

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

RAPPORT FINAL

Mesures quantitatives de la qualité
d'une image de télévision

(Phase 2)

par

André Pomerleau, Dany Sylvain, Roger Brousseau

pour

Gouvernement du Canada,
Ministère des Communications, Ottawa

sous

Contrat OSU79-00282 du Ministère des
Approvisionnement et Services

Rapport no LT-79-8228

Octobre 1980

LKC
P
91
.C655
P593
1980
Pt.2
c.2

IC

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

Contenu du rapport

RAPPORT FINAL

Théorie optique

Mesures quantitatives de la qualité
d'une image de télévision

Instrumentation

(Phase 2)

Procédure d'opération

par

Caractéristiques de l'appareil

André Pomerleau, Dany Sylvain, Roger Brousseau

Résumé

pour

Conclusion

Gouvernement du Canada,

Ministère des Communications, Ottawa

sous

Contrat OSU79-00282 du Ministère des
Approvisionnements et Services

Rapport no LT-79-8228

Octobre 1980

Industry Canada
Library - Queen

NOV 28 2013

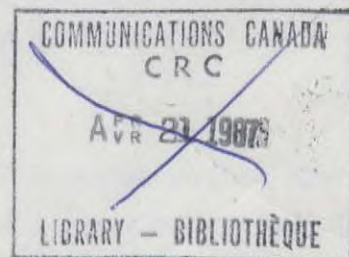
Industry Canada
Bibliothèque - Queen

COMMUNICATIONS CANADA
CRC

APR 21 1987

LIBRARY - BIBLIOTHÈQUE

	Page
I Introduction	1
II Objectifs de la recherche	2
III Contenu du rapport	2
IV Théorie optique	3
V Instrumentation développée	4
VI Procédure d'opération	7
VII Caractéristiques de l'appareil	8
VIII Résultats	10
IX Conclusion.	12



I INTRODUCTION

Depuis l'avènement de la télévision au début monochrome et maintenant en couleur, différentes techniques de mesure ont été élaborées. Pour des raisons pour la plupart d'ordre technologique, l'évaluation de la qualité des images peut se classer en deux catégories. Ce sont les méthodes quantitatives dont la majorité sont effectuées au niveau du signal électrique et les méthodes qualitatives dont la plupart sont effectuées au niveau du signal optique. Chacune d'elles comporte des avantages et des désavantages. Les méthodes au niveau du signal électrique sont beaucoup plus précises, ne nécessitent pas d'observateurs expérimentés et peuvent être effectuées très rapidement. Par contre, elles ne tiennent compte que d'une partie de la chaîne de télévision et par conséquent, ne peuvent dans certains cas représenter exactement ce qui est observé au niveau du tube écran. Les méthodes optiques ont l'avantage d'être globales donc tiennent compte de toute la chaîne TV, mais elles sont subjectives et dépendent grandement de la qualité des observateurs et des conditions environnantes.

L'idéal serait d'avoir un observateur "standard" au niveau du signal optique qui pourrait mesurer avec une bonne précision, constance et sans être perturbé par les facteurs environnants, les paramètres de l'image à évaluer. On aurait alors un avantage sur les mesures au niveau électrique, car on inclurait dans l'évaluation un des éléments les plus importants: le tube écran, ce que ne fait pas les mesures au niveau électrique.

II OBJECTIFS DE LA RECHERCHE

Le but de ce contrat de recherche a été de construire un système d'acquisition de données qui permette de mesurer avec un détecteur optique certains critères d'évaluation d'une image de télévision. Les composantes principales du système sont: le détecteur optique, l'interface reliant le détecteur et l'unité de traitement et la partie contrôle qui a été réalisée à l'aide d'un micro-ordinateur.

Les attributs d'un tel appareil de mesure sont qu'il inclut toute la chaîne vidéo, que les mesures sont effectuées au niveau du tube écran et qu'elles ne perturbent pas le fonctionnement normal du téléviseur et que les résultats peuvent être obtenus très rapidement de façon quantitative.

La mesure effectuée au niveau du signal optique est une mesure d'intensité d'une surface très réduite de l'écran. Les valeurs mesurées et traitées permettent alors de déduire des paramètres très importants comme le rapport signal au bruit et la résolution de l'image obtenue.

III CONTENU

Dans une première partie, on fait un rappel des théories optiques dont en particulier les caractéristiques de l'oeil, tant au point de vue de réponse spectrale que temps de réponse. Le fonctionnement de l'illumination d'un tube écran y est ensuite décrit, de même que les temps de réponse de phosphores utilisés. Ces rappels permettent de faire le lien entre l'oeil qui est l'évaluateur ultime et les mesures optiques traduites en signal électrique et les paramètres d'évaluation de la qualité de l'image.

Dans une seconde partie, une description de l'instrumentation développée est décrite. Les principaux paramètres sont le système optique avec ses caractéristiques: réponse spectrale et temps de réponse du détecteur et focalisation de ce dernier, l'interface avec la conversion analogique - numérique, la plage dynamique du signal, la synchronisation et

UNIVERSITE LAVAL

BORDEREAU DE TRANSMISSION

Date 25-11-80

DE Genevieve Pomerleau A Tom Cayre

S'IL VOUS PLAÎT

- Pour vos dossiers
- A discuter ultérieurement
- Pour signature
- Pour approbation
- Pour enquête et rapport
- Pour information

- Comme suite à votre demande
- Pour suite à donner
- Pour avis et retour
- Pour complément d'information
- Pour éléments de réponse
- Pour signature et retour

COMMENTAIRES :

l'élimination des effets du milieu ambiant, l'unité de calcul et finalement les techniques d'opération du système.

La troisième partie porte sur l'évaluation des caractéristiques de l'appareil et les résultats obtenus pour conclure sur l'orientation de travaux ultérieurs.

IV THEORIE

Introduction

Afin de pouvoir interpréter les mesures obtenues et de pouvoir les corréler à des mesures subjectives, il est très important de connaître les caractéristiques de l'oeil, tant du point de vue de sa réponse spectrale et de son temps de réponse et de faire le lien avec les caractéristiques du détecteur optique et celles du tube écran.

Caractéristiques de l'oeil

L'oeil étant l'évaluateur ultime, il est donc très important de connaître ses caractéristiques afin de déterminer sa réaction à différents stimulus. Les figures (1) et (2) donnent respectivement la réponse spectrale et le temps de réponse de l'oeil. On constate donc que l'oeil répond à une certaine gamme de fréquences et que tout stimulus en dehors de celle-ci n'aura aucun effet. De même, on constate à la figure (2a) que l'oeil ne perçoit plus les fluctuations d'intensité au delà d'une certaine fréquence. On peut donc le modéliser par un filtre passe-bas; cela nous permet de simuler cette caractéristique en créant un intégrateur de lumière avec des circuits électroniques.

Caractéristiques du tube écran

L'illumination d'un tube écran est faite par balayage interlacé à raison de 30 illuminations par seconde. Les propriétés au phosphore (voir fig. 2b) sont telles qu'il a un temps de réponse très rapide sur le front de montée, mais une décroissance lente et exponentielle sur la descente.

V INSTRUMENTATION DEVELOPPEE

a) Introduction

Essentiellement, l'appareil qui a été mis au point est un système d'acquisition de mesures d'intensité lumineuse. Comme la source de ces intensités est le tube écran d'un téléviseur, il faut tenir compte de ces caractéristiques. De plus, comme l'appareil est destiné à remplacer des observateurs humains, il est nécessaire que la réponse de l'appareil soit comparable à celle de l'oeil humain. En respectant ces conditions, on pourra avoir des résultats avec l'appareil qui seront comparables aux tests subjectifs.

Deux types de mesures nous semblent particulièrement importantes et mesurables par des moyens optiques. Ce sont les mesures de rapport signal au bruit et de résolution ou bande passante. Dans les deux cas, la partie optique du système doit couvrir une surface relativement petite du tube écran. En effet, par définition la résolution du système étant sa capacité à reproduire de menus détails, l'appareil de mesure ne devra pas être la composante limitative. En ce qui concerne la mesure du rapport signal au bruit, même si l'ouverture du système optique n'est pas aussi critique que dans le cas de la résolution, agrandir la surface d'observation revient à intégrer le bruit, ce qui n'est pas l'objet de la présente mesure. Par contre, nous devons tenir compte de la capacité de résolution de l'oeil.

b) Détecteur

Tel que mentionné précédemment sur les caractéristiques du tube écran, l'intensité lumineuse d'un point de l'écran est presque toujours nulle, sauf pour des pointes à temps de montées très rapide avec décroissance exponentielle lente. L'image entière est donc reconstituée à partir des caractéristiques de l'oeil, ce dernier intégrant la lumière sur une certaine période et en fait la moyenne. Afin de simuler cette caractéristique de l'oeil, les pointes d'intensité sont intégrées et converties sous forme numérique. Le schéma de fonctionnement du système de détection est

donné à la figure (3).

