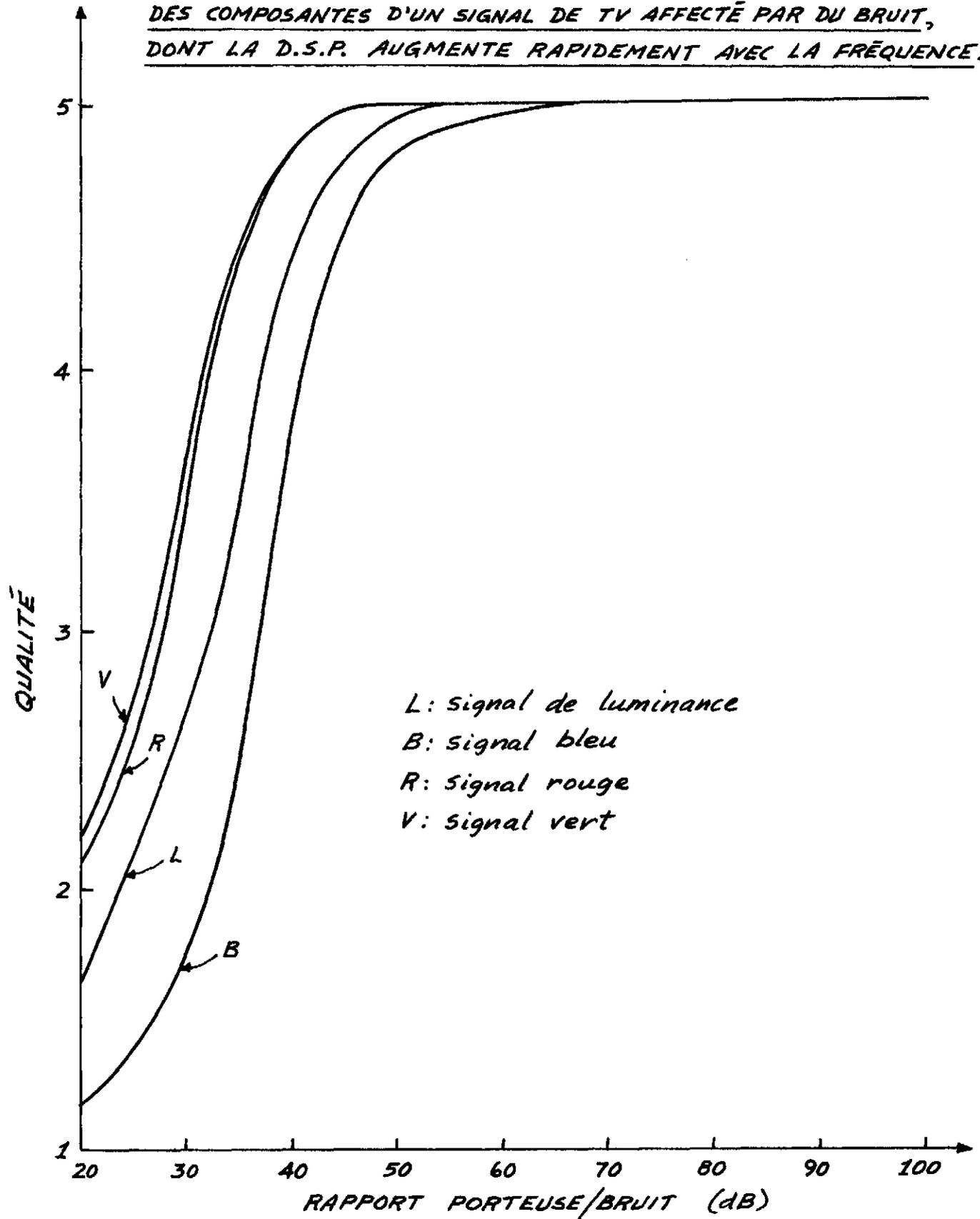


Figure 2.6

QUALITÉ vs RAPPORT PORTEUSE/BRUIT

DES COMPOSANTES D'UN SIGNAL DE TV AFFECTÉ PAR DU BRUIT,
DONT LA D.S.P. AUGMENTE RAPIDEMENT AVEC LA FRÉQUENCE.



L: signal de luminance
B: signal bleu
R: signal rouge
V: signal vert

Figure 2.7

C'est un résultat auquel on devait s'attendre, car le signal de luminance correspondant à une image grise est situé dans le bas du spectre, sur la porteuse image. Il est donc affectable par un niveau de bruit élevé à cette fréquence.

- Effets des différents types de bruit sur le signal de chrominance

Le bruit dont la D.S.P. augmente avec la fréquence est maintenant le plus destructif, tandis que celui dont la D.S.P. diminue avec la fréquence l'est le moins. Le bruit blanc a toujours une influence qui se situe entre les deux.

Ceci est dû au fait que la sous-porteuse couleur qui contient l'information de ces signaux se situe à 3.58 MHz au-dessus de la porteuse image, soit à 58.8 MHz. Le bruit dont le niveau est élevé dans la partie supérieure de la bande est donc le plus influent.

Le signal vert est aussi influencé principalement par le bruit dont la D.S.P. augmente avec la fréquence. On constate par contre que le bruit blanc a un effet moindre que le bruit qui a une D.S.P. diminuant avec la fréquence.

- Effets du bruit sur les composantes du signal de chrominance

Si on examine maintenant la qualité des différents signaux pour chaque type de bruit, on constate dans les trois cas que le signal bleu est le plus affecté, suivi du signal de luminance. Les signaux rouge et vert sont beaucoup moins influencés.

2.5 Conclusion

Pour un même rapport porteuse/bruit moyen, le bruit ayant une D.S.P. diminuant avec la fréquence affecte beaucoup le signal de luminance, tandis que les signaux de chrominance ne sont pas très influencés par lui.

Le bruit avec une D.S.P. qui croît avec la fréquence a l'effet contraire, c'est-à-dire que le signal de luminance n'est pas affecté de façon appréciable tandis que les signaux de chrominance le sont beaucoup plus.

Le bruit blanc a un effet à peu près moyen entre ces deux bruits.

Pour les trois types de bruits, le signal bleu est le plus affecté, suivi du signal de luminance et des signaux rouge et vert qui le sont beaucoup moins.

CHAPITRE III

Mesure de résolution d'un téléviseur

3.1 But

La résolution d'un téléviseur est une mesure de son habilité à reproduire les petits détails.

Le but du projet est donc de réaliser un système permettant de faire une mesure quantitative de la résolution d'un téléviseur.

3.2 Principe utilisé

Le principe utilisé pour effectuer cette mesure est fort simple. Il s'agit de générer des barres verticales (noires et blanches) sur l'écran, puis à l'aide d'un système optique qui couvre une très petite surface d'écran, de mesurer l'intensité lumineuse minimum et maximum correspondant aux barres noires et blanches. On refait ensuite cette mesure pour une plus grande quantité de barres sur l'écran.

La différence entre les intensités maximum et minimum pour différentes fréquences des barres est une mesure de résolution du téléviseur.

Lorsque le seuil de résolution est atteint, la différence d'intensité entre les barres blanches et noires est nulle; on observe alors un niveau gris sur l'écran.

3.3 Génération des barres verticales

La génération des barres verticales est produite par le module TSG-6 du générateur vidéo Tektronix 1410. Celui-ci produit un signal vidéo

sinusoïdal qui a pour effet de donner des barres dont l'intensité varie sinusoïdalement entre le niveau noir et blanc.

3.4 Positionnement des barres

Tel que mentionné précédemment, il faut déplacer le système optique sur une barre noire et sur une barre blanche. Pour ce faire, il est beaucoup plus facile et précis de produire le déplacement des barres sur l'écran que de déplacer le système optique lui-même. Ceci est fait en modifiant en conséquence le générateur vidéo. Le fonctionnement d'une partie du module TSG-6 du générateur vidéo est donnée à la figure 3.1.

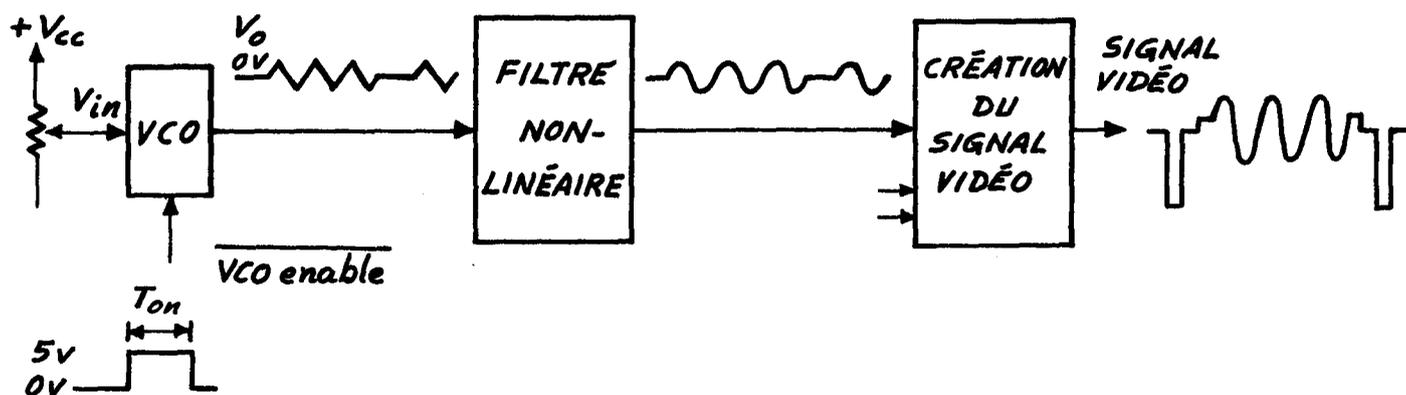


Figure 3.1 - Diagramme résumant en partie le fonctionnement du module TSG-6 du générateur vidéo.

Le VCO est un oscillateur produisant une onde triangulaire (V_o) dont la fréquence dépend de la tension V_{in} . Il oscille lorsque le contrôle $VCO\ enable$ est à 0 volt, et V_o demeure nul si $VCO\ enable$ est à + 5 volts.

Le signal logique $VCO\ enable$ est un synchronisme avec le signal de synchronisation horizontale. Au début de chaque ligne de balayage, le signal $VCO\ enable$ monte à + 5 volts pendant un temps court (T_{on}). Lorsqu'il redescend à 0 volt, l'onde triangulaire débute à partir de 0 volt. Ceci a pour effet d'initialiser au début de chaque ligne de balayage l'onde triangulaire à 0 volt de façon à avoir toutes les lignes de balayage identiques.

Un filtre non-linéaire transforme l'onde triangulaire en une approximation sinusoïdale qui sert à la création du signal vidéo.

Nous pouvons alors voir d'une façon de faire déplacer les barres sur l'écran serait de retarder le départ de l'onde triangulaire en augmentant la durée (T_{on}) du signal $\overline{VCO\ enable}$.

Utilisant ce principe, on débranche le signal $\overline{VCO\ enable}$ du VCO et on s'en sert pour amorcer un circuit qui produit une "impulsion" dont la durée est fonction d'un contrôle accessible, et qui est utilisé pour contrôler "l'enable" du VCO.

La figure 3.2 donne le schéma en blocs de ce circuit.

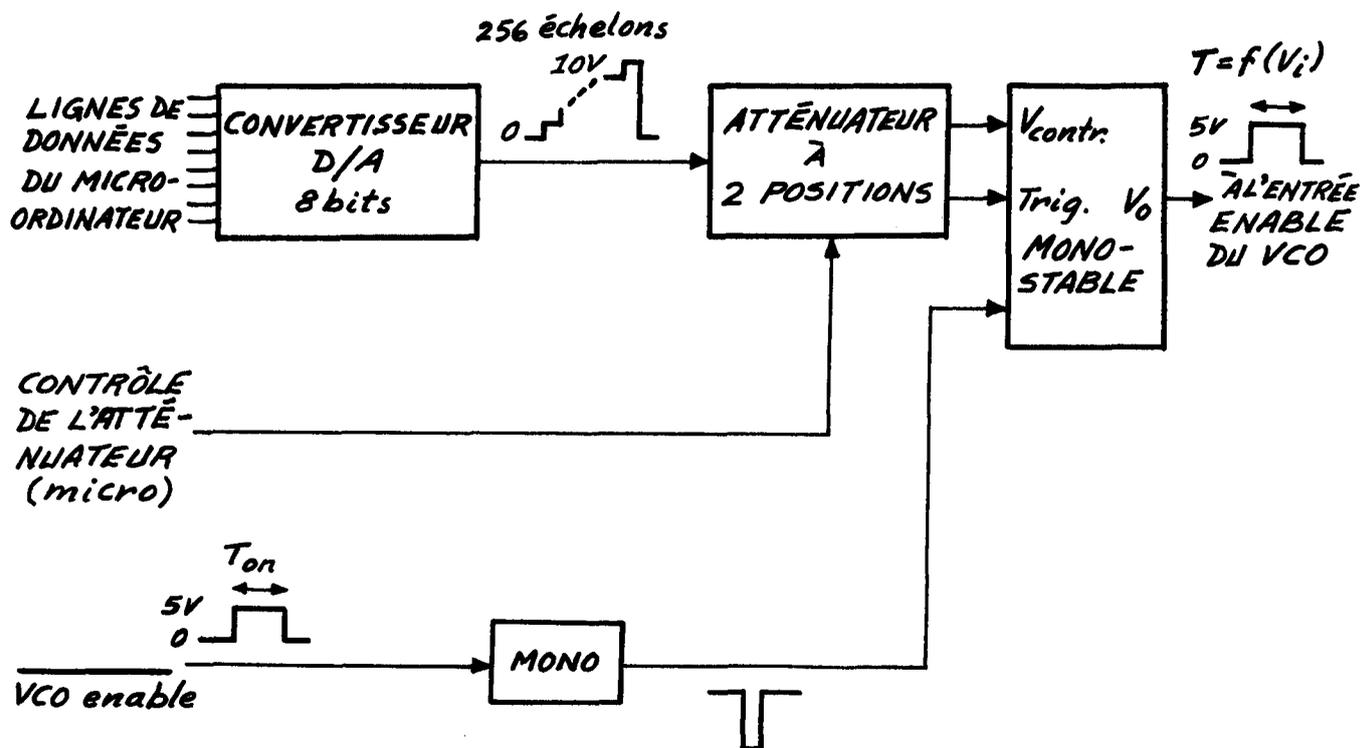


Figure 3.2 - Schéma en blocs du circuit de positionnement des barres.

Ce circuit produit une "impulsion" à V_o dont la durée est fonction de la tension V_i et qui est synchronisé avec le signal $\overline{VCO\ enable}$.

De plus ce circuit a l'avantage d'être contrôlé par le micro-ordinateur utilisé dans ce projet, ce qui facilite la tâche du positionnement des barres qui est effectuée par programmation.

Le déplacement maximum des barres qui est possible, est fonction de la valeur maximum de V_i . Alors, pour peu de barres sur l'écran, il faudra une possibilité de déplacement de celles-ci assez grande pour pouvoir positionner une blanche et une noire, donc une valeur maximale de V_i assez grande. A ce moment l'atténuateur sera à la position "faible atténuation" (-3.4dB).

Pour une fréquence élevée des barres sur l'écran, le déplacement maximum nécessaire au positionnement d'une barre blanche ou noire est plus faible. L'atténuateur sera alors placé dans la position "forte atténuation" (-7.2dB). Le contrôle de l'atténuateur se fait par programmation, le changement d'atténuation se fait à la fréquence de 40 barres blanches par écran (850 KHz). Ces deux valeurs d'atténuation permettent d'avoir plus de précision lors du positionnement à basses fréquences et à hautes fréquences.

Le circuit est ajusté pour avoir un minimum de 20 positions possibles des barres devant l'optique entre deux barres semblables, pour toute la gamme des fréquences utilisées.

Le circuit détaillé et des informations supplémentaires sont données à l'annexe I.

3.5 Contrôle de la fréquence des barres

L'ajustement de la fréquence pourrait se faire manuellement grâce au potentiomètre qui varie la valeur de V_{in} à l'entrée du VCO (voir fig. 3.1).

Mais il est beaucoup plus pratique d'effectuer ce contrôle par programmation à l'aide du micro-ordinateur.

Le principe est de remplacer le potentiomètre par un convertisseur D/A (contrôlé par le micro) qui donne la tension de contrôle du VCO, V_{in} .

Pour connaître la plage des valeurs de V_{in} nécessaire de façon à couvrir toute la gamme des fréquences désirées, on se réfère à la courbe de la fig. 3.4.

Le convertisseur utilisé donne une tension variant de 0 à 10 volts avec 256 échelons. Nous avons besoin d'une tension V_{in} variant de 3 à 6 volts.

Le diagramme de la fig. 3.3 donne les opérations nécessaires à la réalisation de cette tension.

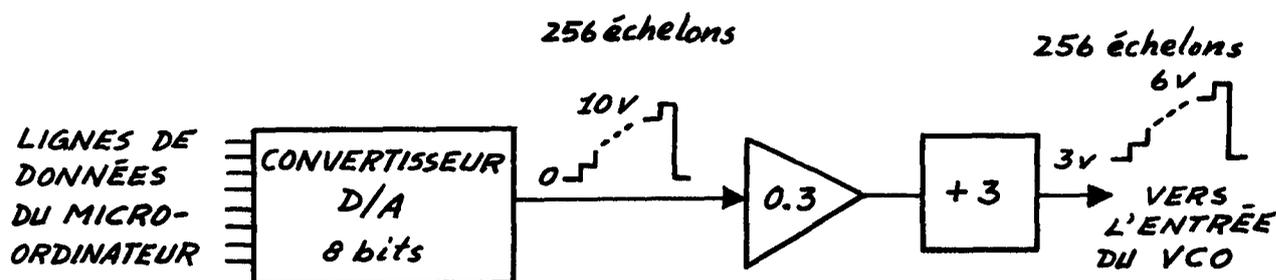


Figure 3.3 - Schéma du circuit de contrôle de la fréquence des barres.