Un jeu de lentilles et de caches permet de filtrer spatialement la lumière émise par le tube écran, afin d'observer la surface désirée. Un changement de lentilles permet de varier cette surface d'observation. La lumière filtrée est focalisée sur un phototransistor qui, combiné à un amplificateur, fournit un signal électrique.

c) Plage dynamique et conversion

La très grande plage dynamique de l'intensité lumineuse observée a requis l'introduction d'un gain variable dans l'amplificateur, afin d'éviter la saturation de ce dernier. Le gain peut être varié de façon discrète pour des valeurs de 1, 10, 100 et 1000, et est sous le contrôle du micro-ordinateur. Le signal amplifié est ensuite intégré, afin de simuler le fonctionnement de l'oeil tel qu'expliqué auparavant. Afin d'augmenter la résolution des mesures, la constante de temps de l'intégrateur peut être diminuée d'un facteur 5 pour des signaux de faible intensité. Un convertisseur analogique - numérique (AD7574, Analog Devices) de 8 bits et à temps de conversion de $15 \mu\text{sec}$ transforme le signal intégré, afin de permettre son traitement numérique.

d) Synchronisation

Le fonctionnement du récepteur télévision a requis un système de synchronisation, afin de pouvoir détecter les pointes d'intensité. Ce circuit de synchronisation est sous le contrôle du micro-ordinateur et fonctionne de la manière suivante: Dans un premier temps, un comparateur de tension fournit un niveau logique à l'unité de calcul lorsque les pointes sont détectées. Celui-ci déclenche alors un compteur qui permet d'aller échantillonner le signal au moment voulu. A la fin du délai, quelques instants avant le début de la pointe d'intensité, on permet l'intégration du signal, puis on l'arrête sous le contrôle du micro-ordinateur vers la fin de la décroissance exponentielle. La constante de temps d'intégration

peut être variée par l'ordinateur entre 200 μ sec et 40 μ sec. A la fin de l'intégration, le signal étant à peu près stable, une conversion analogique-numérique est effectuée, et ensuite l'intégrateur est remis à zéro afin d'effectuer une nouvelle mesure.

e) Milieu ambiant

Afin d'éliminer les problèmes dus à la dérive des tensions d'offset et à l'éclairage ambiant, une compensation automatique du zéro a été complétée. Cet ajustement est effectué au début d'une période de mesure pour une illumination nulle du tube écran.

f) Micro-ordinateur

Le micro-ordinateur est le coeur du système et il a deux fonctions bien distinctes. La première fonction en est une de contrôle pour le système d'acquisition de données, alors que la seconde en est une de calcul afin de déduire les paramètres d'évaluation de la qualité d'une image.

Le micro-ordinateur utilisé est un AIM-65 de la compagnie Rockwell International. Cette unité vient compléter avec un microprocesseur 6502, 4K de mémoire RAM, un moniteur très complet, un assembleur, le langage BASIC, un clavier et un affichage alphanumérique, une imprimante et des interfaces pour magnétophone et terminal. Le tout est portatif, facile d'expansion et d'un prix abordable.

1) Contrôle

Les programmes qui réalisent la partie contrôle s'effectuent en langage BASIC avec des sous-routines écrites en langage assembleur. La description de ces programmes est donnée à l'appendice "A". Les principales fonctions de contrôle sont l'initialisation qui permet:

- a) la mise au foyer du système
- b) l'annulation de l'éclairage ambiant et compensé pour la dérive des amplificateurs.

c) l'ajustement du gain variable.

Les autres fonctions de contrôle sont la synchronisation du système.

2) Calculs

Les calculs effectués par le micro-ordinateur permettent de déterminer le rapport signal au bruit. La procédure est la suivante:

a) mesure d'intensités (300 dans le programme actuel)

b) calcul de la moyenne $m = \frac{1}{N} \sum x_i$

c) calcul de l'écart type $\sigma = \sqrt{\frac{1}{N} \sum (x_i - \bar{x})^2}$

d) calcul du rapport $S/B = 10 \log_{10} \frac{m}{\sigma}$ db .

e) sortie des résultats sur l'imprimante.

VI PROCEDURE D'OPERATION

A) Mise au foyer

Pour cette initialisation, le micro-ordinateur affiche continuellement l'intensité lumineuse mesurée. L'opérateur déplace alors la partie optique jusqu'à ce qu'il atteigne un maximum d'intensité. Le détecteur est alors au foyer. En effet, lorsque le détecteur est au foyer, la lumière est concentrée entièrement sur le phototransistor. Dans le cas contraire, une partie seulement de la lumière atteint le détecteur et, par conséquent, l'intensité mesurée est moindre. Cette opération terminée, l'opération suivante est la compensation du zéro.

B) Compensation du zéro

Pour cette partie, l'intensité du tube écran est mise à zéro. Des mesures d'intensité sont effectuées, et un ajustement automatique permet de modifier la tension générée par le convertisseur numérique - analogue pour obtenir une mesure d'intensité nulle.

C) Ajustement du gain variable

Pour cet ajustement, le tube écran fonctionne normalement et affiche l'image cible. Des mesures d'intensité sont effectuées et, à partir du gain maximal, celui-ci est diminué automatiquement sous le contrôle du micro-ordinateur jusqu'à ce qu'il n'y ait plus saturation. Le système est maintenant prêt pour effectuer des mesures.

D) Synchronisation

Afin de synchroniser le système de mesure avec le téléviseur, un détecteur de pointes déclenche un compteur. Ce compteur génère un délai de 33 msec (temps de balayage d'une image TV) et après ce délai, le micro-ordinateur permet l'intégration pour une durée de 200 μ sec (le temps que le phosphore cesse d'émettre de la lumière).

VII CARACTERISTIQUES DE L'APPAREIL

Nous donnons ici une liste des caractéristiques de l'appareil tel que réalisé présentement.

- optique: L'optique est constitué essentiellement d'un microscope avec objectifs 1X et 5X montés sur une tourelle, un oculaire 10X et une cache de 4 mm de diamètre située au plan focal arrière des objectifs; le phototransistor est situé à 15 mm derrière l'oculaire; le tout est monté sur un banc optique placé face au téléviseur.
- distance de travail: La distance entre l'objectif et l'écran du téléviseur est, avec l'objectif de 1X, de 75 mm; avec l'objectif de 5X, elle est de 24 mm.
- surface mesurée: La surface de l'écran qui est utilisée comme source de lumière est de 4 mm de diamètre pour l'objectif de 1X et de .8 mm de diamètre pour l'objectif de 5X.

- linéarité: La caractéristique de lecture de l'appareil versus l'intensité lumineuse pour différentes échelles est donnée à la fig (4). Comme on peut le constater sur le graphique, si l'intensité varie sur une plage étroite, on pourra assumer que la réponse du phototransistor est linéaire. Dans les mesures du rapport S/B, c'est exactement la situation que nous rencontrons: le bruit fait varier l'intensité autour d'une valeur moyenne.

- plage dynamique: La valeur minimum et maximum d'intensité qui peut être mesurée est:

Intensité minimum: 1.60 W/cm^2

Intensité maximum: 30 W/cm^2 (par extrapolation).

La valeur minimum est liée au seuil de déclenchement du détecteur de pointes, tandis que la valeur maximum n'a pas été atteinte expérimentalement, étant donné que l'appareil de télévision utilisé était à son maximum.

- résolution de la conversion: La variation d'intensité minimum qui peut être détectée

échelle A: $\Delta I = 7.84 \times 10^{-9} \text{ W/cm}^2$

B: $\Delta I = 1.96 \times 10^{-8} \text{ W/cm}^2$

C: $\Delta I = 3.37 \times 10^{-8} \text{ W/cm}^2$

D: $\Delta I = 1.29 \times 10^{-7} \text{ W/cm}^2$

- temps pour une mesure: Au minimum, l'appareil prend 33.3 msec pour effectuer une mesure (lié au balayage de l'écran); si on ajoute des calculs après chaque mesure, on ralentit d'autant de fois 33.3 msec que nécessitent ces opérations.

VIII RESULTATS EXPERIMENTAUX

L'appareil a été utilisé pour effectuer des mesures sur différentes images de télévision. Le rapport signal au bruit optique a été mesuré en fonction du rapport signal au bruit électrique pour différentes intensités moyennes et sur deux téléviseurs différents. Ces téléviseurs sont un modèle KV-1922 de Sony et un modèle K2110-2 de Zenith. Le premier est en couleur, mais utilisé en noir et blanc, et le second un téléviseur noir et blanc.

Pour les mesures, on a utilisé un générateur vidéo fournissant un test noir et blanc. Le signal a été modulé pour une réception normale sur le canal 3 avec la porteuse à -45 dbm (voir fig. 5). Le bruit était fourni par une source de bruit dont l'amplitude était variée par un atténuateur variable. Le signal RF et le bruit additionné par un coupleur étaient envoyés au téléviseur et à l'analyseur de spectre. Le rapport signal au bruit électrique était mesuré initialement à l'aide de l'analyseur de spectre, en mesurant la différence de niveau entre la porteuse et le bruit moyen.

Le programme, après avoir effectué la mise au point et la compensation du zéro, effectuait une série de 300 mesures pour déterminer le rapport signal au bruit optique. Les résultats obtenus sont montrés sur les figures 6 à 10. Ces graphiques nous permettent d'évaluer le comportement de l'appareil et de découvrir des relations entre les différents paramètres expérimentaux.

La première constatation que l'on peut faire est que pour toutes les conditions expérimentales rencontrées, nous retrouvons la même forme de couche de même que la même pente dans la région inclinée. Seule diffère la position du point de cassure. Cette caractéristique confirme la validité des mesures effectuées. Une relation log - log existe entre le rapport signal au bruit électrique et optique. Cette relation peut même être approximée par une relation linéaire entre le bruit sur l'écran et le bruit du signal électrique.

$$SNO = \alpha SNE + K \quad (1)$$

où SNO = rapport signal au bruit optique
 SNE = rapport signal au bruit électrique
 α = constante de proportionnalité approchant l'unité (1.05)
 K = Constante qui dépend des paramètres de l'expérience.

Comme

$$SND = 10 \log \left(\frac{\text{moyenne des mesures}}{\text{écart - type}} \right) = 10 \log \left(\frac{m}{\sigma} \right) \quad (2)$$

$$SNE = 10 \log \left(\frac{\text{puissance porteuse}}{\text{puissance bruit}} \right) = 10 \log \left(\frac{P}{N_0} \right) \quad (3)$$

En remplaçant dans (1), on obtient:

$$\log \left(\frac{m}{\sigma} \right) = \alpha \log \left(\frac{kP}{N_0} \right) \quad \text{où } K = 10\alpha \log k \quad (4)$$

$$\text{d'où } N_0 = kP \left(\frac{\sigma}{m} \right)^{1/\alpha} \quad (5)$$

Si on approxime α par 1 on obtient une relation linéaire entre le bruit électrique et le bruit optique

$$N_0 = \frac{kP}{m} \times \sigma \quad (6)$$

On remarque également sur les graphiques que le niveau maximum du rapport signal au bruit optique varie selon la moyenne des mesures d'intensité effectuées. Plus cette moyenne est élevée et plus la limite est élevée. L'explication de ce fait est que lorsqu'il y a peu de bruit et que la moyenne est élevée, le rapport m/σ est élevé. Si on compare maintenant deux téléviseurs différents (voir figures 6, 7, 8), on note que pour une même valeur moyenne, la limite supérieure du premier dépasse celle du second. La principale cause est sans doute la différence dans la qualité des circuits des téléviseurs et du bruit interne de ceux-ci.

Si on compare maintenant les résultats obtenus, en utilisant une surface de mesure de .8 mm Ø plutôt que de 4 mm Ø (voir figures 6, 9, 10), on

note que la valeur maximum du rapport signal au bruit optique est diminuée lorsqu'on diminue la surface mesurée. Etant donné qu'une mesure nous donne la valeur moyenne de l'intensité sur la surface, ce résultat est normal. Mais pour une surface de .8 mm Ø, une nouvelle source de bruit devient apparente, soit l'instabilité dans le balayage du faisceau d'électrons. On constate également la diminution de corrélation lorsque la surface est de .8 mm Ø. Pour diminuer cet écart, on doit augmenter le nombre d'échantillons. Il semble selon ces premiers résultats que les deux surfaces de mesures donnent des résultats comparables, sauf pour un décalage vertical. Mais comme le positionnement du senseur est beaucoup moins critique pour une surface de 4 mm Ø, on l'utilise pour effectuer les mesures de bruit. La surface plus petite servira pour les tests de bande passante.

En résumé, les rapports du signal au bruit (optique et électrique) sont quasi-linéairement reliés avec un décalage dépendant de l'intensité moyenne. La surface de mesure utilisée nous permet d'effectuer une moyenne spatiale sans affecter la nature des résultats. Différents téléviseurs peuvent être comparés relativement à leur capacité de limiter le bruit sur l'écran, en se basant sur les résultats obtenus.

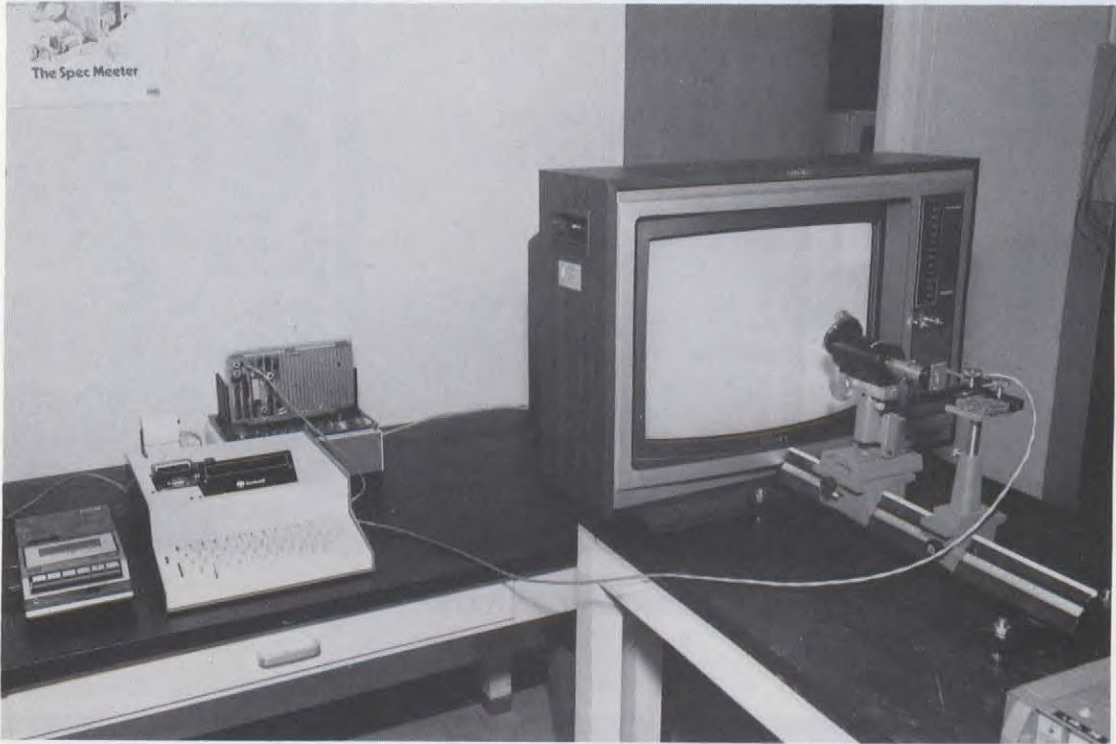
IX CONCLUSIONS

Un appareil pour mesurer quantitativement la qualité d'une image de télévision a été développé au cours de ce contrat. Le senseur optique de même que les circuits s'y rattachant ont été mis au point, et le tout a été relié à un micro-ordinateur, permettant ainsi d'effectuer les mesures automatiquement et les calculs appropriés. Cet appareil a été utilisé sous diverses conditions, afin d'en évaluer les principales caractéristiques. Une relation entre le rapport signal au bruit électrique présent à l'entrée du téléviseur et des mesures effectuées par l'appareil, a été réduite.