Nous pourrions alors ajuster la fréquence à 256 valeurs différentes dans la gamme utile.

Le circuit détaillé du contrôle de la fréquence est donné à l'annexe 2.

Ces deux circuits (positionnement des barres et contrôle de la fréquence) sont montés sur une carte d'expansion du micro-ordinateur, et sont reliés au générateur vidéo par trois fils blindés.

3.6 Mesure de l'intensité lumineuse

Pour effectuer la mesure de l'intensité lumineuse, nous utilisons le système déjà existant qui est décrit à la fig. 3.5.

CARACTÉRISTIQUE DU VCO
FRÉQ. vs V_{in}

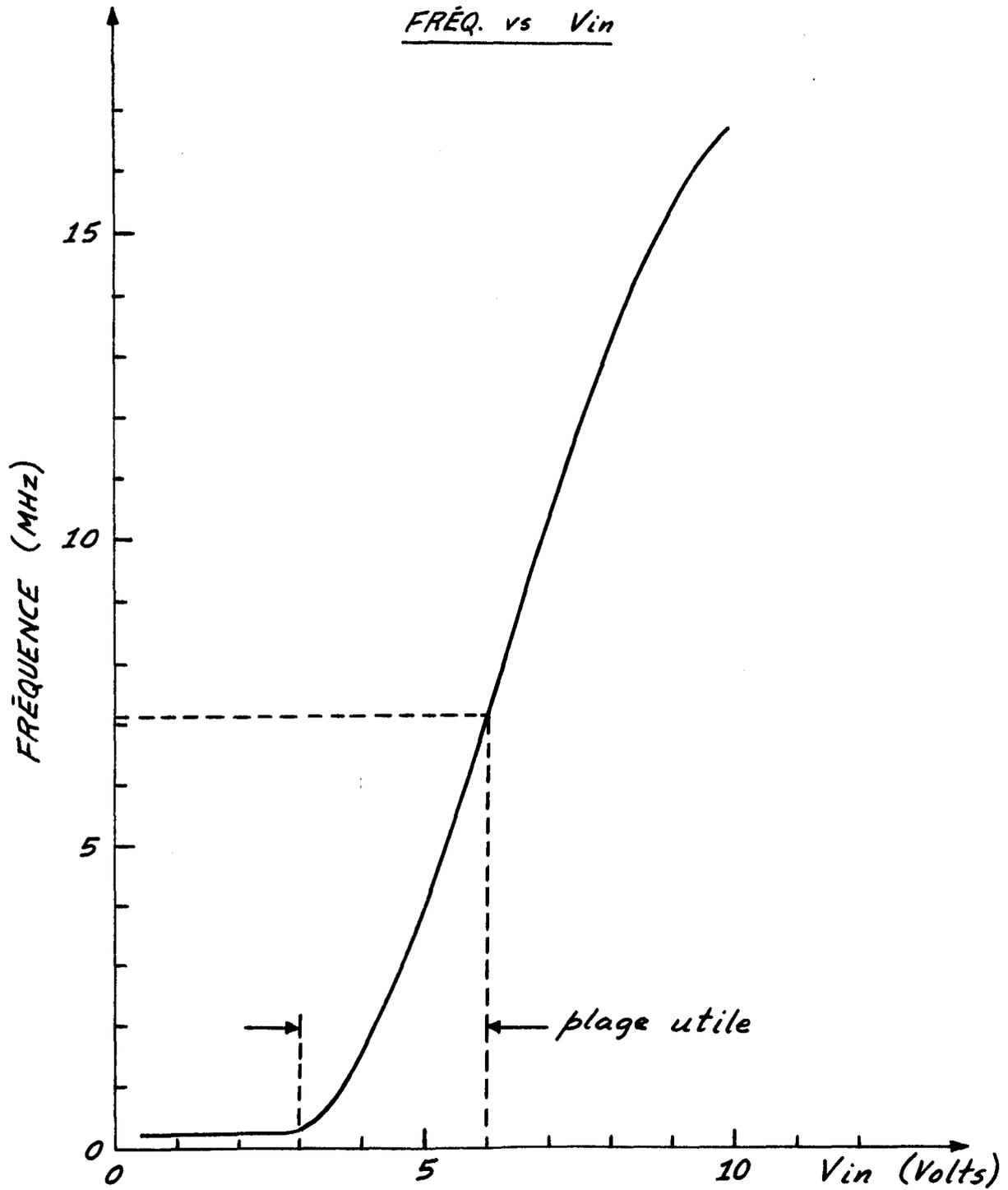


Figure 3.4

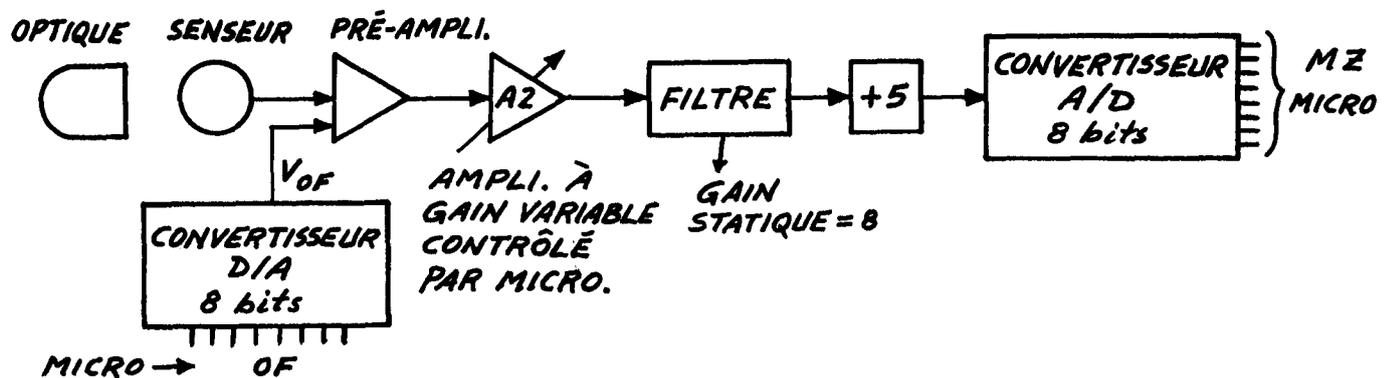


Figure 3.5 - Système permettant la mesure d'intensité lumineuse.

La tension de décalage V_{of} est ajustée de façon à minimiser la mesure MZ en l'absence d'intensité lumineuse.

Le gain (A2) de l'amplificateur à gain variable peut prendre les quatre valeurs suivantes: 1, 10, 100, 1000. Ce gain est ajusté pour avoir la plus grande mesure (MZ) sans cependant faire saturer le convertisseur A/D (MZ = 255).

Le gain $A2=1$ n'est pas utilisé, car même en positionnant une barre très blanche devant le senseur, la mesure MZ demeure inférieure à 255 avec le gain $A2=10$.

L'expérience a montré que la tension de décalage la plus appropriée pour chacun des gains utilisés est:

A2	OF
10	100
100	60
1000	5

où OF est le compte à l'entrée du conv. D/A qui génère V_{of} .

Le filtre qui est représenté n'a pas de rôle dominant pour la simple mesure d'intensité lumineuse etc., alors seul son gain statique intervient.

Enfin, dans le but de comparer des mesures faites avec différents gains (A2) et différents décalages (OF), on peut démontrer la relation suivante qui ramène sur une même base toutes les mesures:

$$VL = (0.8 \times OF) + \frac{39 (MZ - 128)}{A2}$$

où VL est la tension équivalente qui serait produite à l'entrée du conv. A/D par le courant qui circule dans le senseur. Cette relation se démontre en exprimant le courant du senseur en fonction de MZ, A2 et OF et en multipliant celui-ci par la résistance équivalente vue par le senseur, pour donner VL.

3.7 Organigramme permettant la mesure de la résolution d'un téléviseur

Ce programme a pour but de faire les étapes suivantes:

- 1 - Demander à l'opérateur la fréquence désirée (ajuster l'atténuateur en conséquence fig. 2).
- 2 - Faire une suite de déplacements des barres et mesurer l'intensité pour chaque position.
- 3 - Détecter l'intensité minimum et maximum lue.
- 4 - Calculer la différence entre ces deux intensités.
- 5 - Ecrire le résultat.
- 6 - Aller à 1.

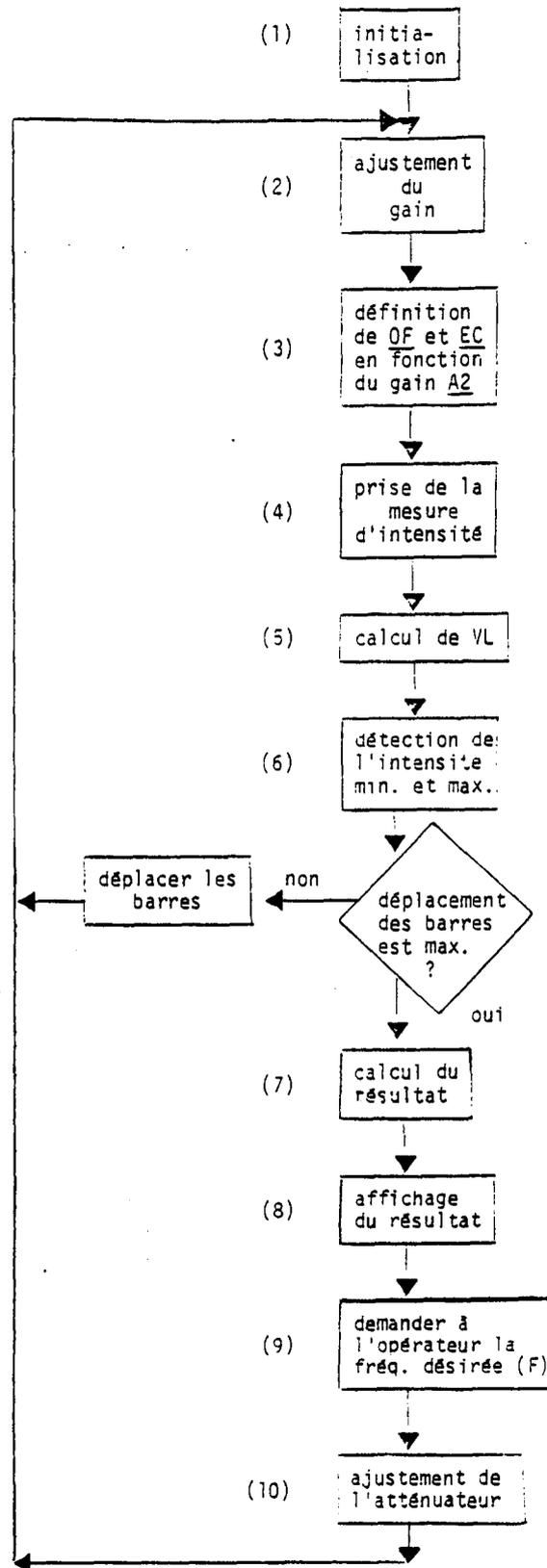


Figure 3.6 - Organigramme pour la mesure de la résolution.

1 - Initialisation

Elle permet de tenir compte de l'éclairage ambiant en demandant à l'opérateur de placer l'intensité minimum sur l'écran, puis en faisant la mesure de cette intensité (pour chacun des 3 gains). Cette mesure (appelée EC) sera soustraite plus tard des mesures prises.

De plus, l'initialisation pose au départ un déplacement minimum des barres ($I=0$), une fréquence minimum de celles-ci ($F=0$) et l'atténuateur en position -3.4dB .

La première mesure prise est donc toujours celle correspondant à la fréquence minimum, ce qui permet d'ajuster les contrôles du téléviseur pour obtenir une mesure à cette fréquence égale à une valeur prédéterminée qui sera la même pour tous les téléviseurs dont on voudra comparer les performances.

2 - Ajustement du gain (A2)

L'ajustement du gain se fait automatiquement par le système. Une mesure d'intensité est prise, puis si elle est trop faible, le gain est augmenté ou si elle fait saturer le convertisseur A/D ($MZ = 255$) le gain est diminué.

Un délai doit être laissé après chaque changement de gain pour permettre la stabilisation des circuits.

3 - Ajustement de OF et EC

Suivant la valeur du gain (A2), le décalage OF est ajusté comme suit:

$$A2 = 10 \quad , \quad OF = 100$$

$$A2 = 100 \quad , \quad OF = 60$$

$$A2 = 1000, \quad OF = 6$$

La mesure de correction (EC) prend la valeur obtenue avec le gain A2 lors de l'initialisation.

4 - Mesure d'intensité

Le système prend alors 50 mesures d'intensité et en fait la moyenne (MZ). Ceci est dans le but de diminuer l'effet du bruit sur les erreurs.

5 - Calcul de VL

Le système calcule VL avec la relation connue en prenant soin de soustraire la mesure de correction EC.

6 - Détection du minimum et maximum

Pour détecter l'intensité minimum (barre noire) et maximum (barre blanche), le système compare la dernière mesure prise (VL) à la valeur minimum et maximum jusqu'ici atteinte pour cette fréquence, si $VL < \text{minimum}$, alors le minimum est défini par VL et si $VL > \text{maximum}$, alors le maximum prend la valeur de VL.

Après avoir compléter la mesure pour une fréquence, les variables minimum et maximum sont ré-initialisées.

7 - Le calcul du résultat

Ce bloc calcule la différence entre maximum et minimum

$$\text{REP} = \text{maximum} - \text{minimum}$$

et la valeur relative en dB

$$\text{valeur en dB} = 10 \log_{10} (\text{maximum} - \text{minimum})$$

en prenant la référence 0dB au point où maximum - minimum = 1 .

8 - Affichage du résultat

Affiche la différence maximum - minimum, sa valeur en dB, la valeur de F et la tension à l'entrée du VCO.

9 - Demande d'une fréquence

Le système interroge le terminal pour obtenir une valeur de fréquence (F). Si l'opérateur ne désire plus faire de mesure, il n'a qu'à taper "RETURN" sans entrer de fréquence.

10 - Ajustement de l'atténuateur

Ce bloc ajuste l'atténuateur en fonction de F:

$F < 59$ atténuateur à -3.4dB

$F > 59$ atténuateur à -7.2dB

Il effectue ensuite un branchement pour démarrer le processus d'une autre mesure.

A cause des multiples itérations et délais, le temps d'exécution de ce programme pour la mesure d'un point de la courbe de résolution est d'environ 1 minute et demie; il faudra donc prévoir 30 minutes pour déterminer l'ensemble de la courbe de résolution d'un téléviseur.

L'organigramme détaillé ainsi que le programme sont donnés à l'annexe 3.

3.8 Modifications du système optique

La mesure de résolution nécessite quelques légères modifications au système optique existant:

- Pour couvrir une surface d'écran suffisamment petite, il faut utiliser un objectif 5X.
- Le masque circulaire situé dans l'oculaire doit être remplacé par un masque rectangulaire dont l'ouverture a les dimensions suivantes:

largeur 4.0 mm

hauteur 11 mm

Ce masque permet de laisser passer plus de lumière que le masque circulaire, sans avoir une plus grande largeur. Ainsi, à cause de la largeur finie de la zone observée, le système sera limité dans ses mesures à une fréquence maximale de 12 cycles/cm; ce qui est amplement suffisant pour tous les téléviseurs dont la largeur de l'écran est supérieure à 20 cm (correspond à un signal vidéo de 10 MHz pour un téléviseur de 40 cm). Pour des téléviseurs avec un écran moins large que 20 cm (8 po.) il faudra placer un objectif avec un plus grand grossissement.

- Enfin, il faut placer un petit dôme au-dessus de l'objectif, dans le but de diminuer la lumière ambiante incidente. Si l'éclairage ambiant est trop élevé, lors de l'initialisation, la mesure de EC fera saturer le convertisseur A/D, alors un message sera fourni, disant de placer le dôme pour abriter l'objectif.

3.9 Procédure à suivre pour effectuer la mesure de résolution d'un téléviseur

1 - Il faut réaliser le montage suivant:

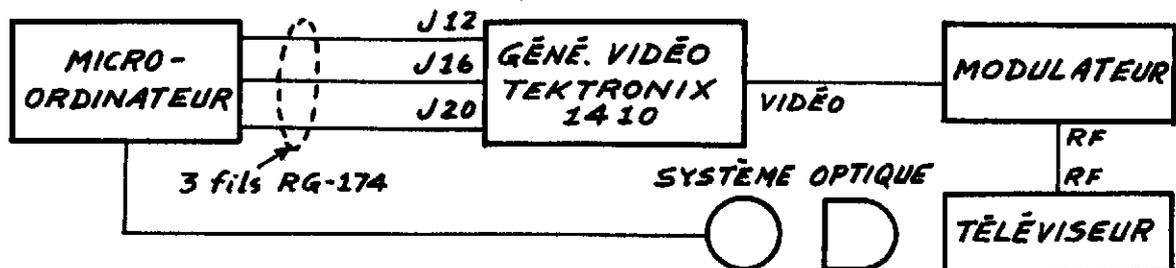


figure 3-7: Montage expérimental pour la mesure de résolution.