Quelques améliorations peuvent être effectuées sur l'appareil, afin d'obtenir des résultats encore plus concluants. On pense entre autres à ajuster la réponse en fréquences du senseur optique, de façon à avoir la même sensibilité aux couleurs que l'oeil humain. Egalement, il sera possible

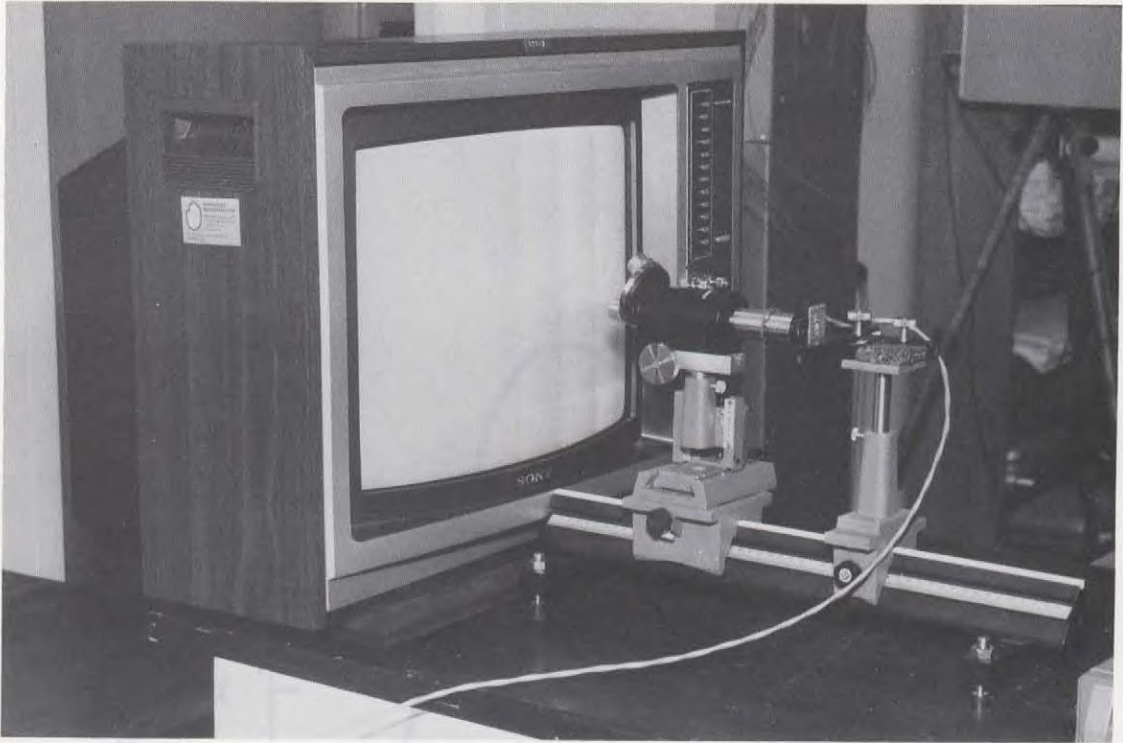
d'ajuster la réponse du senseur de façon à obtenir une réponse linéaire en amplitude, les équations de correction utilisées actuellement n'étant qu'une première approximation. Il y aura lieu aussi d'établir un dialogue plus élaboré avec l'opérateur, afin de permettre l'emploi de l'appareil par un utilisateur non familier avec son fonctionnement.

Une évaluation complète des performances de l'appareil serait la suite logique de son développement et bien sur son utilisation pour effectuer des mesures. Entre autres, il serait intéressant de comparer l'évaluation faite par l'appareil avec les résultats de tests subjectifs. On pourrait aussi mesurer la dégradation du signal vidéo en différents points de la chaîne vidéo, de même qu'évaluer l'effet sur l'image des changements dans les éléments entrant dans la transmission et la réception des émissions de télévision. Finalement, on pourrait l'utiliser pour comparer les performances des différents téléviseurs.



VUE D'ENSEMBLE DU SYSTEME

SYSTEME DE MESURE DE LA QUALITE



SYSTEME OPTIQUE



SYSTEME D'ACQUISITION DE DONNEES

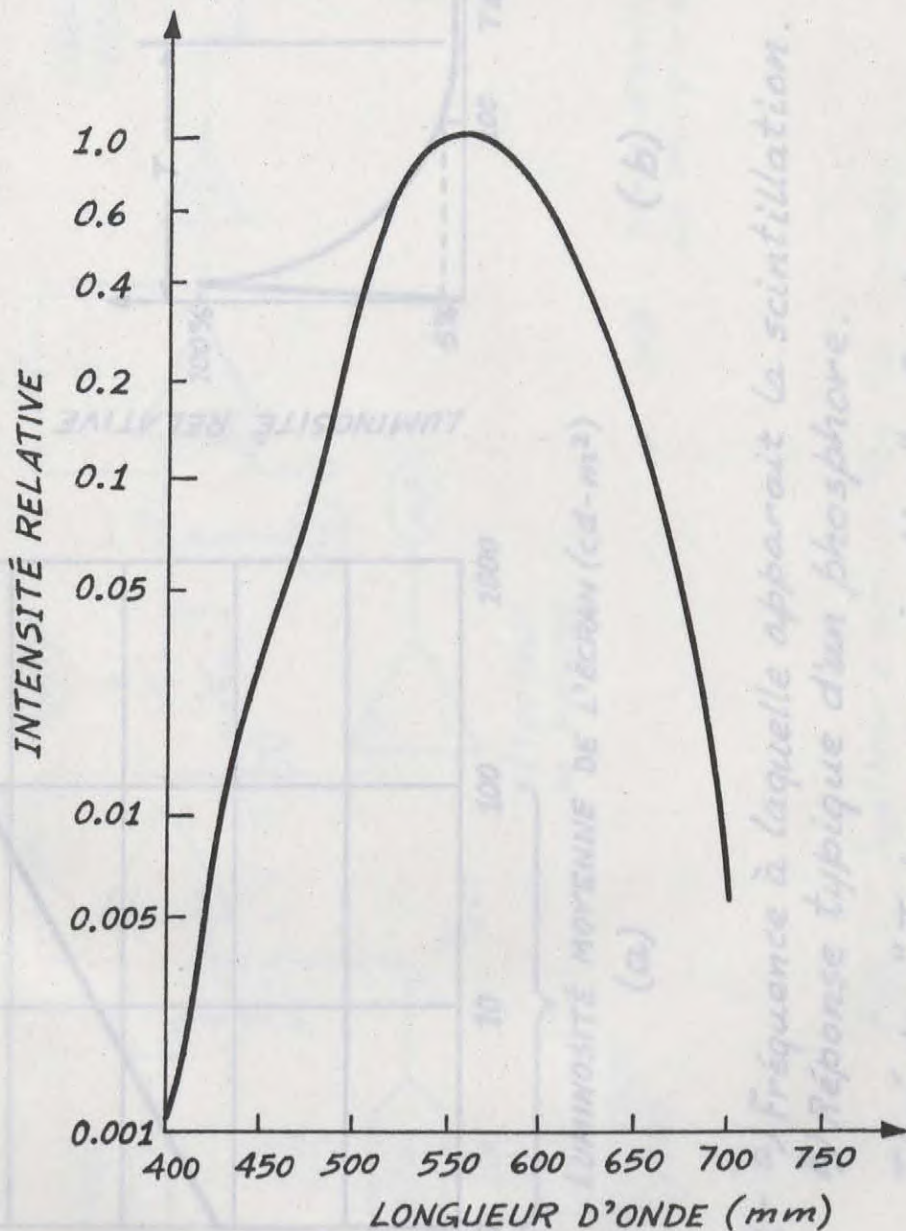
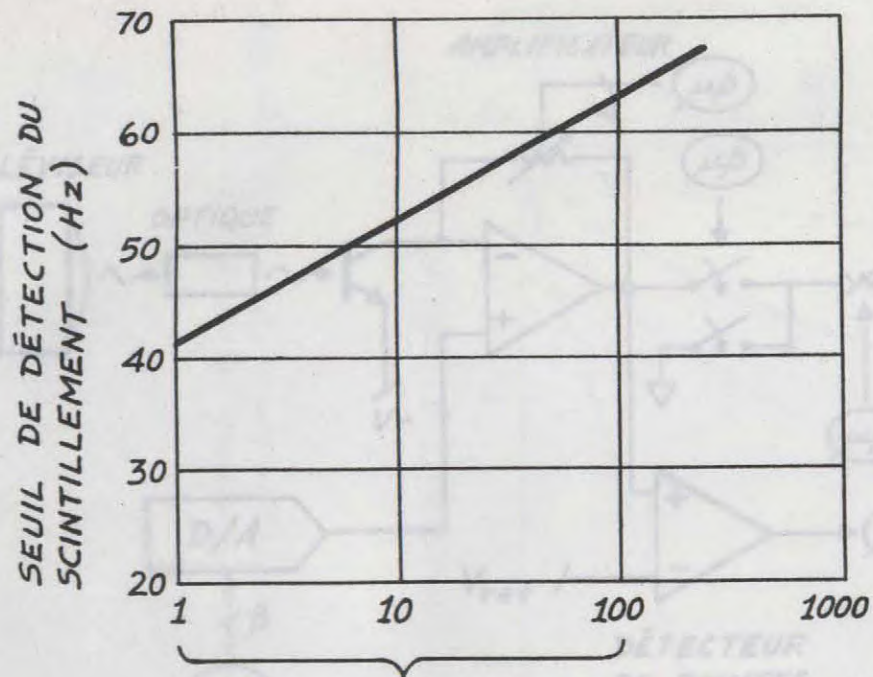
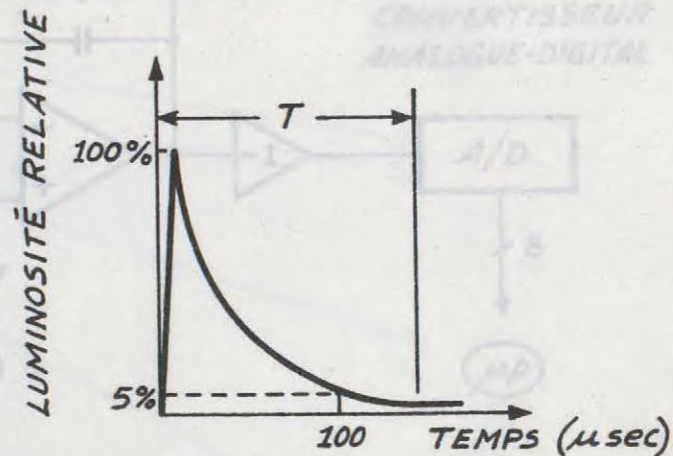