- 2 - Les boutons du module TSG-6 du gén. vidéo doivent être dans la position suivante:

Freq. range:	HIGH
Markers:	OFF
Composite continuous:	COMPOSITE
Amplitude:	REDUCE
Burst.:	OFF
Mode:	MANUAL

- 3 - Pour pouvoir comparer la résolution de différents téléviseurs, il faut que ceux-ci aient été mesurés dans les mêmes conditions. Alors, il faut que les différents contrôles de ceux-ci (contraste, intensité, teinte, couleur, image) soient ajustés environ de la même façon.

Pour ajuster la teinte et l'intensité des couleurs, on peut se servir du module TSG-1 qui génère des barres de couleurs. Suivant un standard rosé, on ajuste la teinte et l'intensité des couleurs. Le bouton "contrast" sera placé dans sa position médiane. Pour l'ajustement du bouton "intensité" (brightness) et "image" (picture) il faut attendre après l'initialisation du programme.

- 4 - Placer le système optique en position devant l'écran du téléviseur, de façon à avoir environ 1 cm entre l'objectif et l'écran. S'assurer d'avoir l'objectif 5X et le masque rectangulaire. Ajuster la mise au foyer du système optique en se servant de la vis d'ajustement appropriée. Vérifier que le masque rectangulaire est bien en position verticale.

Placer le senseur devant l'oculaire de façon à avoir un contact étanche à la lumière. Ajuster le dôme au dessus de l'objectif pour diminuer la lumière ambiante.

- 5 - Après avoir chargé le programme, taper RUN, le système demandera de placer l'intensité minimum sur l'écran, placer alors le bouton "intensité" et "picture" pour obtenir une valeur d'environ 26 dB comme première lecture (F=0) par quelques essais à cette fréquence.

(Rappelez-vous que chaque mesure demande un temps d'environ 1 minute et demie).

- 6 - Fournissez ensuite la fréquence désirée, le temps que prend le système à donner une réponse peut être utilisé pour construire la courbe de résolution sur papier graphique. Les points intéressants à mesurer seront alors plus évidents.
- 7 - La courbe de résolution doit se faire sur du papier semi-logarithmique (2 cycles), en plaçant sur l'échelle linéaire la différence relative d'intensité (en dB) et sur l'échelle logarithmique la fréquence des barres (en cycle/cm sur l'écran).

L'annexe 4 donne la table de correspondance entre le compte (F) à l'entrée du convertisseur D/A (3), la tension à l'entrée du VCO et la fréquence correspondante des barres (en MHz).

La conversion de la fréquence exprimée en MHz à cycle/cm sur l'écran peut se faire à l'aide de la relation suivante:

$$\text{Fréq. (cycle/cm)} = \text{Fréq. (MHz)} \times \frac{47}{\text{largeur de l'écran (cm)}}$$

La largeur de l'écran doit se mesurer après l'initialisation, en mesurant la largeur entre les deux petites barres grises apparaissant à gauche et à droite de l'écran.

La courbe obtenue se prête très bien à des fins de comparaison.

Un exemple de courbe de résolution est donnée à la figure 8 de la page suivante.

Le modulateur utilisé pour la mesure de cette courbe a une réponse en fréquence insuffisante; c'est pourquoi les mesures obtenues pour une fréquence supérieure à 3 cycles/cm sont fonction de la limitation du modulateur.

COURBE DE RÉSOLUTION
DU TÉLÉVISEUR SONY KV-1922

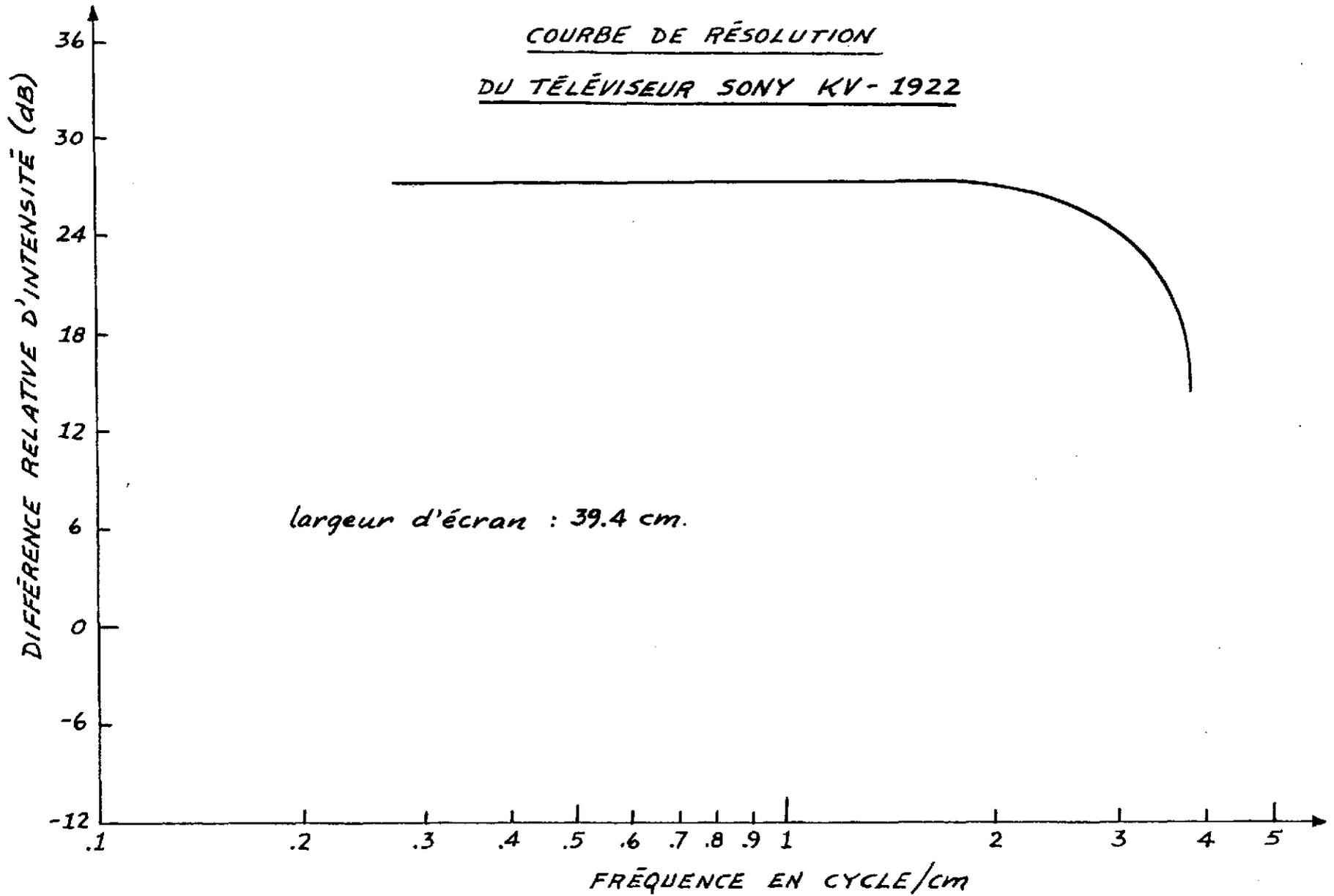


Figure 3.8

3.10 Considérations pratiques

La mesure de résolution ne doit pas être affectée par la limitation de l'instrumentation utilisé dans le montage expérimental.

L'amplitude du signal vidéo provenant du générateur doit donc demeurer constante sur toute la plage des fréquences utilisées. En pratique, cette amplitude diminue de 0.5 dB en passant de la fréquence minimum à maximum. Cette faible diminution n'a pas d'influence notable sur la courbe de résolution.

Le modulateur doit aussi avoir une même réponse sur toute la bande utile du signal vidéo. C'est pourquoi la projet a nécessité la commande du modulateur TM-2400 de CATEL, qui a une réponse de 30 Hz à 4.2 MHz à ± 1 dB.

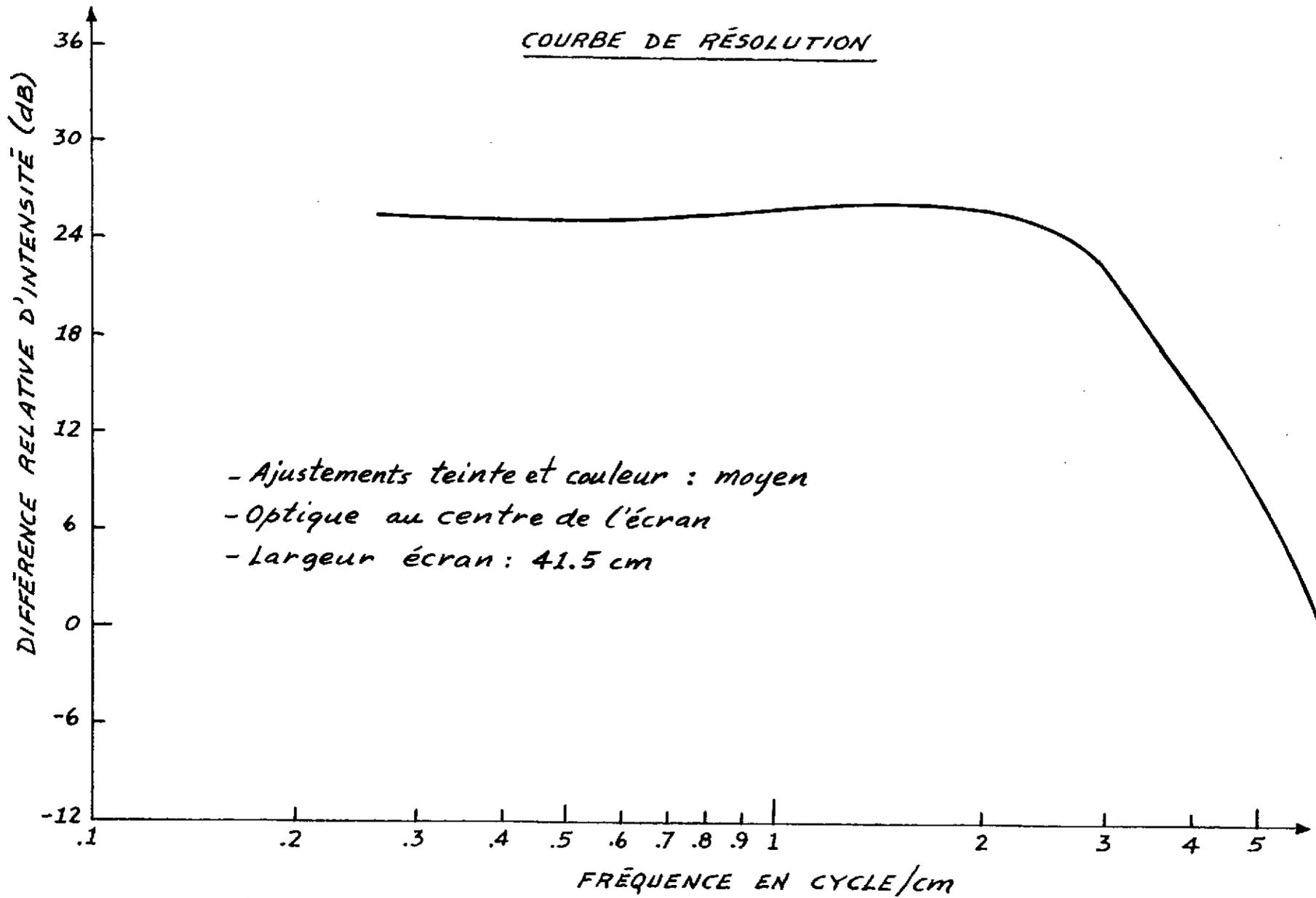
3.11 Autres considérations

Dans le but de minimiser les manipulations d'ajustements des téléviseurs soumis à une mesure de résolution, nous allons étudier l'effet des contrôles "teinte" et "couleur", ainsi que l'influence de la position de l'optique devant l'écran (au centre, à droite) sur la courbe de résolution.

Pour ce faire, la mesure de la courbe de résolution est obtenue avec les ajustements "teinte" et "couleur" moyens et l'optique au centre de l'écran. Chacun des paramètres est alors varié indépendamment et l'effet de chacun de ces contrôles est étudié en mesurant la courbe de résolution correspondante.

Les courbes ainsi obtenues sont représentées aux figures 3.8 à 3.14 inclusivement.

COURBE DE RÉSOLUTION



- Ajustements teinte et couleur : moyen
- Optique au centre de l'écran
- Largeur écran : 41.5 cm

Figure 3.9

COURBE DE RÉSOLUTION

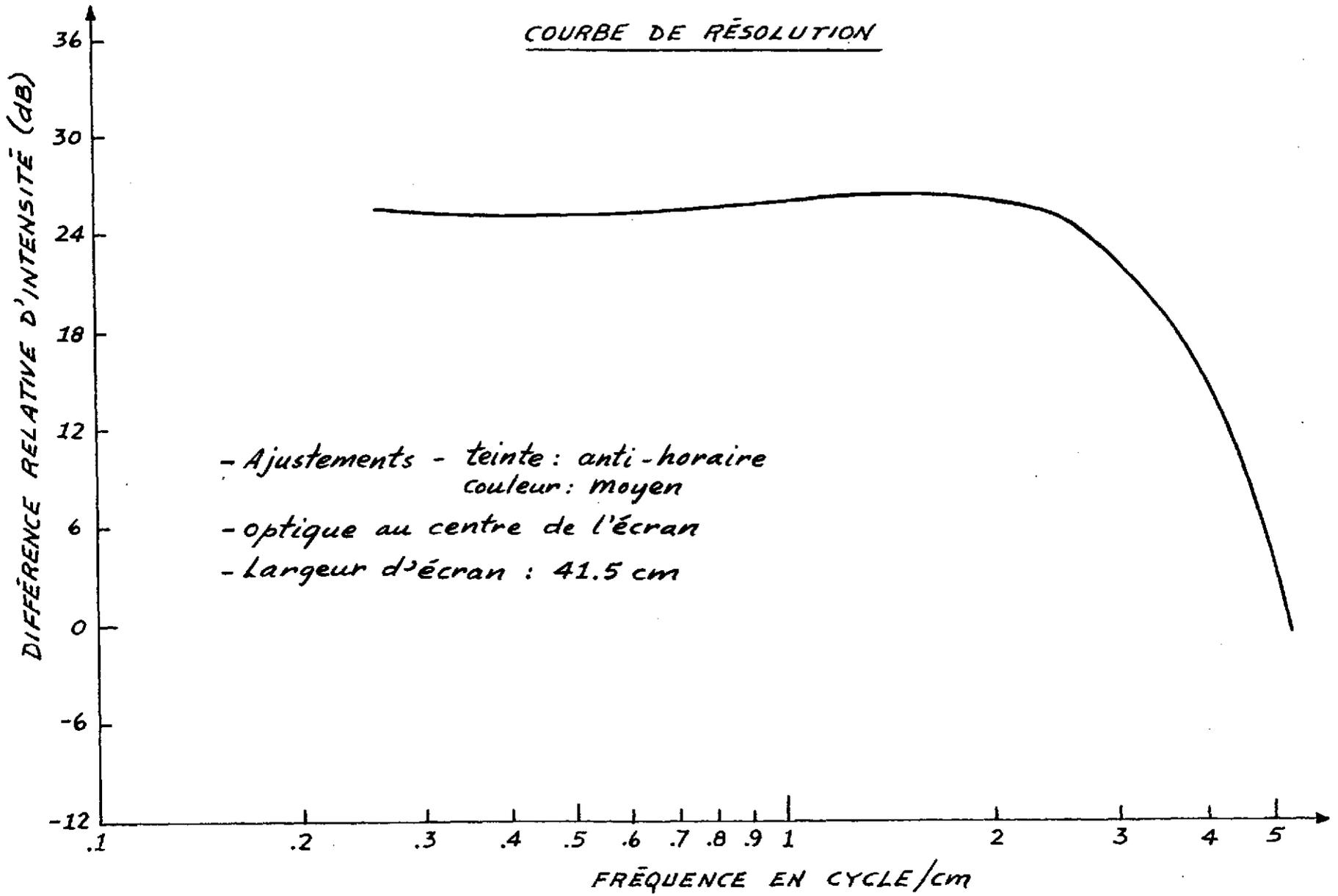


Figure 3.10

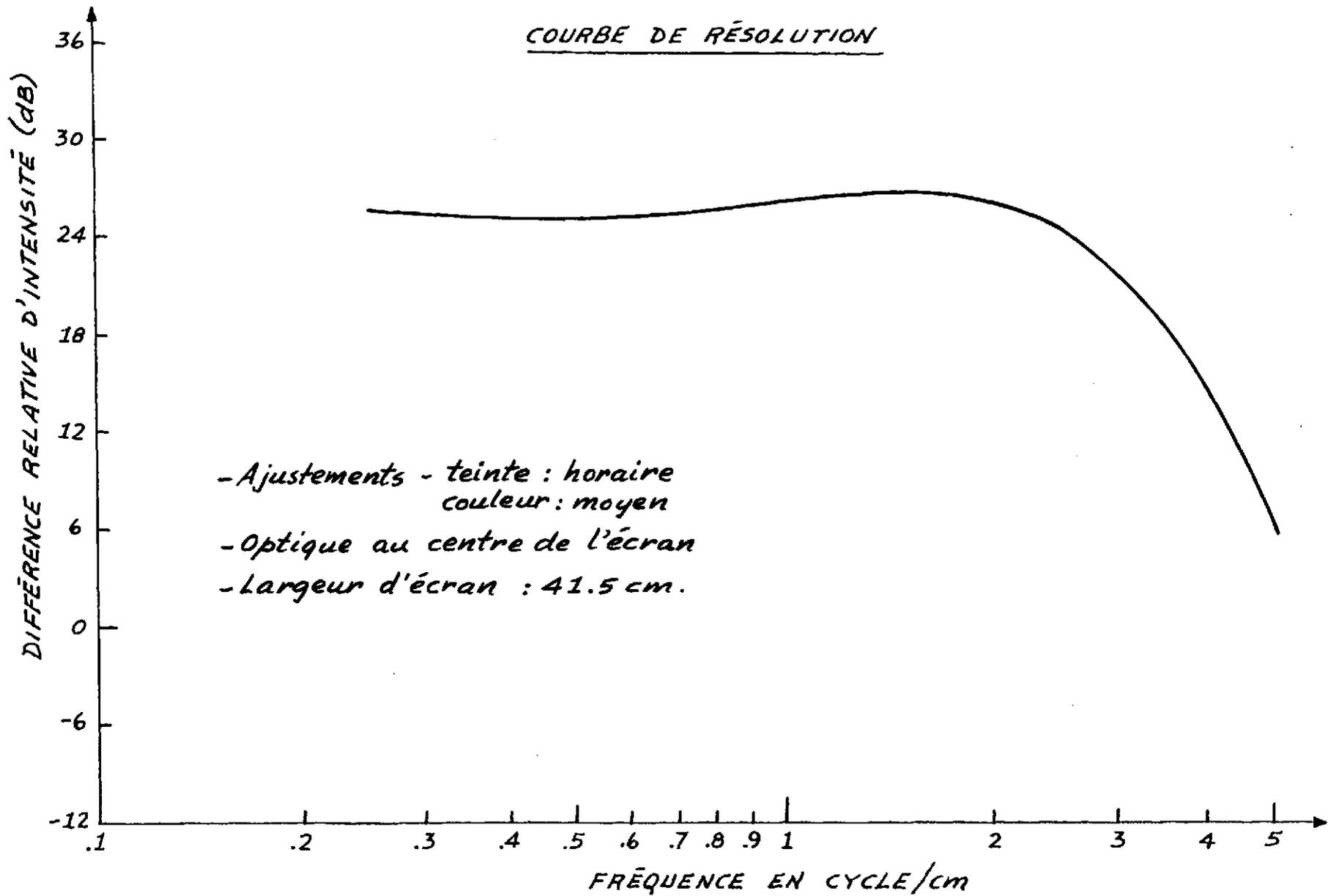
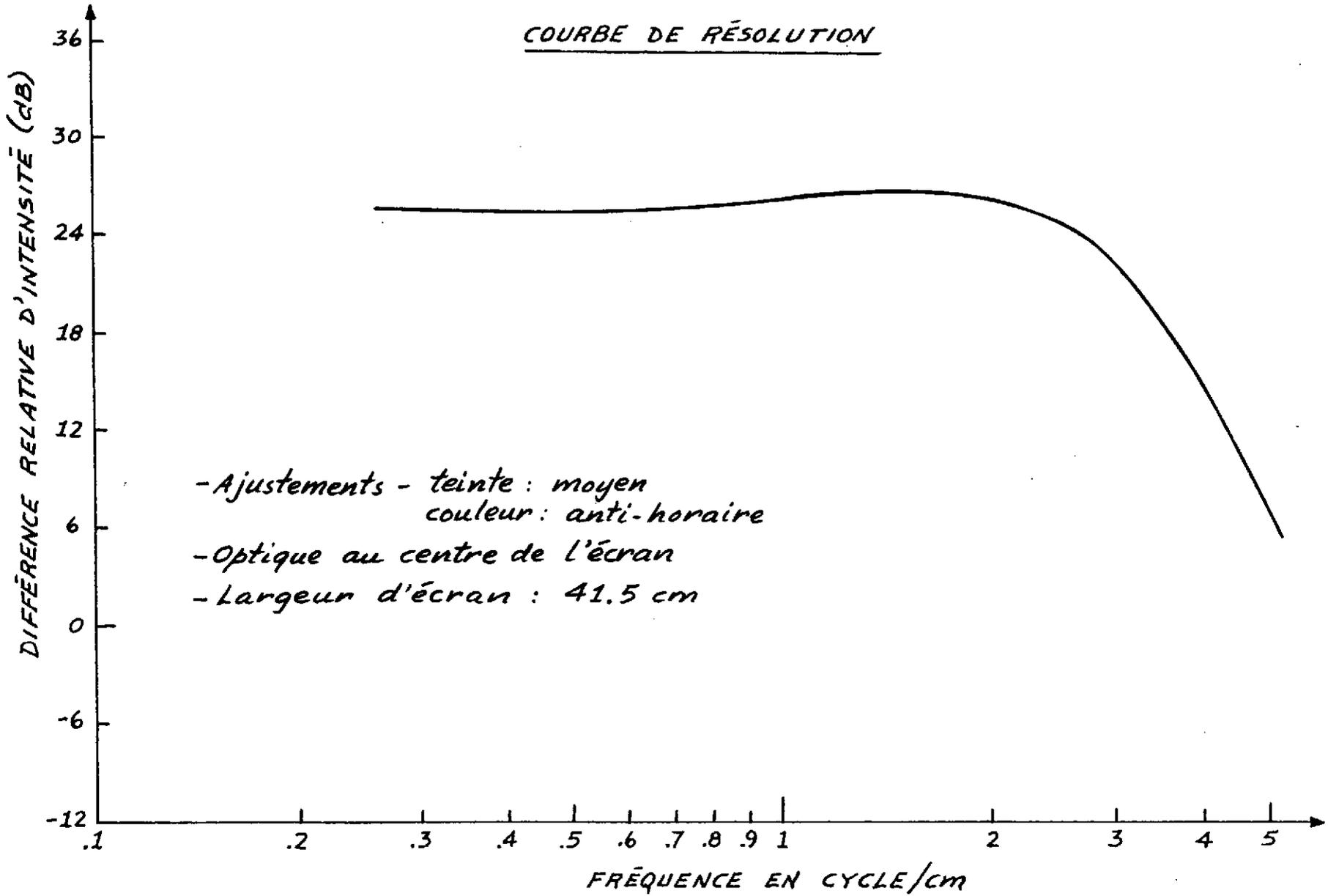


Figure 3.11

COURBE DE RÉSOLUTION



- Ajustements - teinte : moyen
couleur : anti-horaire
- Optique au centre de l'écran
- Largeur d'écran : 41.5 cm

Figure 3.12

COURBE DE RÉSOLUTION

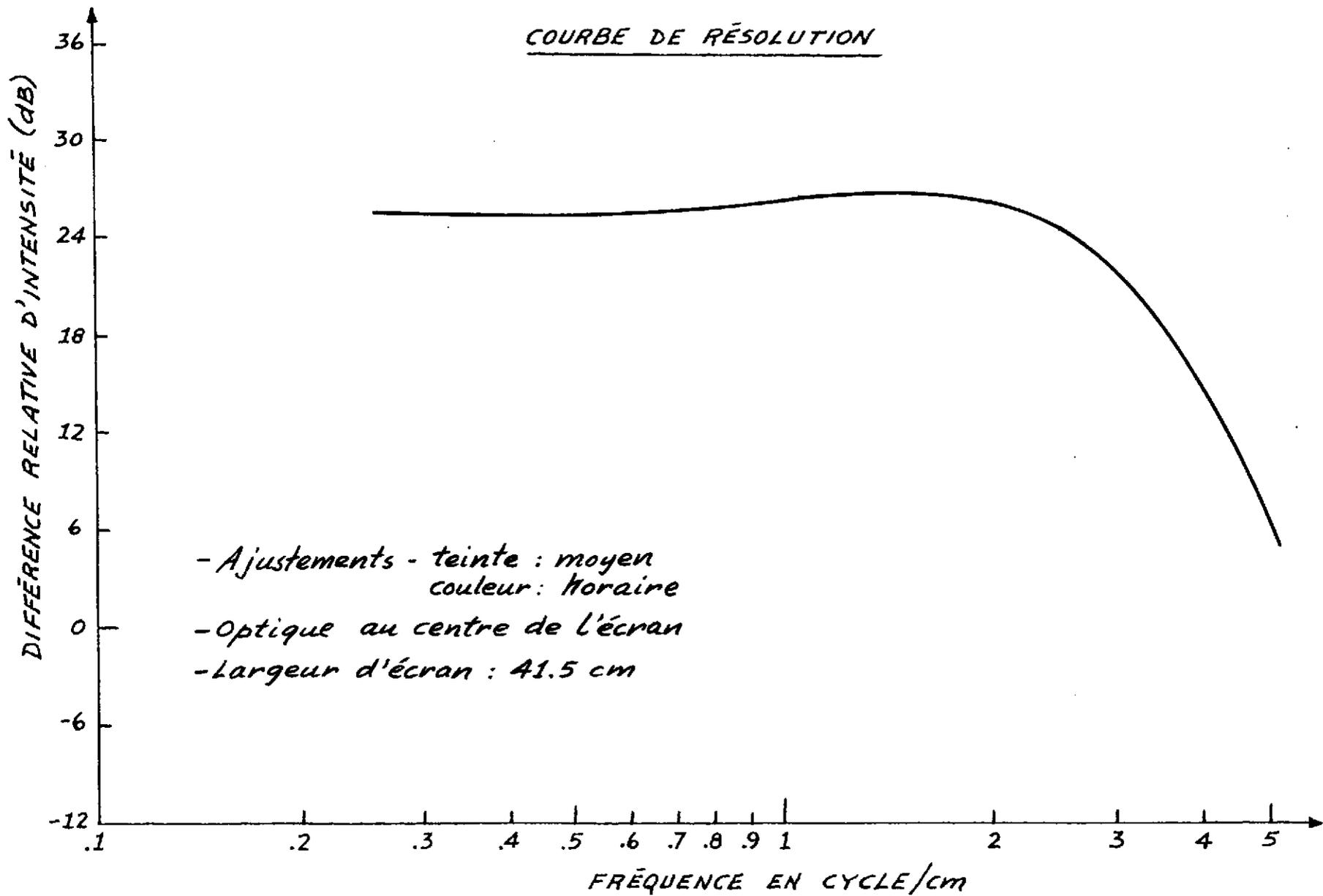
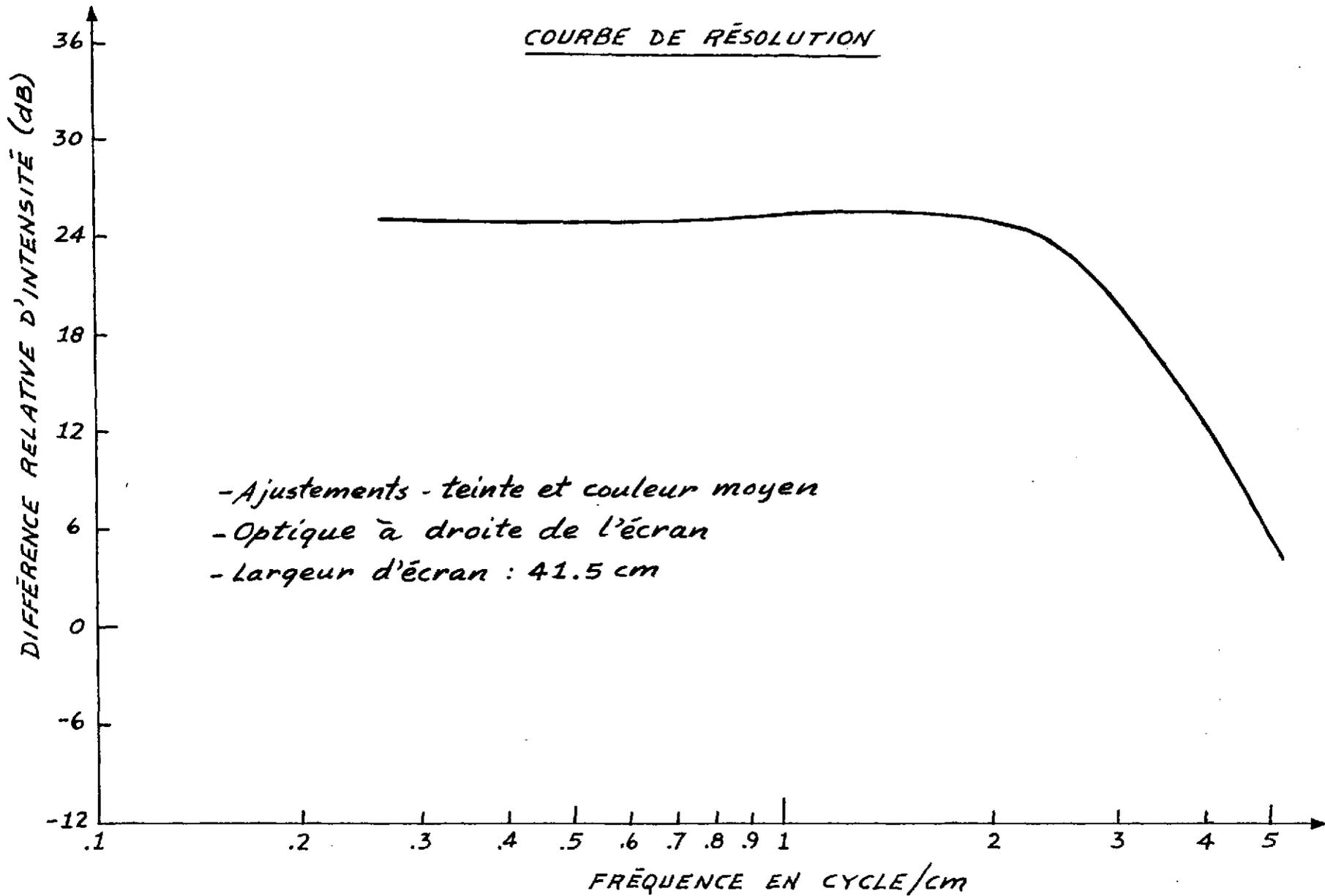


Figure 3.13

COURBE DE RÉSOLUTION



- Ajustements - teinte et couleur moyen
- Optique à droite de l'écran
- Largeur d'écran : 41.5 cm

Figure 3.14

3.12 Conclusion

Les courbes obtenues nous permettent de voir que les ajustements "teinte" et "couleur" n'ont pas d'effet sur la courbe de résolution. Par contre, le positionnement à droite de l'écran du système optique provoque une diminution sensible de la largeur de bande mesurée.

Les procédures d'ajustement de la "teinte" et "couleur" pour effectuer la mesure de résolution d'un téléviseur n'est donc pas nécessaire; il faudra par contre placer le système optique à la même position sur l'écran pour tous les téléviseurs soumis à cette mesure.

CHAPITRE 4

Mesure de la qualité de l'image d'un téléviseur en fonction du rapport signal/bruit pour différentes largeurs de bande de l'ampli. vidéo

4.1 Introduction

L'augmentation de la largeur de bande d'un téléviseur permet une meilleure réponse des petits détails, mais elle provoque aussi l'augmentation du niveau de bruit sur l'écran.

Le but de cette expérience est de mesurer la qualité de l'image en fonction du rapport signal au bruit électrique à l'entrée RF, pour différentes largeurs de bande du téléviseur.

4.2 Méthodologie

La variation de la largeur de bande du téléviseur est réalisée par l'introduction d'un filtre passe-bas dans sa section vidéo.

Le montage utilisé est donné à la figure 4.1 et les courbes de résolution du téléviseur sont données aux figures 4.2 à 4.7. La figure 4.8 donne les courbes de la qualité de l'image versus le rapport signal au bruit pour différentes largeurs de bande.