Fig: 1- Courbe de sensibilité de l'oeil.
 Tiré de: "Telecommunication": System Approach,
 G.Smoll et Al p.149.



LUMINOSITÉ MOYENNE DE L'ÉCRAN (cd-m²)

(a)



(b)

Fig. 2 - a) Fréquence à laquelle apparaît la scintillation.
 b) Réponse typique d'un phosphore.

Tiré de: "Telecommunication": System Approach,
 G. Smoll et Al. p.149.

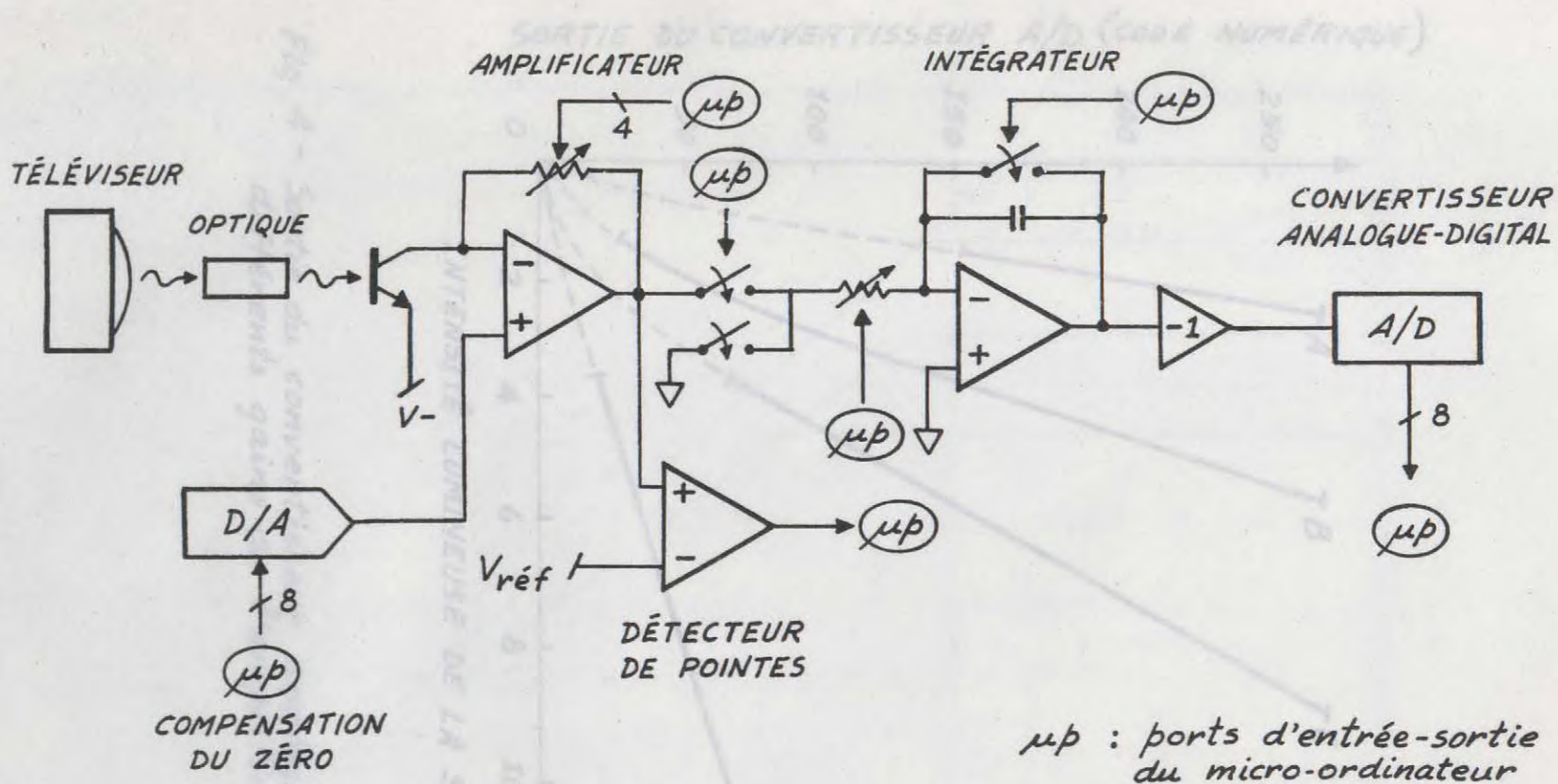


Fig. 3 - Système d'acquisition des données.

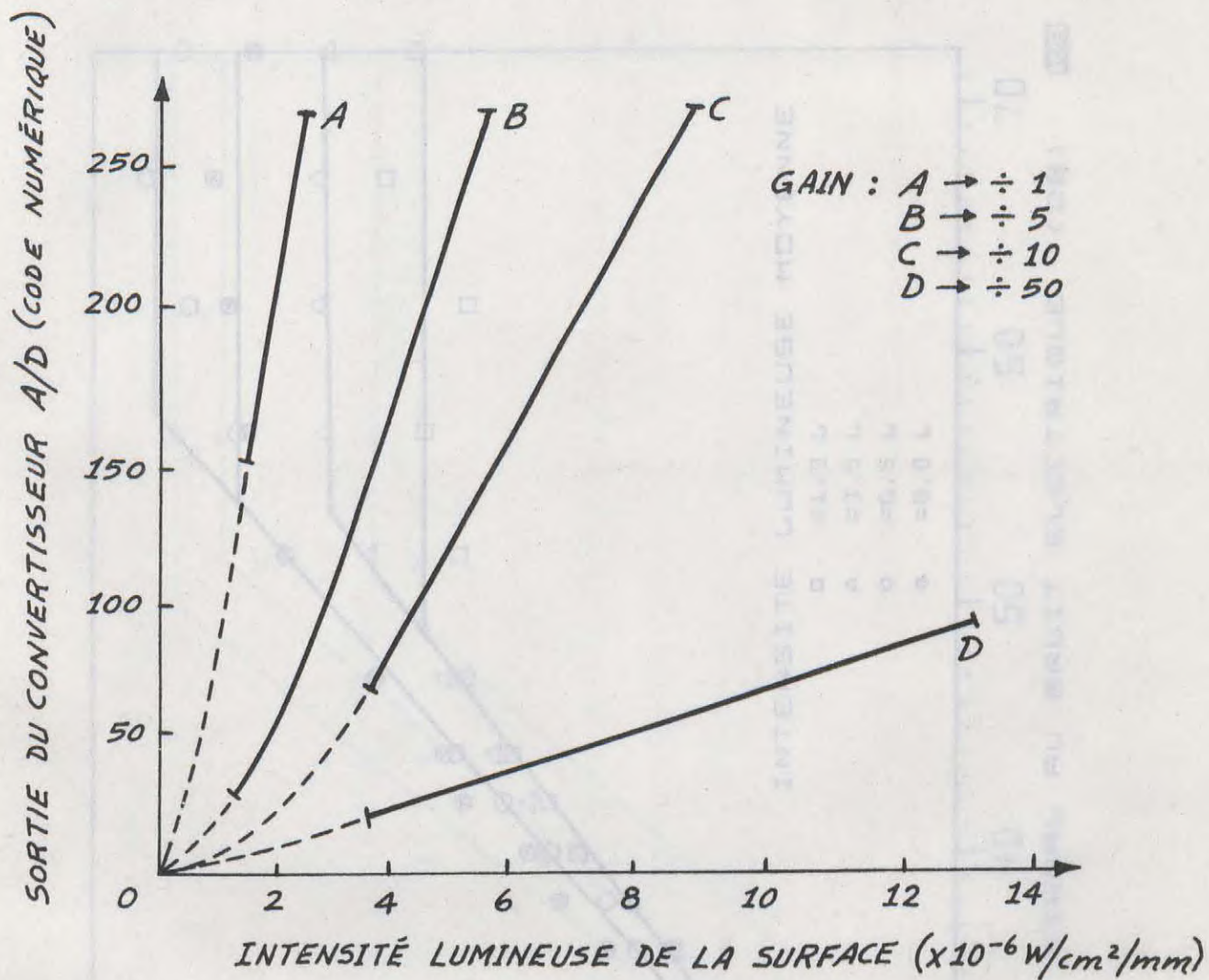


Fig. 4 - Sortie du convertisseur analogue-digital pour différents gains de l'amplificateur.

FIG. 6- TELEVISEUR 1. OBJECTIF 1X
 INTENSITE VARIABLE

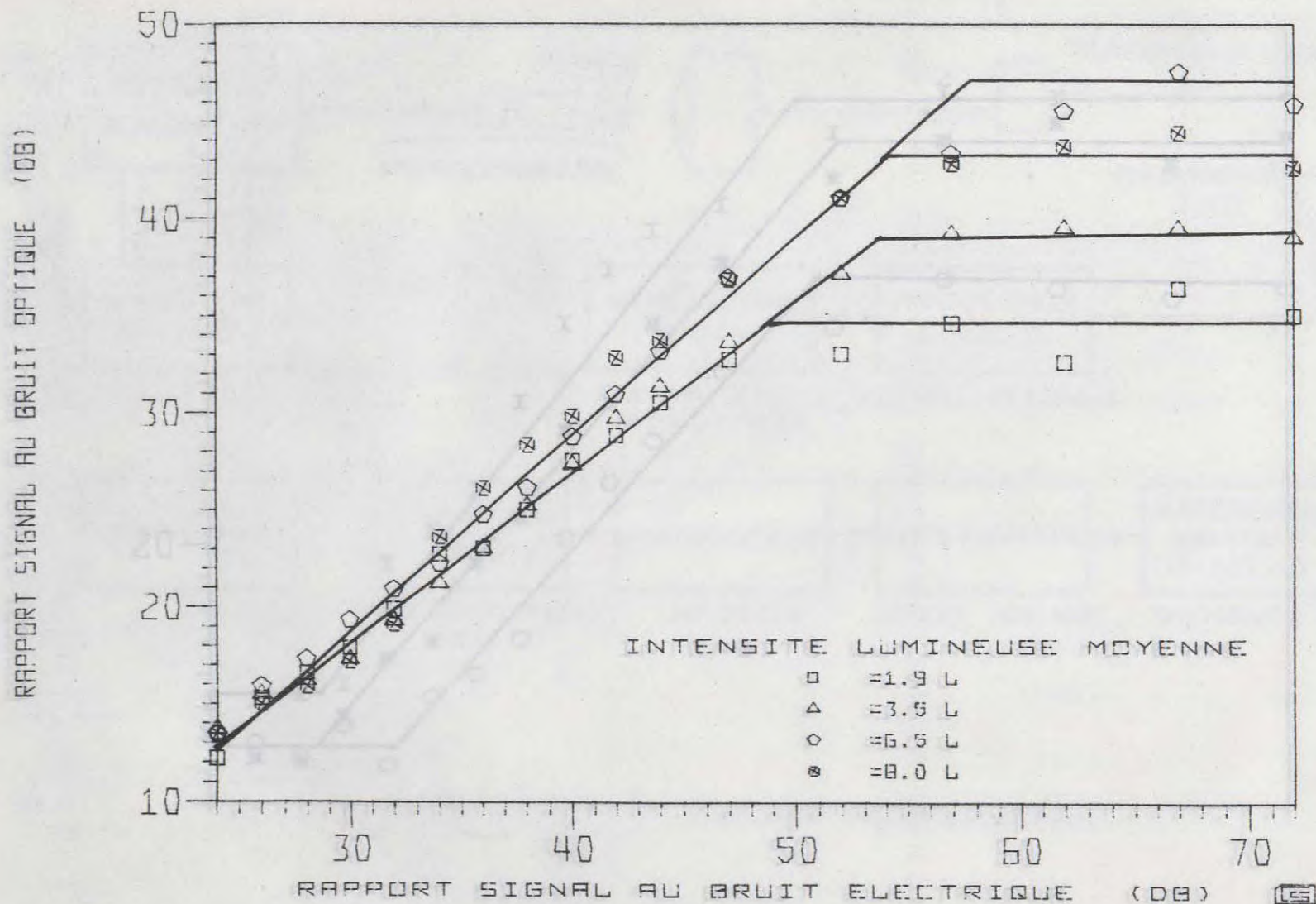
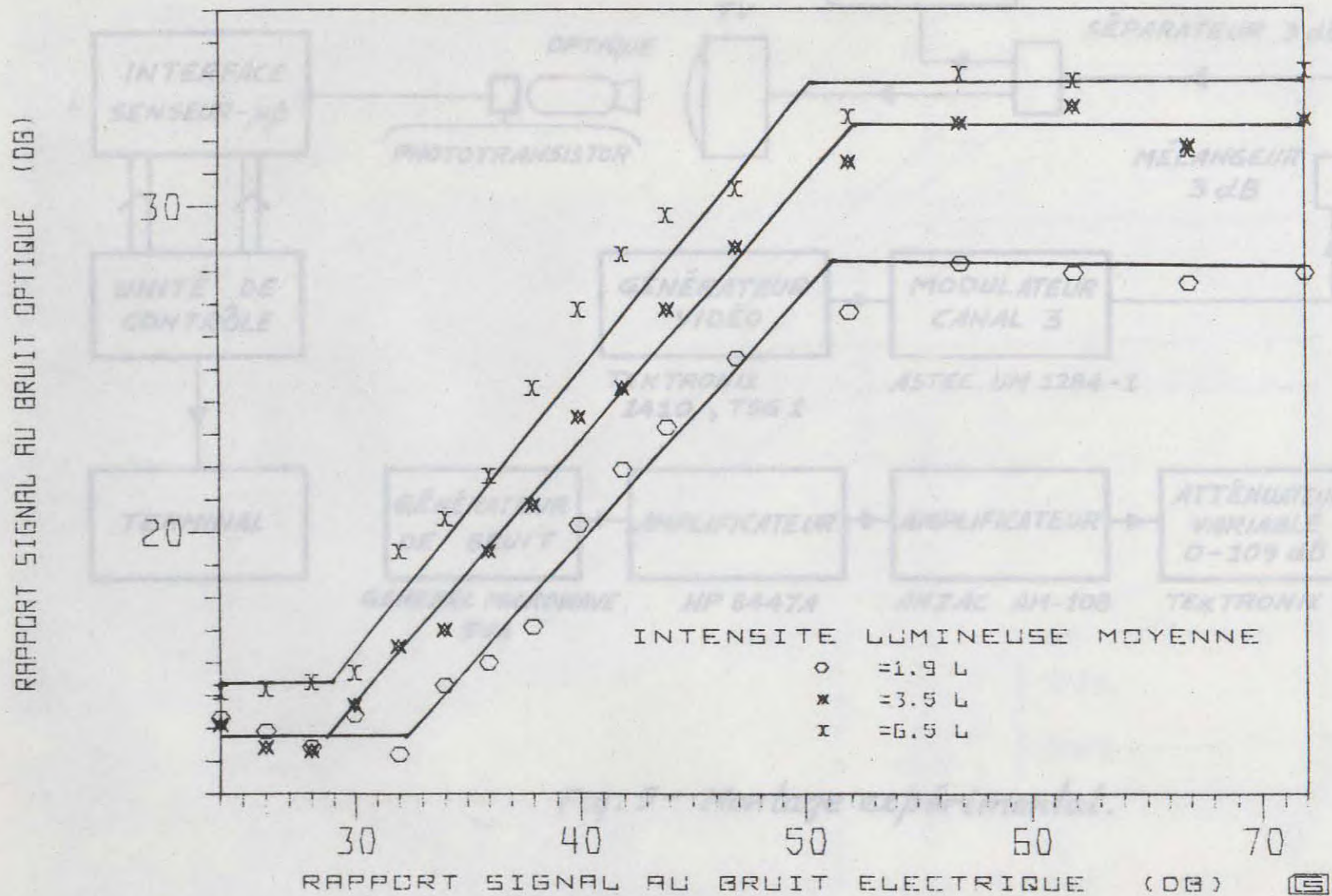