MONTAGE EXPÉRIMENTAL

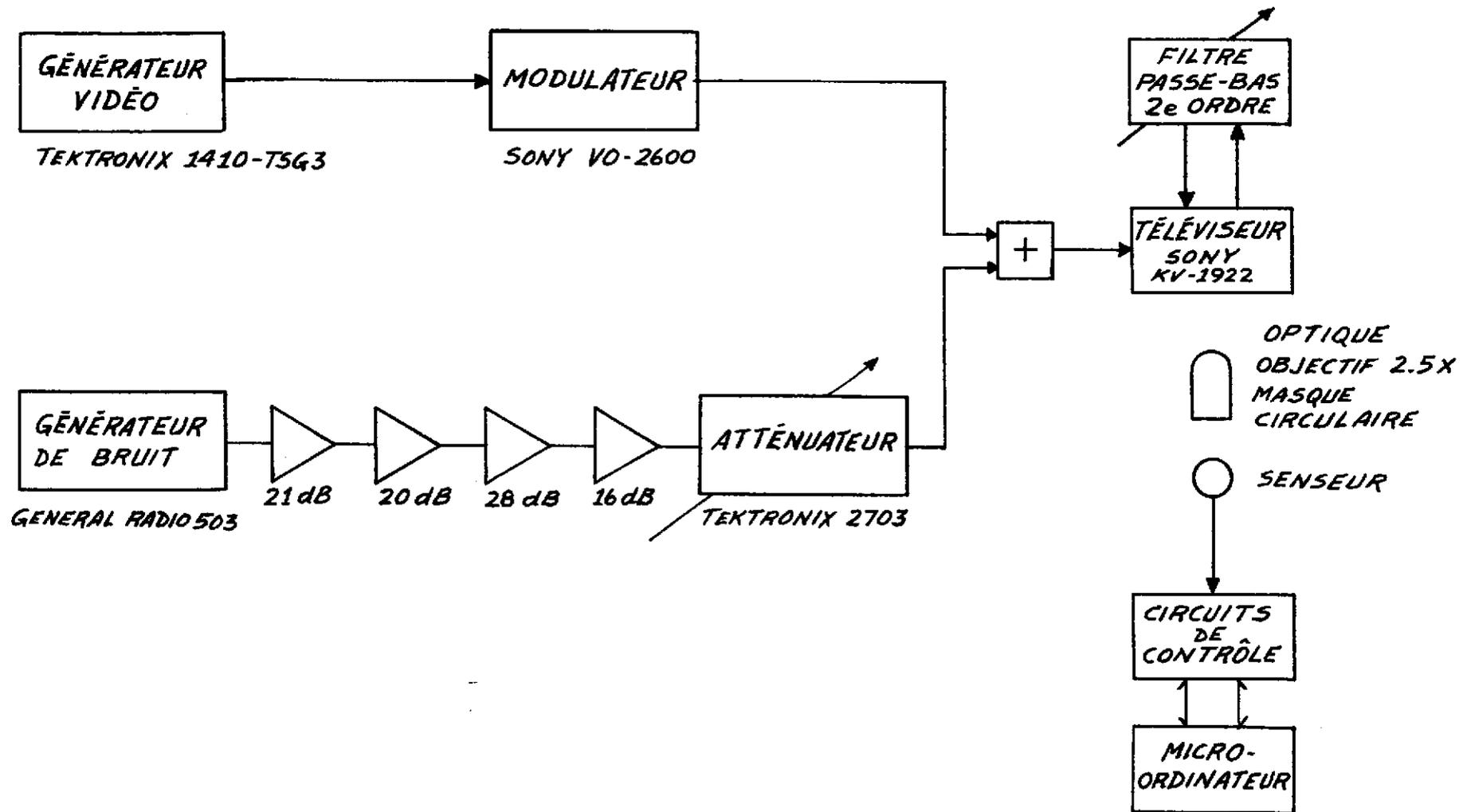


Figure 4.1

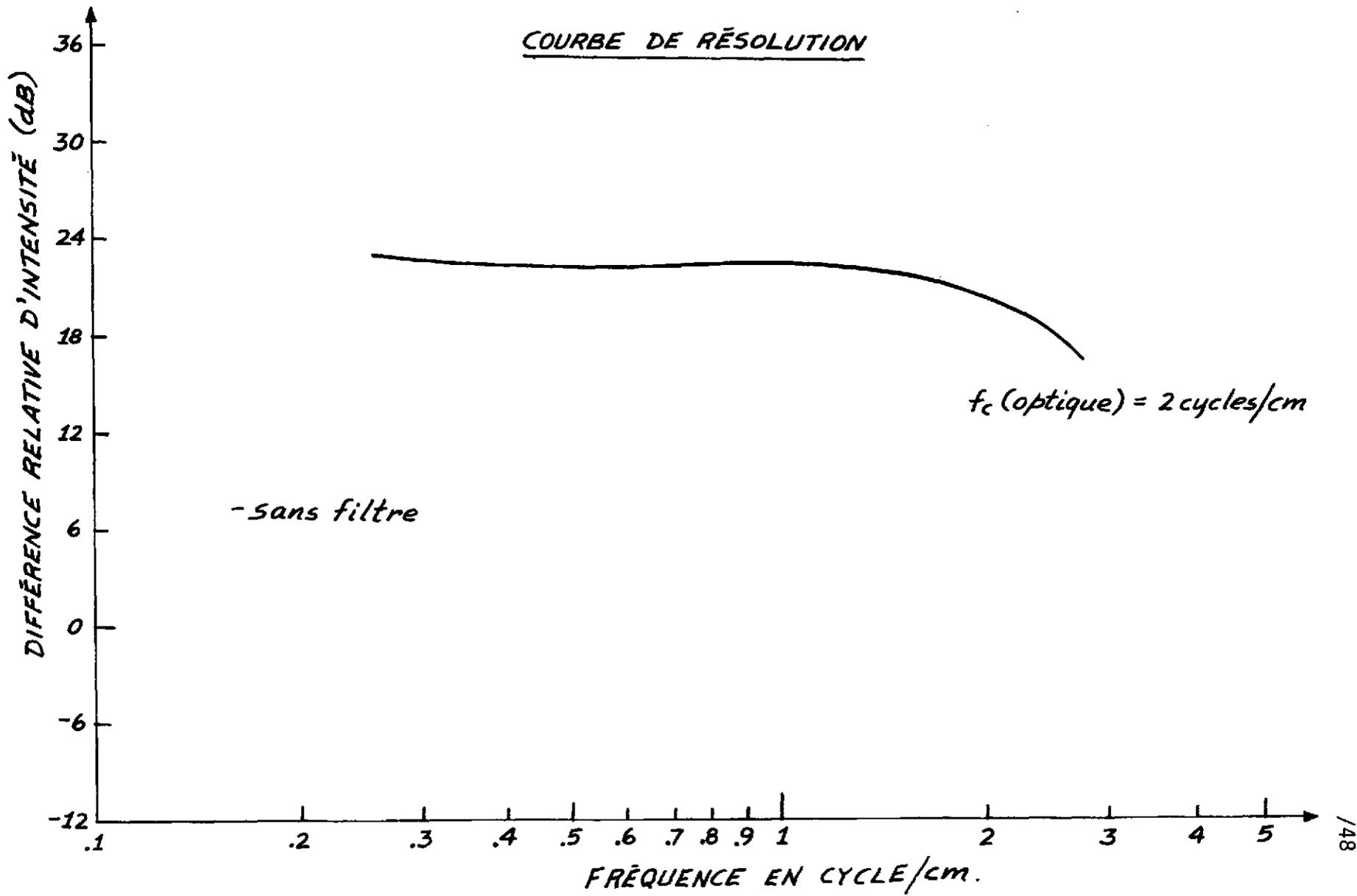


Figure 4.2

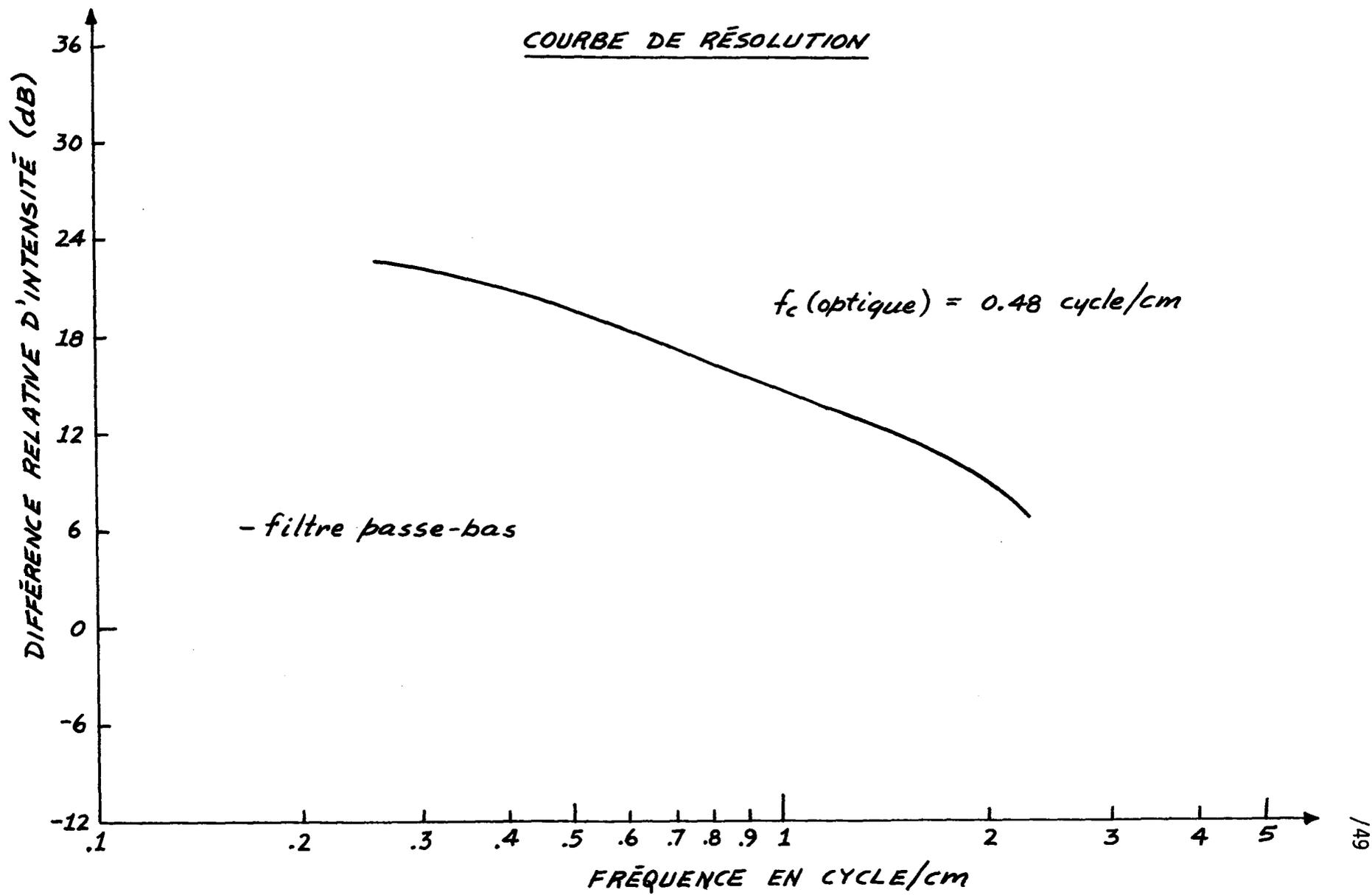


Figure 4.3

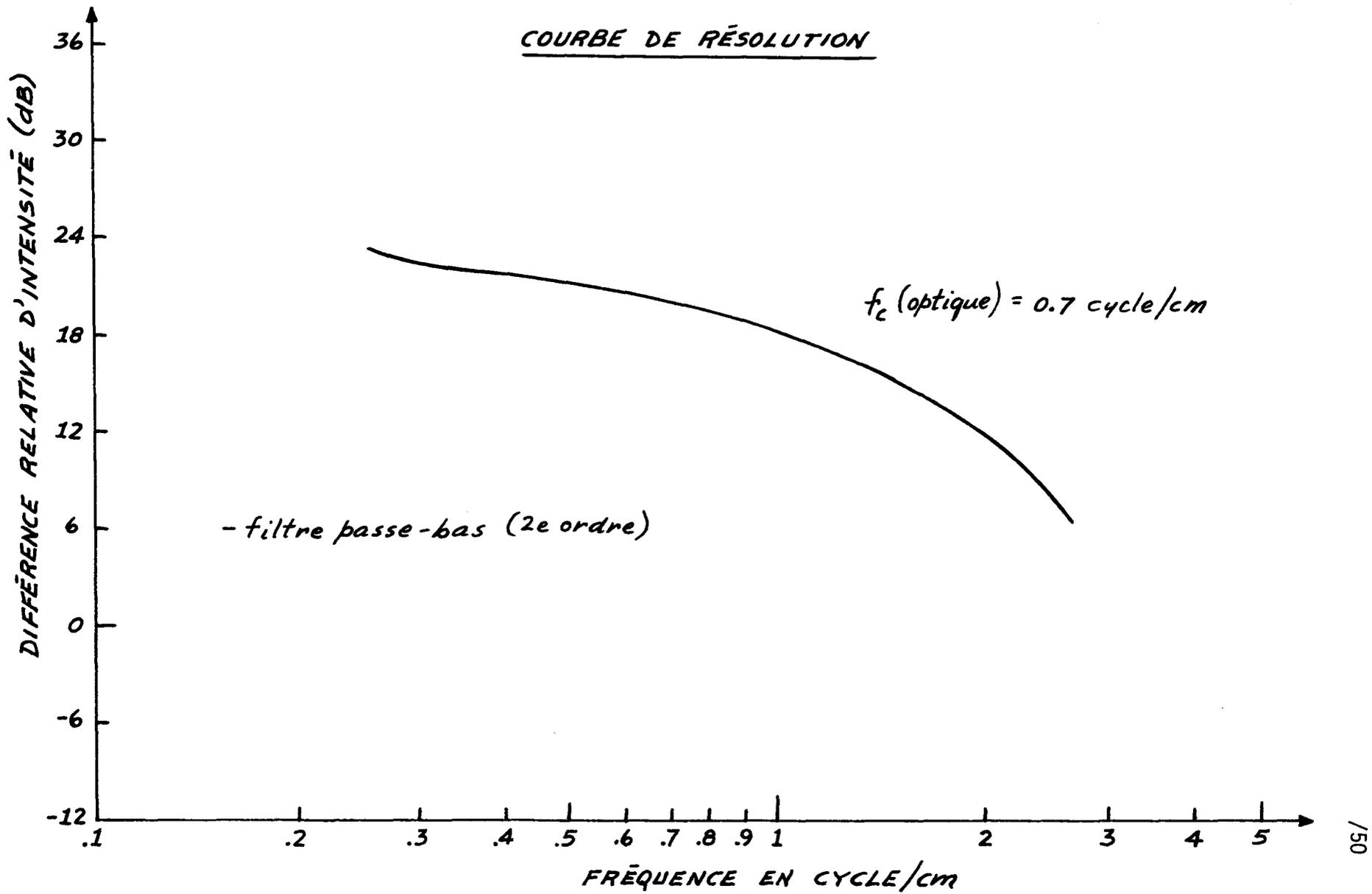


Figure 4.4

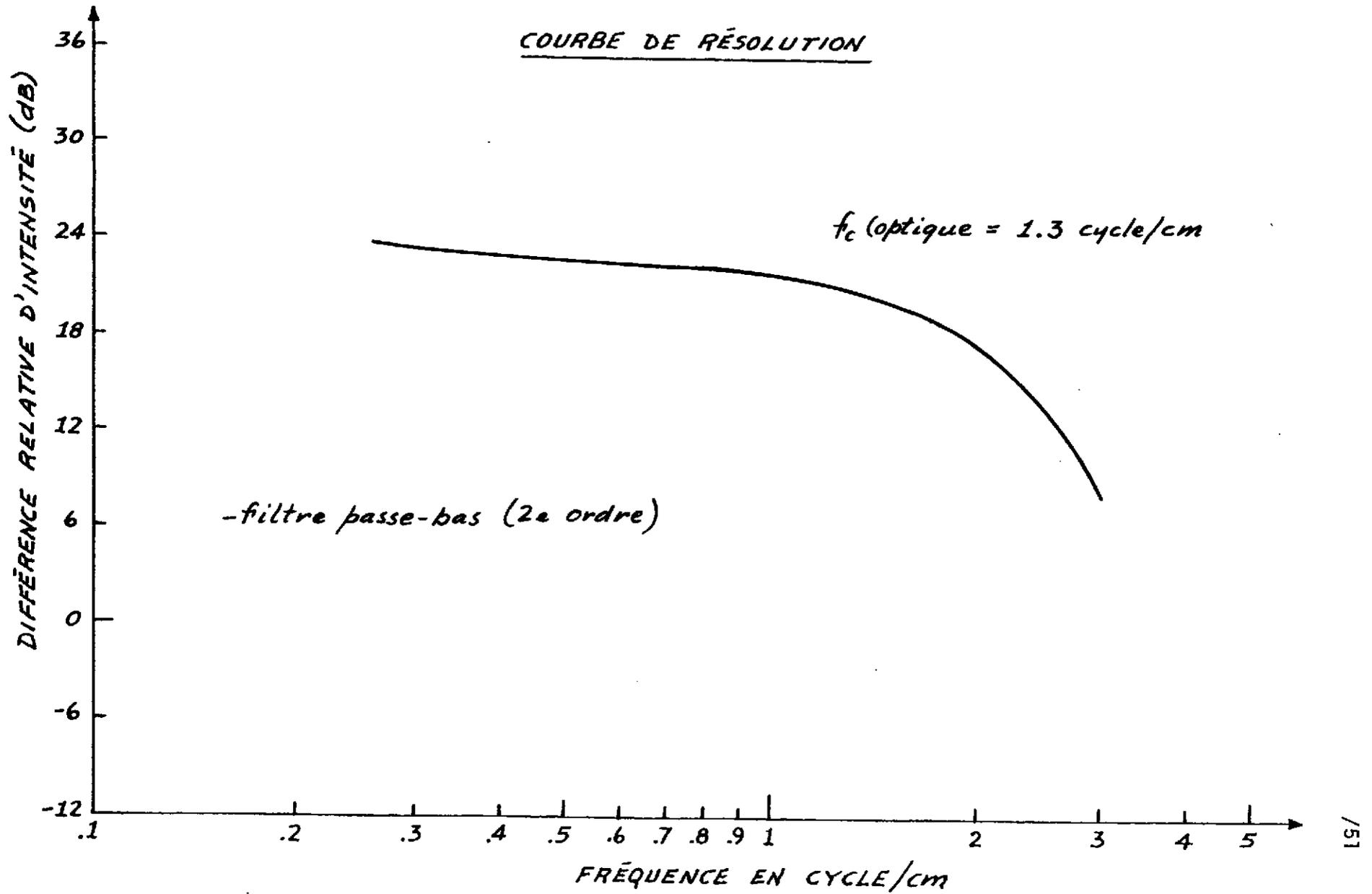


Figure 4.5

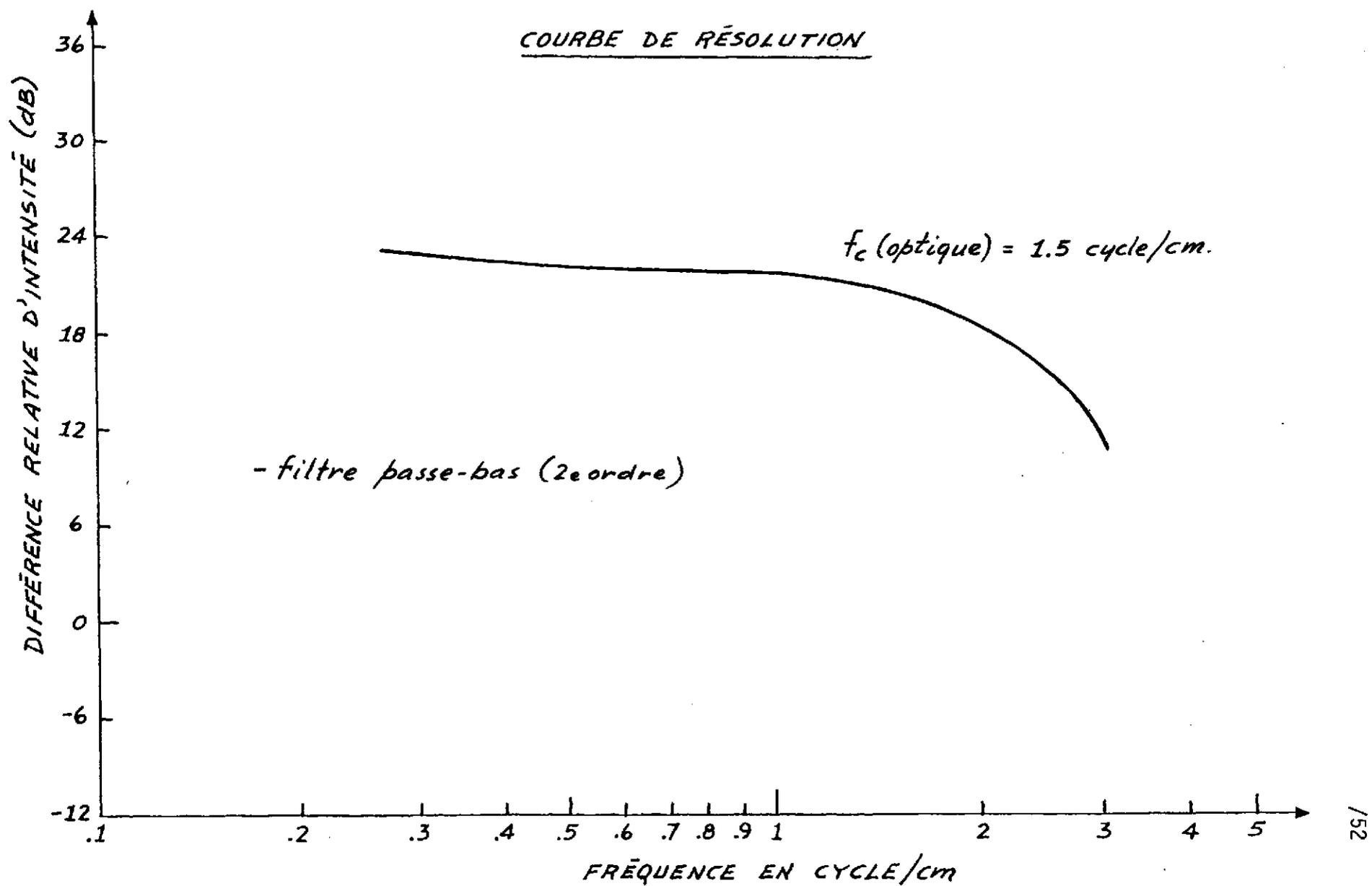
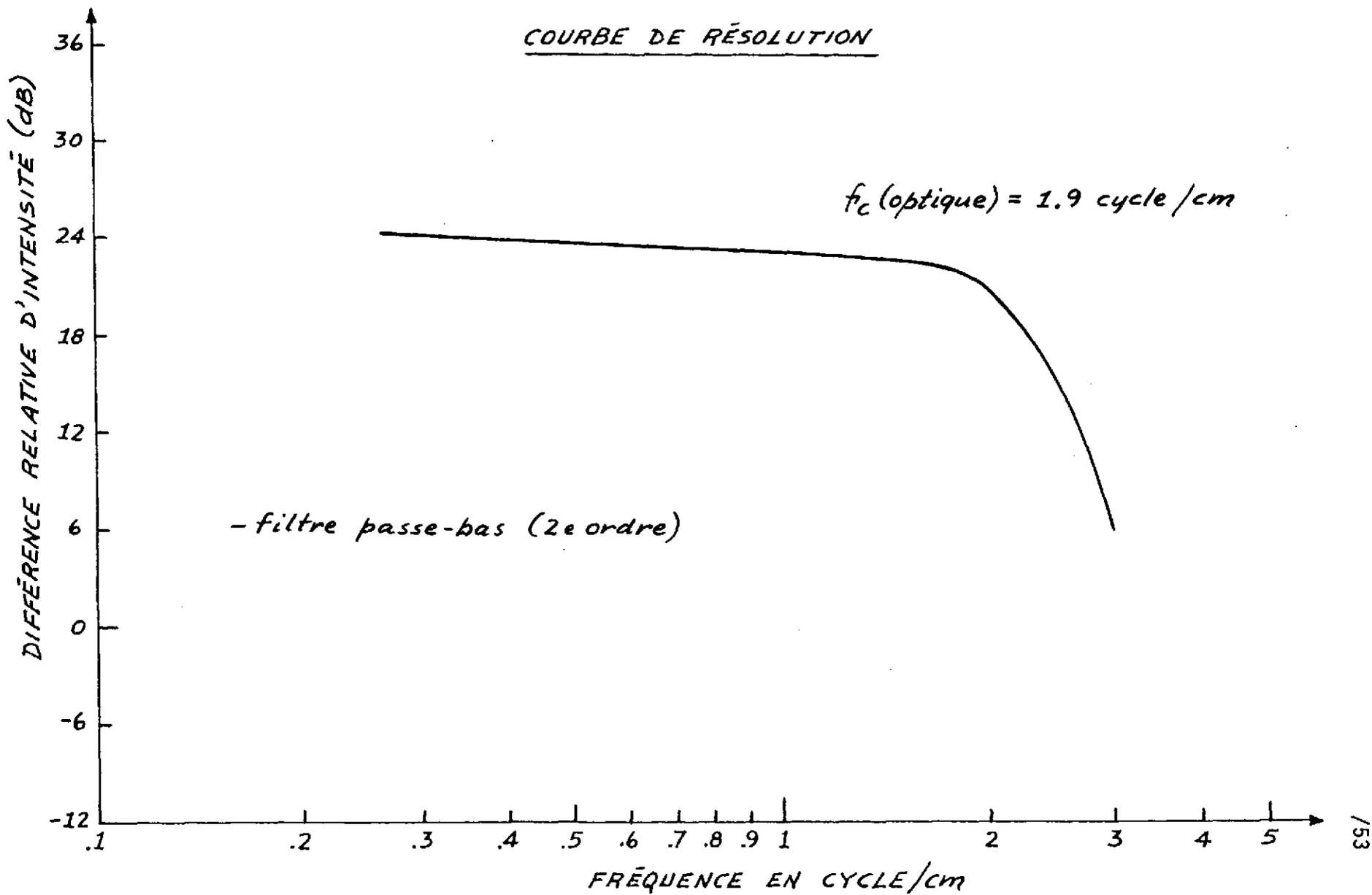


Figure 4.6

COURBE DE RÉSOLUTION

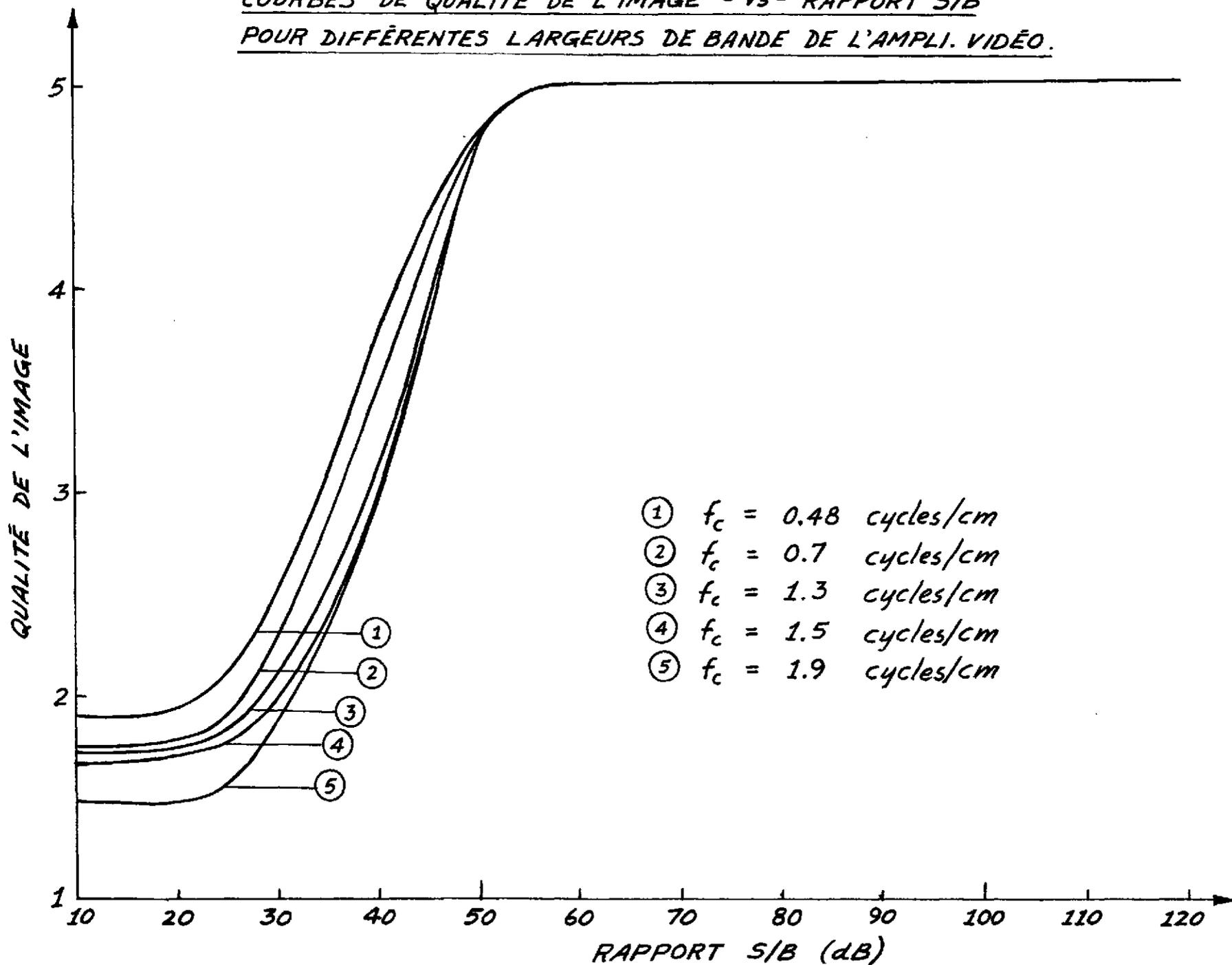


- filtre passe-bas (2^e ordre)

$f_c(\text{optique}) = 1.9 \text{ cycle/cm}$

Figure 4.7

COURBES DE QUALITÉ DE L'IMAGE - vs - RAPPORT S/B
POUR DIFFÉRENTES LARGEURS DE BANDE DE L'AMPLI. VIDÉO.



- ① $f_c = 0.48$ cycles/cm
- ② $f_c = 0.7$ cycles/cm
- ③ $f_c = 1.3$ cycles/cm
- ④ $f_c = 1.5$ cycles/cm
- ⑤ $f_c = 1.9$ cycles/cm

Figure 4.8

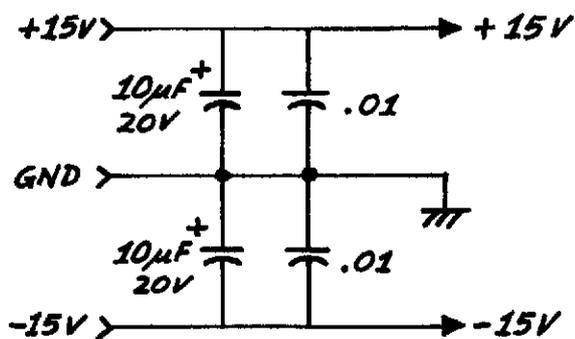
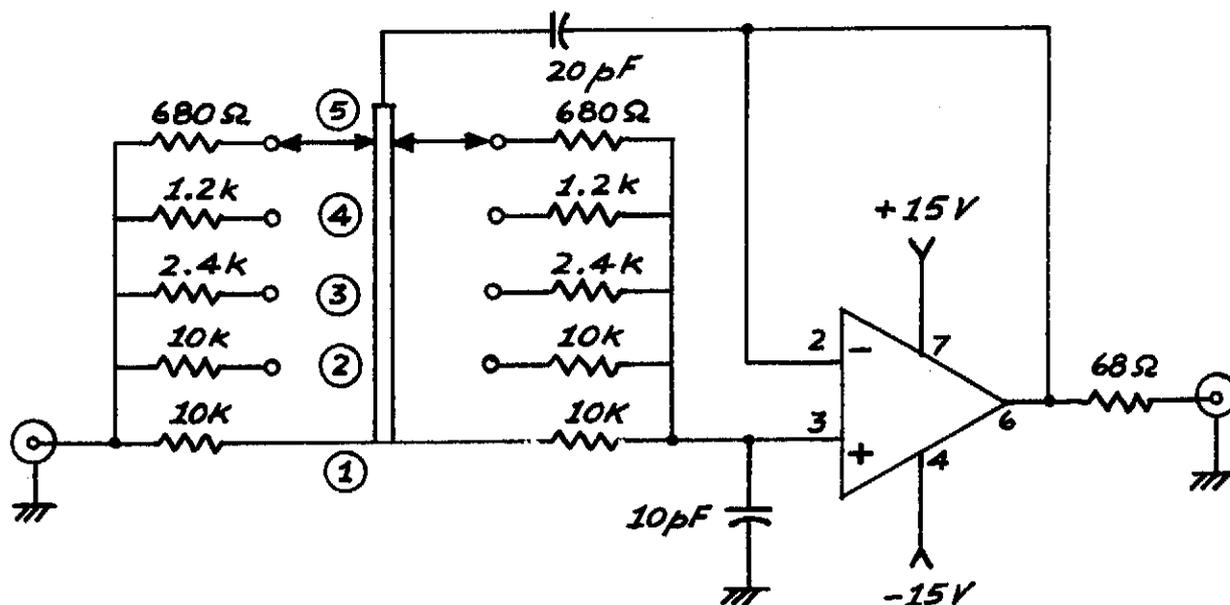
4.3 Conclusion

Comme il était prévu, on constate que pour un faible rapport signal au bruit, la qualité de l'image est supérieure pour une petite largeur de bande du téléviseur. Mais plus le rapport signal au bruit augmente, plus les courbes se rapprochent pour donner une même valeur de qualité pour un $S/B = 51$ dB.

Donc, pour un S/B supérieur à 51 dB, la qualité de l'image n'est plus fonction de la largeur de bande du téléviseur.

Un téléviseur avec une forte résolution (fréq. coupure optique élevée) devra opérer avec un $S/B > 50$ dB pour obtenir une bonne qualité d'image.

FILTRE PASSE-BAS
du 2e Ordre (Butterworth)
pour diminuer la bande passante de
l'ampli. vidéo d'un téléviseur.



POSITION INTERRUPTEUR	FRÉQUENCE COUPURE *
1	350 kHz
2	700 kHz
3	1.53 MHz
4	2.0 MHz
5	2.5 MHz

CHAPITRE 5

Mesure du gain et de la phase différentielle d'un téléviseur

5.1 Introduction

Les deux causes majeures affectant le signal de chrominance dans un système de télévision sont la présence d'un gain et d'une phase différentielle non-nuls.

Le gain différentiel est une mesure du changement d'amplitude de la sous-porteuse couleur produit par une variation du niveau du signal de luminance. Son effet sur l'écran est de produire une variation de la saturation des couleurs entre les zones claires et sombres de l'image.

La phase différentielle pour sa part donne une mesure du changement de la phase de la sous-porteuse couleur produit par une variation du niveau du signal de luminance. Ceci se traduit alors par la teinte des couleurs qui est affectée par la brillance de la scène.

Habituellement le gain et la phase différentielle sont mesurés au niveau électrique en un point du téléviseur; négligeant ainsi la contribution de certains étages et du tube écran. Les mesures effectuées dans ce projet se font directement sur le tube écran pour obtenir vraiment des mesures qualifiant l'ensemble du téléviseur.

5.2 Mesure du gain différentiel au niveau optique

- Méthode utilisée

Le principe est de générer une image couleur (par exemple: rouge) dont

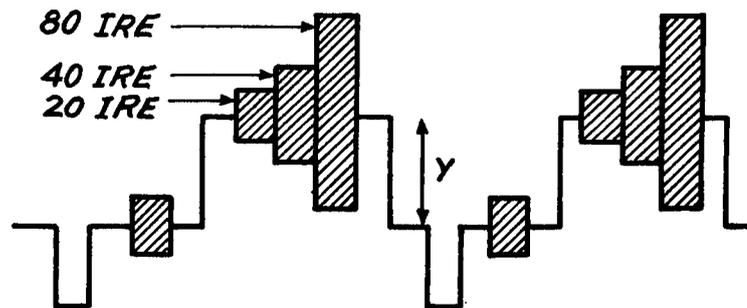
le niveau moyen (Y) est ajustable, puis à l'aide d'un système optique et d'un filtre rouge, nous mesurons l'intensité lumineuse incidente de l'écran (L_{Y+R}). Tout en gardant le même niveau moyen (Y), nous retirerons la sous-porteuse couleur et nous effectuerons une autre mesure d'intensité lumineuse (L_Y). La différence de ces deux intensités lumineuses sera la contribution du signal de chrominance:

$$L_R = L_{Y+R} - L_Y$$

Répétant ces mesures pour d'autres niveaux moyens (Y), nous obtenons la contribution du signal de chrominance dans chaque cas (L_R). La différence entre les valeurs de L_R obtenues est une mesure du gain différentiel au niveau optique.