FIG. 7- TELEVISEUR 2. OBJECTIF 1X
 INTENSITE VARIABLE



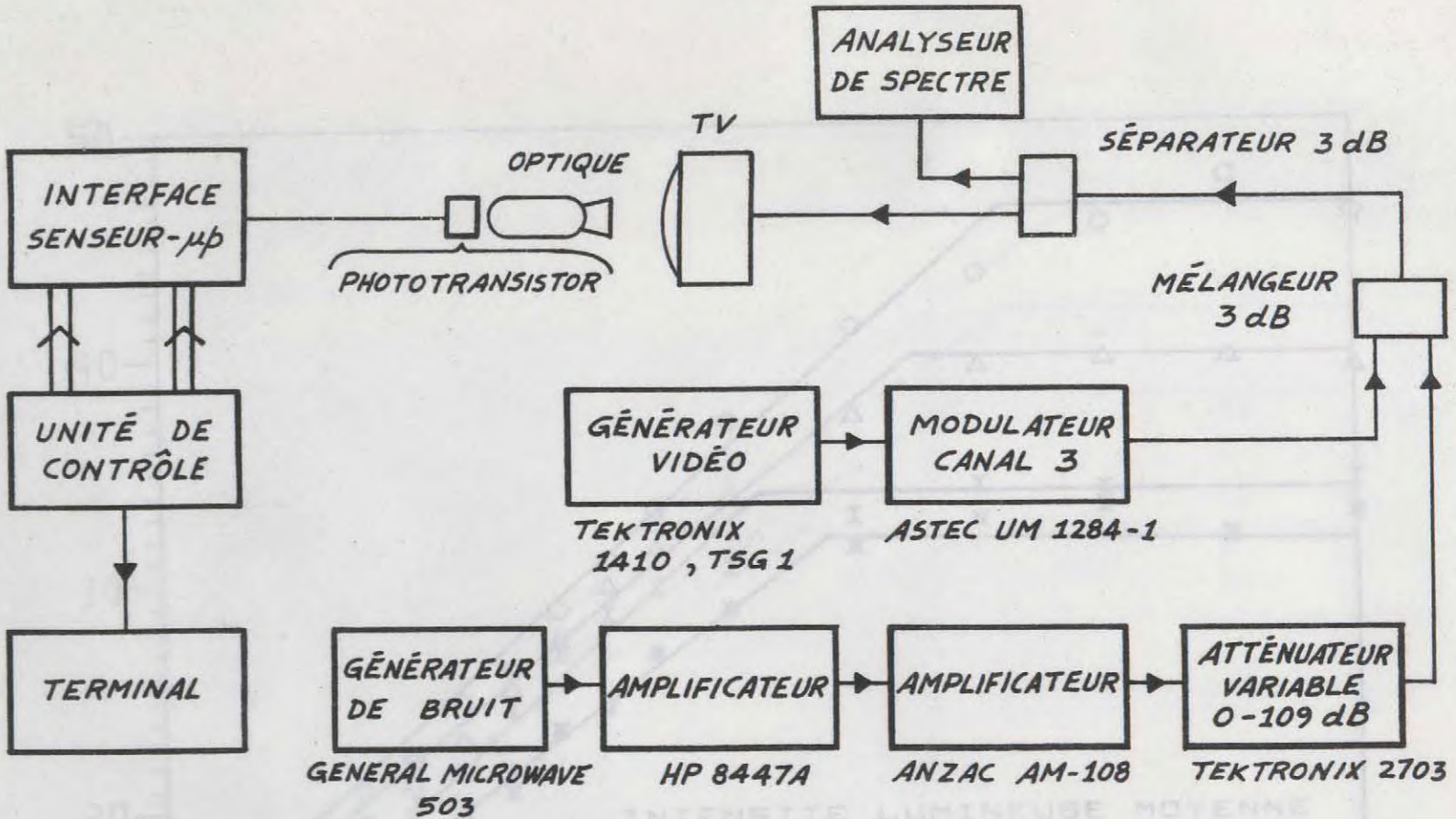


Fig. 5 - Montage expérimental.