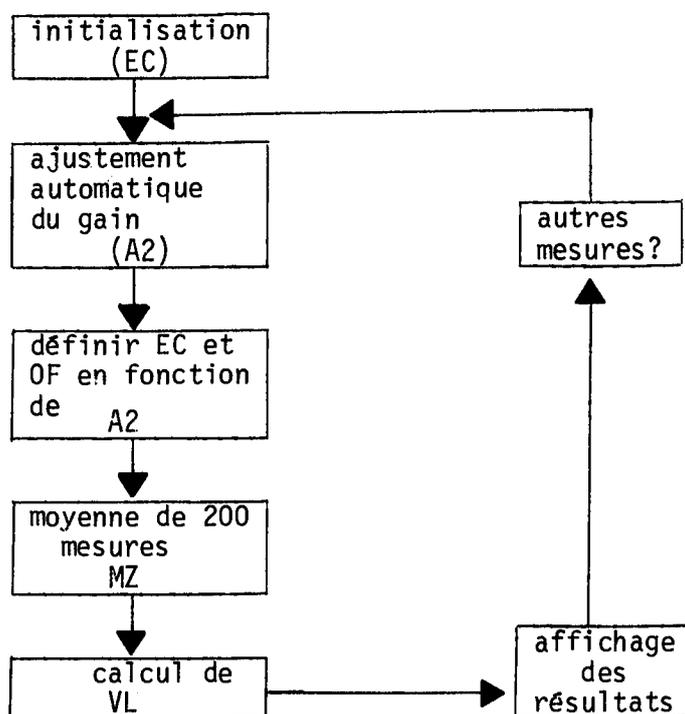
- Réalisation

La génération de l'image couleur se fait à l'aide du module qui produit un signal vidéo qui a la forme suivante:



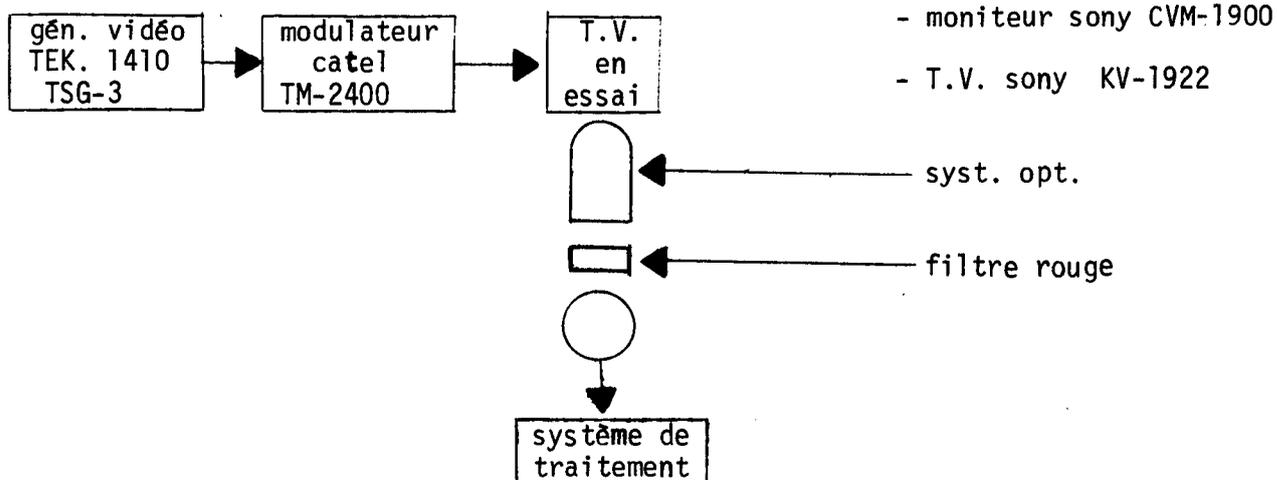
Ce signal donne trois barres rouges sur l'écran avec des saturations différentes; nous utilisons la barre de gauche dont le signal de chrominance a une amplitude pointe-à-pointe de 20 IRE. Le niveau du signal de luminance (Y) est ajustable de) IRE à 100 IRE par étape de 10 IRE.

La mesure de l'intensité lumineuse est faite en utilisant le système de mesure de la qualité de l'image contrôlée par le logiciel suivant:



On obtient ainsi une mesure de l'intensité lumineuse (VL) perçue par le système optique.

Le montage expérimental est donné à la figure .



- Résultats

MONITEUR SONY CVM-1900				
	SIGNAL DE LUMINANCE (Y)			
	20 IRE	30 IRE	60 IRE	90 IRE
L_{Y+R}	14.82	27.2	71	73.5
L_Y	0.39	4.92	36.9	67.6
L_R	14.43	22.28	34.1	5.9

Ecart type des $L_R = 12.0$

TELEVISEUR SONY KV-1922				
	SIGNAL DE LUMINANCE (Y)			
	20 IRE	30 IRE	60 IRE	90 IRE
L_{Y+R}	9.82	16.33	40.6	55.7
L_Y	0.507	2.26	13.6	30.3
L_R	9.313	14.07	27.0	25.4

Ecart type des $L_R = 8.62$

L'écart entre les valeurs de L_R obtenues est une mesure du gain différentiel. On peut en calculer l'écart-type pour obtenir une seule valeur numérique relative de gain différentiel qui sera utile pour comparer les performances de différents téléviseurs.

On peut ainsi conclure qu'au point de vue gain différentiel, le téléviseur sony KV-1922 s'est mieux classé que le moniteur sony CVM-1900.

5.3 Mesure de la phase différentielle au niveau optique

- Méthode utilisée

Comme on le sait, une phase différentielle non-nulle implique un changement de la teinte de l'image couleur projetée lors d'une variation du niveau du signal de luminance.

Une façon de détecter ce changement de teinte est de mesurer la contribution (en %) des signaux rouge, vert et bleu de l'image couleur projetée. Le changement du pourcentage de chaque couleur lors d'une variation du niveau du signal de luminance sera une mesure de la phase différentielle.

- Réalisation

La mesure des pourcentages de rouge, vert et bleu, se fait en plaçant des filtres appropriés devant le système optique, puis en mesurant l'intensité lumineuse correspondante.

L'image couleur projetée, la méthode de mesure de l'intensité lumineuse et le montage expérimental sont les mêmes que dans le cas de la mesure du gain différentiel.

- Résultats

Moniteur sony CVM-1900

LUM. (Y) = 30 IRE

	VL	%
R	27.2	92.6%
V	2.03	6.9%
B	0.14	0.5%
Total	29.37	100%

$$R_{90-30} = -13.4\%$$

LUM. (Y) = 60 IRE

	VL	%
R	71	77.4%
V	17.94	19.6%
B	2.78	3.0%
Total	91.72	100%

$$V_{90-30} = 11.1\%$$

LUM. (Y) = 90 IRE

	VL	%
R	73.5	79.2%
V	16.66	18.0%
B	2.60	2.8%
Total	92.76	100%

$$B_{90-30} = 2.3\%$$

Téléviseur sony KV-1922

LUM. (Y) = 30 IRE

	VL	%
R	17.81	89.3%
V	2.145	10.7%
B	0	0%
Total	19.955	100%

LUM. (Y) = 60 IRE

	VL	%
R	40.91	64%
V	20.9	32.7%
B	2.07	3.3%
Total	63.88	100%

LUM. (Y) = 90 IRE

	VL	%
R	59.8	48.7%
V	55.4	45.1%
B	7.65	6.2%
Total	122.65	100%

$$R_{90-30} = - 40.6\%$$

$$V_{90-30} = 34.4\%$$

$$B_{90-30} = 6.2\%$$

Les mesures pour un signal de luminance inférieur à 30 IRE ne sont pas possibles à cause de la trop faible quantité de lumière traversant les filtres.

L'écart des pourcentages obtenus pour une même couleur est une mesure de la phase différentielle. On peut faire la différence des % obtenus à 90 IRE avec ceux de 30 IRE et obtenir des valeurs relatives de phase différentielle qui pourront servir pour fins de comparaison de plusieurs téléviseurs.

On note que le passage du signal de luminance de 30 IRE à 90 IRE a provoqué dans le cas du moniteur sony CVM-1900 une diminution de 13.4% de la proportion du rouge et une augmentation de 11.1% et 2.3% du vert et du bleu respectivement.

Dans le cas du téléviseur sony KV-1922, la proportion du rouge a diminué de 40.6% et la contribution du vert et du bleu ont augmenté de 34.4% et de 6.2% respectivement.

On en conclut donc que le moniteur présente des performances très supérieures au téléviseur au point de vue phase différentielle.

5.4 Mesure du gain et de la phase différentielle au niveau électrique

La mesure du gain et de la phase différentielle au niveau électrique se fait très facilement par l'utilisation du vectroscope type 520 de Tektronix.

Les résultats obtenus sont fonction de l'endroit où le signal vidéo a été puisé dans les circuits du téléviseur.

Le moniteur et le téléviseur étudiés ont une sortie accessible au signal vidéo démodulé. Cette sortie n'est pas prise nécessairement au même point dans les circuits; c'est pourquoi la comparaison des résultats ne pourra être faite de façon légitime.

Voici les résultats obtenus:

Moniteur sony CVM-1900: Gain différentiel: 16% (1.366 dB)
Phase différentielle: 9.5°

Téléviseur sony KV-1922: Gain différentiel: 12% (1.004 dB)
Phase différentielle: 3.4°

Les mesures du gain différentiel sont en accord avec celles faites au niveau optique pour placer le téléviseur sony KV-1922 au premier rang.

Par contre, dans le cas de la phase différentielle, les conclusions vont en sens contraire.

Les mesures au niveau électrique ne donnent pas un jugement complet du téléviseur; de plus, il n'est possible d'en tirer des conclusions que si elles sont prises au même endroit et dans les mêmes conditions.

On a donc avantage à exploiter et à perfectionner les mesures au niveau optique; elles sont un reflet des performances de l'ensemble du téléviseur et sont de plus, toujours prises au même endroit et dans les mêmes conditions expérimentales.

5.5 Conclusion

Une mesure optique du gain différentiel qui se traduit au niveau du signal optique par une variation de la saturation des couleurs entre les zones claires et sombres de l'image a été obtenue en soustrayant la composante lumineuse du signal total pour différentes intensités moyennes. Des mesures au niveau du signal électrique ont également été effectuées et viennent corroborer les résultats obtenus.

De même, une mesure optique de la variation des couleurs en fonction de l'intensité lumineuse moyenne a été obtenue par l'insertion de filtres optiques appropriés entre le tube écran et le détecteur de l'appareil développé. Une telle mesure donne une indication de la phase différentielle. Des mesures au niveau du signal électrique ont également été effectuées mais ne viennent cependant pas corroborer les résultats obtenus de façon optique. Cette divergence peut s'expliquer par le fait que les mesures électriques ne tiennent pas compte du tube écran et c'est ce dernier qui est le principal responsable de la phase différentielle. D'ailleurs, des tests subjectifs nous ont permis de constater les variations de teintes plus marquées pour le téléviseur Sony comparativement au moniteur ce qui venait ainsi corroborer les résultats obtenus avec l'appareil de mesure.

CHAPITRE 6

CONCLUSION

Dans cette étude, on a premièrement mesuré l'effet de différents types de bruit sur les composantes d'un signal TV. On a alors observé que le bleu était le plus affecté suivi respectivement du rouge et du vert et cela pour les différents types de bruits. On note que ces résultats sont en accord avec ceux obtenus par K.M. Wong (2). En ce qui concerne l'effet des différents types de bruits, on a constaté que le bruit ayant une densité spectrale diminuant avec la fréquence affecte le signal de luminance alors que les signaux de chrominance sont relativement peu influencés. Le bruit dont la densité spectrale croît avec la fréquence a l'effet contraire alors que le bruit blanc se situe entre les deux.

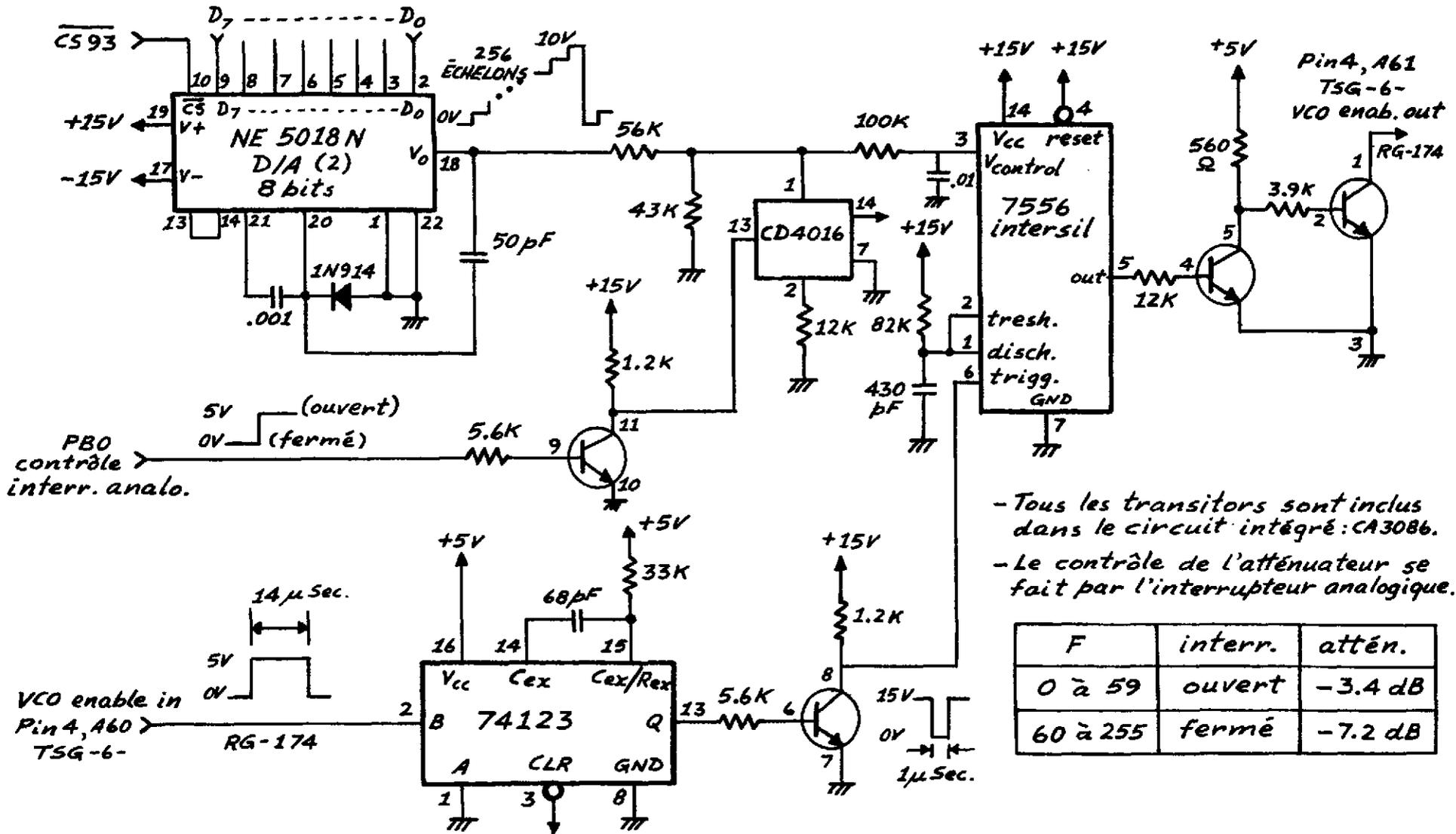
Une mesure optique du gain et de la phase différentielle a été effectuée à l'aide de l'appareil développé en introduisant des filtres optiques entre le tube écran et le détecteur de l'appareil. Des mesures électriques ont également été effectuées afin de vérifier les résultats. On remarque que les résultats sont corroborés en ce qui a trait à la mesure du gain différentiel alors qu'ils sont opposés en ce qui a trait à la mesure de la phase différentielle. Cette divergence s'explique par le fait que les mesures électriques ne tiennent pas compte du tube écran. D'ailleurs, des tests subjectifs ont permis de se rendre compte des effets d'une phase différentielle non nulle et de constater le bienfait d'une évaluation quantitative au niveau du tube écran.

BIBLIOGRAPHIE

- (1) Pomerleau A., Sylvain D., Brousseau R., Etude de mesures quantitatives de la qualité d'une image de télévision (phase 3). Rapport final contrat OSU80-00301 du Ministère des Approvisionnement et Services.
- (2) Wong, K.M., Computer simulation of television signal under noisy conditions. Contrat OSU79-00081

ANNEXE -1-

CIRCUIT CONTRÔLANT LA POSITION DES BARRES

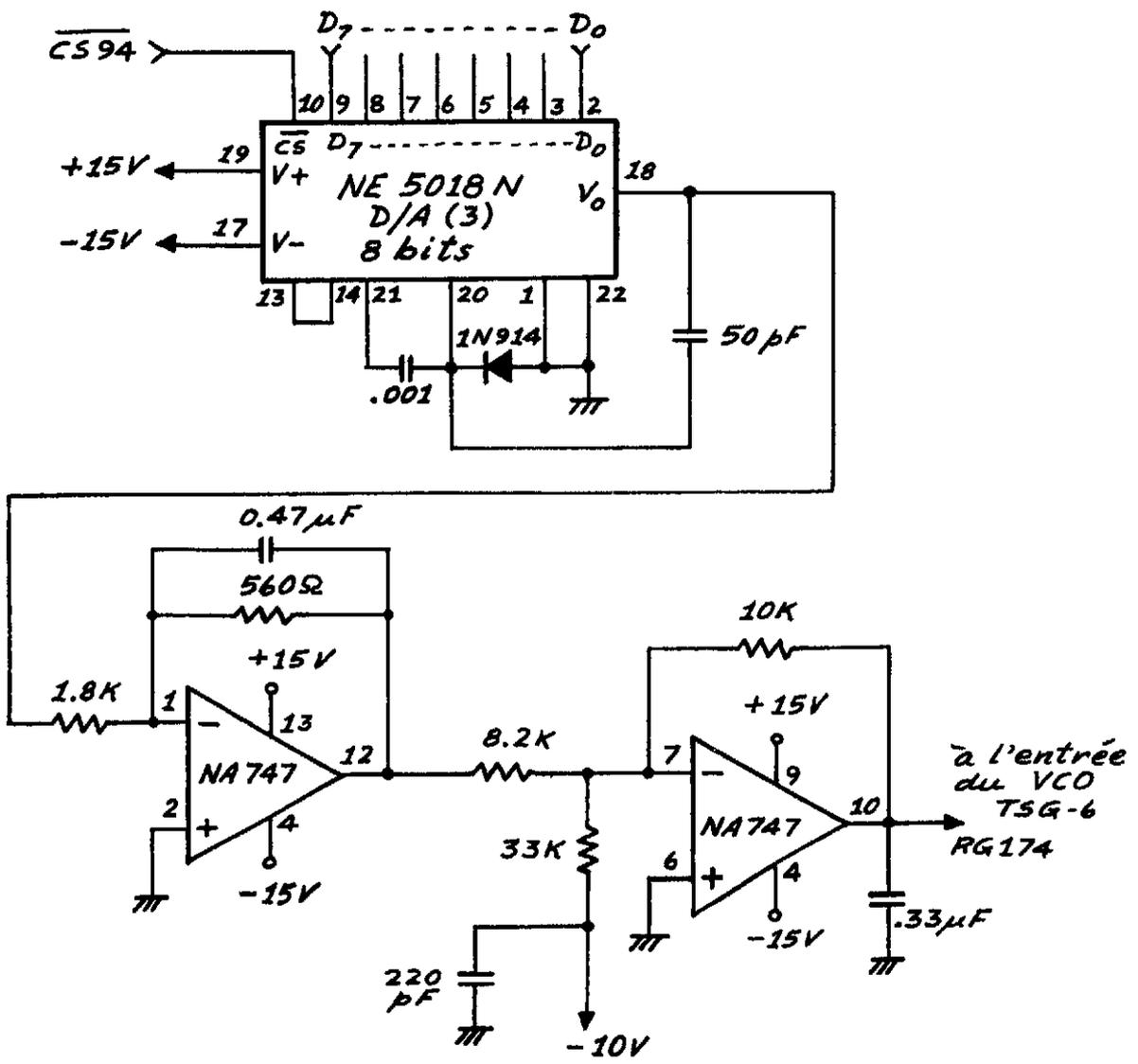


- Tous les transistors sont inclus dans le circuit intégré: CA3086.
 - Le contrôle de l'atténuateur se fait par l'interrupteur analogique.

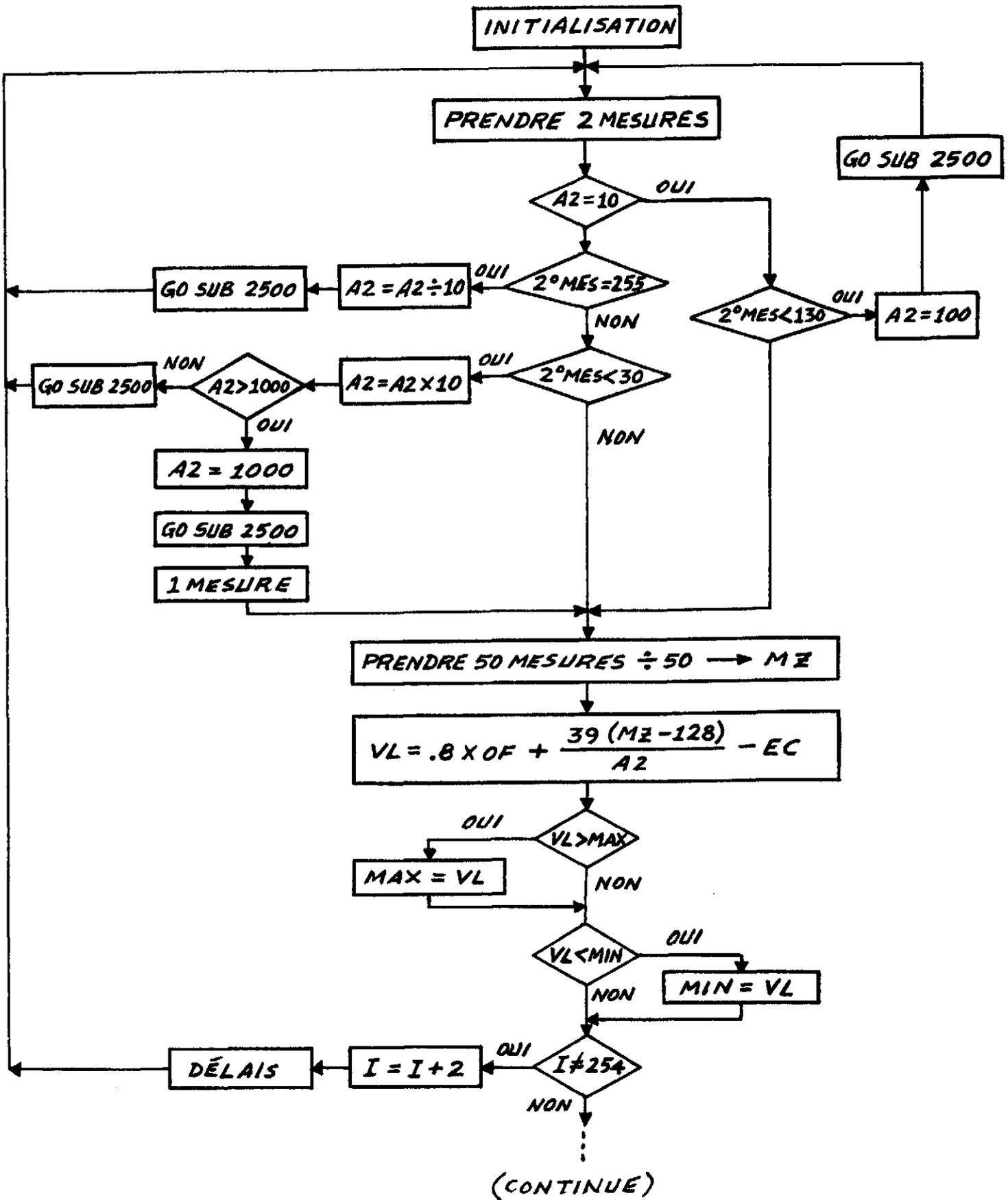
F	interr.	attén.
0 à 59	ouvert	-3.4 dB
60 à 255	fermé	-7.2 dB

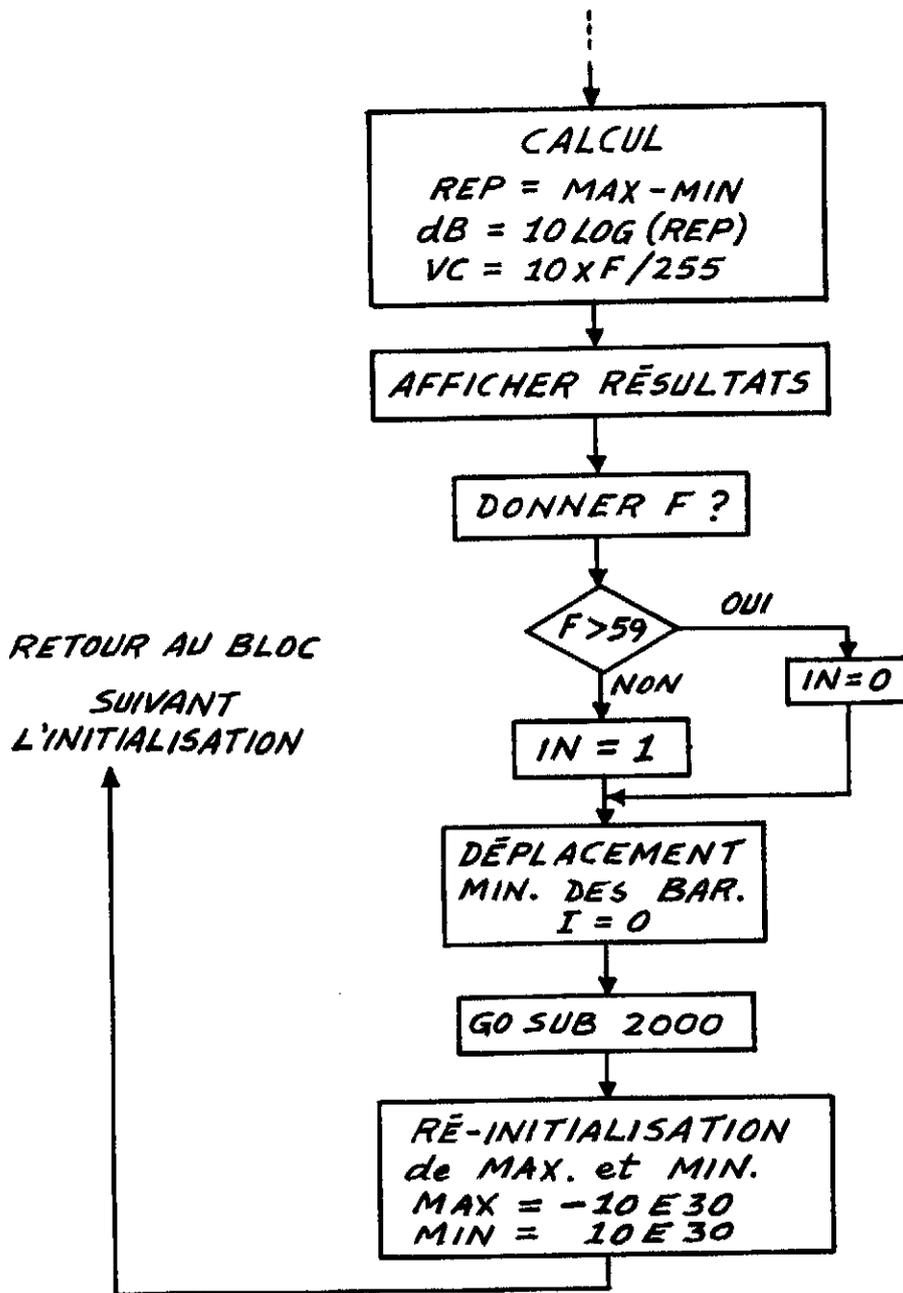
ANNEXE - 2 -

CIRCUIT CONTRÔLANT LA FRÉQUENCE.



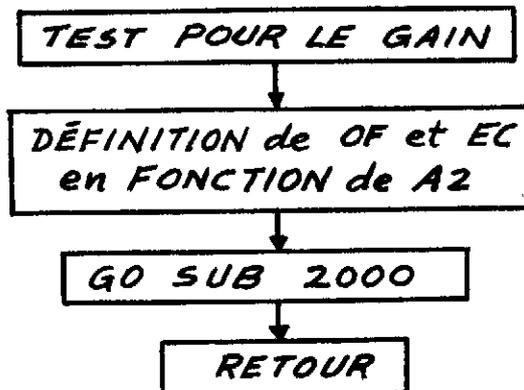
ORGANIGRAMME DÉTAILLÉ





SOUS-PROGRAMMES

2000



LISTE DU PROGRAMME

```
20 PRINT"MESURE DE RESOLUTION D'UN TELEVISEUR."
22 PRINT"*****"
27 PRINT
30 PRINT"INITIALISATION; INTENSITE MIN. SUR L'ECRAN."
40 INPUT"TAPER 1 LORSQUE PRET"; OK
50 IF OK < > 1 GOTO40
60 I=0:F=0:POKE37632,I:POKE37888.F
70 POKE36866,1:IN=1:POKE36864,IN
80 POKB6867,15:AD=37376
90 DEF FNG(A2)=INT(2^(.434294482*LOG(A2)))
100 MAX=10E30:MIN=10E30
110 A2=10:OF=100
120 GOSUB 3000
130 E2=EC
140 A2=100:OF=60
150 GOSUF 3000
160 E4=EC
170 A2=1000:OF=6
180 GOSUB 3000
190 E8=EC
200 PRINT"PRET POUR MESURE DE RESOLUTION"
210 INPUT"TAPER 1 LORSQUE PRET";AB
220 IF AB < > 1 GOTO 210
230 MZ=PEEK(AD):MZ=PEEK(AD)
240 IF A2=10 THEN GOTO 450
250 IF MZ=255 THEN GOTO 500
260 IF MZ<30 THEN GOTO 550
270 GOTO 1000
450 IF MZ<130 THEN GOTO 470
460 GOTO 1000
470 A2=100
480 GOSUB 2500
490 GOTO 230
500 A2=A2/10
510 GOSUB 2500
520 GOTO 230
550 A2=A2*10
```

```
560 IF A2>1000 THEN GOTO 600
570 GOSUB 2500
580 GOTO 230
600 A2=1000
610 GOSUB 2500
620 MZ=PEEK(AD)
630 GOTO 1000
1000 MZ=0
1010 FOR M=1 TO 50
1020 MZ=MZ+PEEK(AD)
1030 NEXT M
1040 MZ=MZ/50
1050 VL=(.8*OF)+(39*(MZ-128)/A2)-EC
1060 IF VL>MAX THEN MAX=VL
1070 IF VL<MIN THEN MIN=VL
1080 IF I < > 254 THEN GOTO 1100
1090 GOTO 1140
1100 I=I+2
1110 POKE37632,I
1120 FOR N=U TO 100:NEXTN
1130 GOTO 230
1140 REP=(INT((MAX-MIN)*10))/10
1045 RD=4.34294482*LOG(REP)
1050 VC=(INT((.014765625*F+2.85)*100))/100
1155 PRINT
1157 PRINT""
1160 PRINT"MAX-MIN=";REP
1165 PRINT"DIFFERENCE RELATIVE D'INTENSITE=";RE;"DB"
1170 PRINT"TENSION A L'ENTREE DU VCO=";VC;"VOLTS"
1180 PRINT*COMPTE DU CONV. D/A(3)=";F
1190 PRINT
1200 INPUT"AUTRE FREQ.?,DONNER F,(0 A 255):";F
1210 POKE37888,F
1220 GOSUB 2000
1270 IF F>59 THEN IN=0:POKE36864,IN:GOTO1290
1280 IN=1:POKE36864,IN
1290 I=0;POKE37632,I
```

```
1300 GOSUB 2000
1310 MAX=-10E30:MIN=10E30
1320 GOTO 230
2000 FOR J=0 TO 500:NEXTJ
2010 RETURN
2500 IF A2=10 THEN GOTO 2700
2510 IF A2=100 THEN GOTO 2800
2520 POKE36865,8
2530 OF=6
2540 POKE37120,OF
2550 EC=E8
2560 GOSUB 2000
2570 RETURN
2700 POKE36865,2
2710 OF=100
2720 POKE37120,OF
2730 EC=E2
2740 GOSUB 2000
2750 RETURN
2800 POKE36865,4
2810 OF=60
2820 POKE37120,OF
2830 EC=E4
```

-

```
2840 GOSUB 2000
2850 RETURN
3000 GAIN=FNG(A2)
3005 POKE36865,GAIN
3010 POKE37120,OF
3020 GOSUB 2000
3030 MZ=PEEK(AD):MZ=PEEK(AD)
3035 IF MZ=255 THEN PRINT"MASQUER L'OBJECTIF CONTRE LUM. AMB.";END
3040 EC=(0.8*OF) + (39*(MZ-128)/A2)
3050 RETURN
```

ANNEXE - 4 -

TABLE DE CORRESPONDANCE ENTRE LE COMPTE F,
LA TENSION D'ENTREE DU VCO ET LA FREQUENCE EN MHz

F	TENSION VCO (Volts)	FREQUENCE (MHz)
0	2.85	0.222
5	2.92	0.222
10	3.00	0.222
15	3.07	0.223
20	3.15	0.230
25	3.22	0.270
30	3.29	0.339
35	3.37	0.403
40	3.44	0.500
45	3.51	0.581
50	3.59	0.676
55	3.66	0.781
60	3.74	0.885
65	3.81	1.000
70	3.88	1.111
75	3.96	1.220
80	4.03	1.333
85	4.11	1.449
90	4.18	1.563
95	4.25	1.667

TABLE DE CORRESPONDANCE (Suite)

F	TENSION VCO (Volts)	FREQUENCE (MHz)
100	4.33	1.802
105	4.40	1.923
110	4.47	2.041
115	4.55	2.174
120	4.62	2.326
125	4.70	2.439
130	4.77	2.564
135	4.84	2.688
140	4.92	2.809
145	4.99	2.956
150	5.06	3.125
155	5.14	3.205
160	5.21	3.378
165	5.29	3.521
170	5.36	3.676
175	5.43	3.788
180	5.51	3.968
185	5.58	4.167
190	5.66	4.237
195	5.73	4.545
200	5.80	4.587
205	5.88	4.808
210	5.95	5.000
215	6.02	5.102
220	6.10	5.319

TABLE DE CORRESPONDANCE (Suite)

F	TENSION VCO (Volts)	FREQUENCE (MHz)
225	6.17	5.555
230	6.25	5.682
235	6.32	5.882
240	6.39	5.981
245	6.47	6.250
250	6.54	6.410
255	6.62	6.667