FIG. 8- COMPARAISON ENTRE TELEVISEUR 1 ET 2

INTENSITE VARIABLE

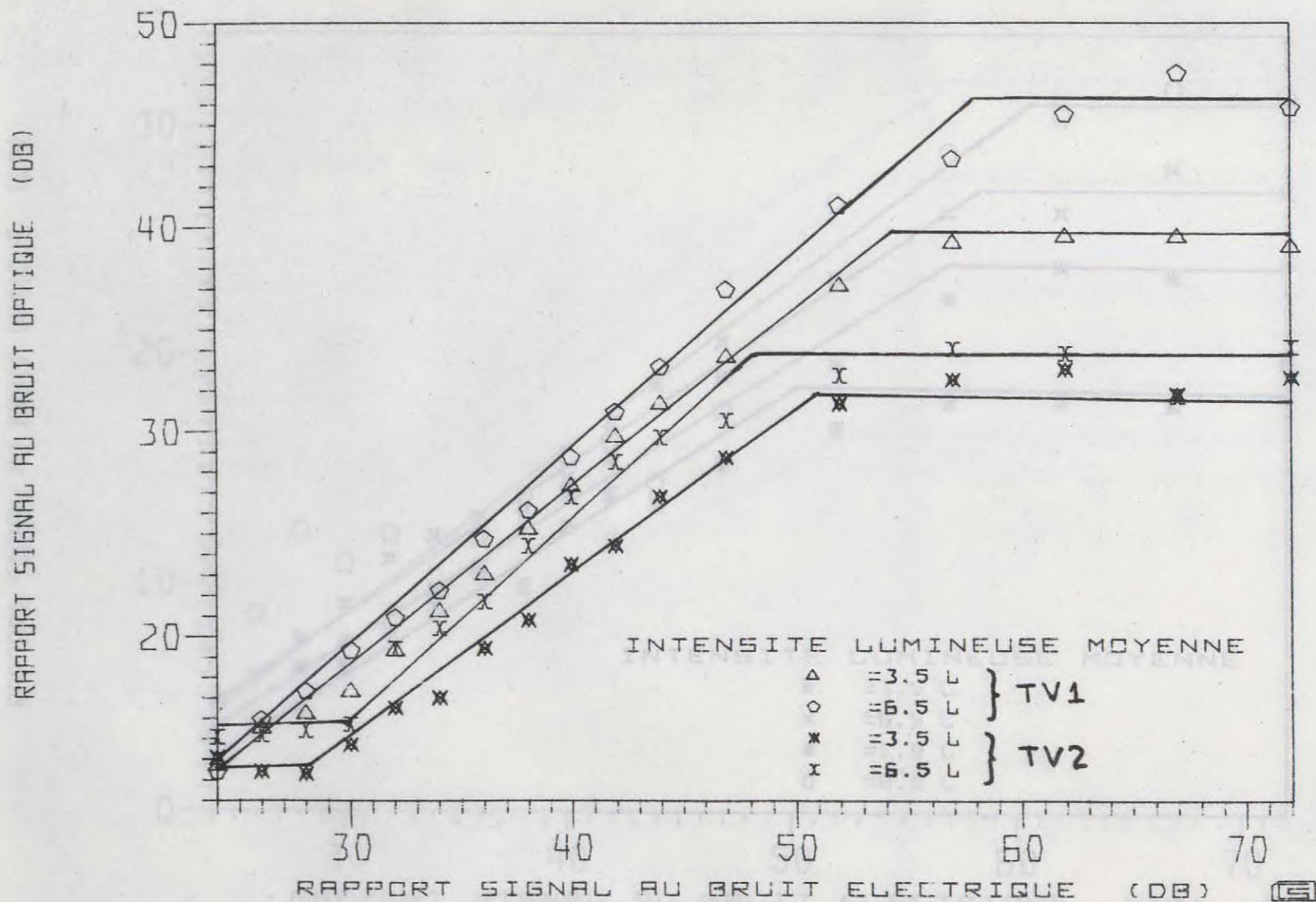


FIG. 9- TELEVISEUR 1. OBJECTIF 5X.
INTENSITE VARIABLE

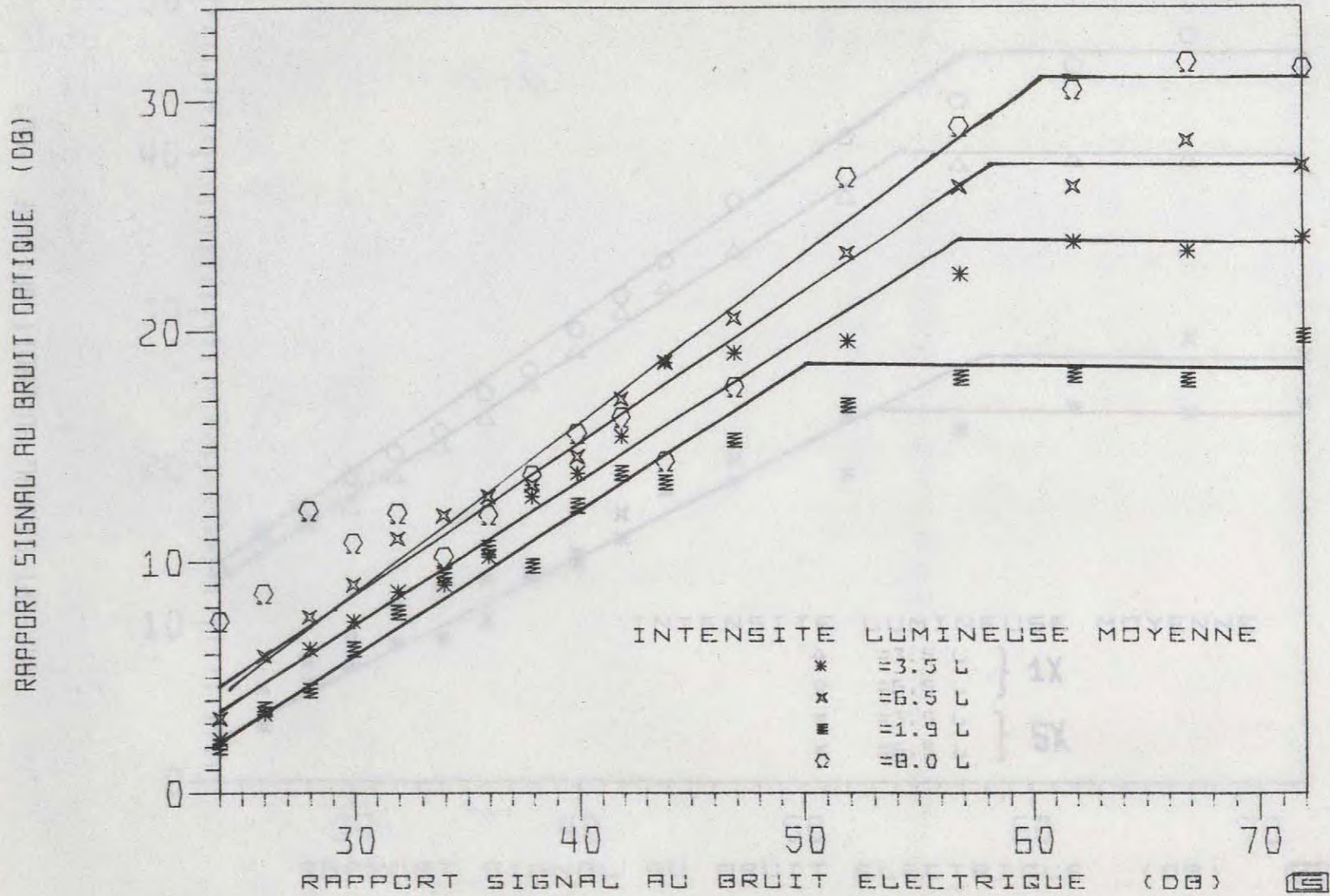
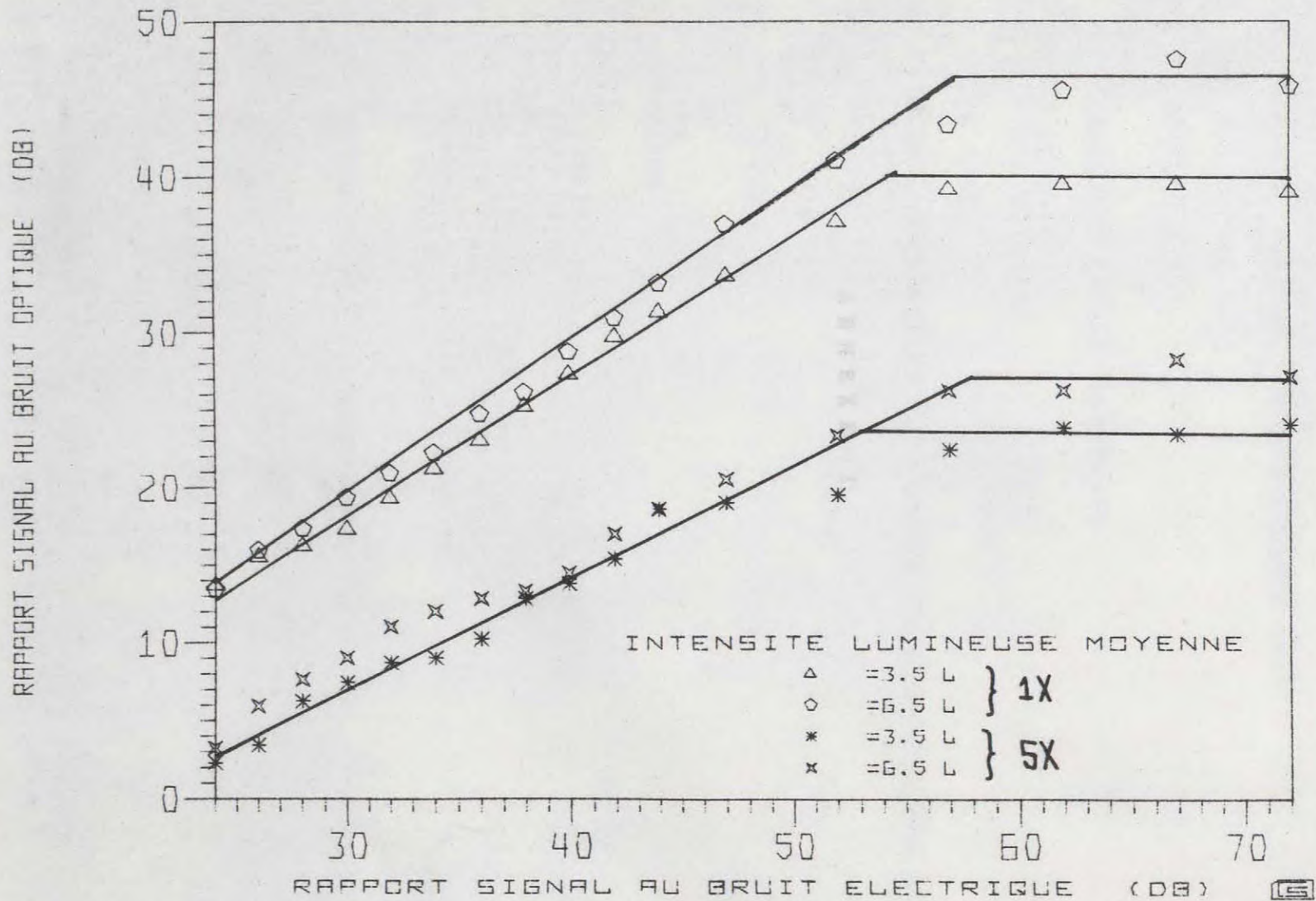


FIG. 10- COMPARAISON ENTRE OBJECTIF 1X ET 5X



A N N E X E I

```

5 REM ***INITIALISATION***
10 PRINT"AJUSTEZ LE FOCUS POUR ATTEINDRE UN MAXIMUM"
20 PRINT"TAPEZ F LORSQUE TERMINE"
30 POKE 4,128
40 POKE 5,14
50 MES=USR(0)
60 GOSUB 1000
65 REM ***AJUSTEMENT D'OFFSET***
70 PRINT"INTENSITE MINIMUM, TAPEZ F LORSQUE FAIT"
75 GET A$: IF A$<>"F" GOTO 75
80 N=0:POKE 4,133:POKE 5,15
82 MX=USR(0)
83 POKE 4,120:POKE 5,15
85 OFST=128
90 MX=USR(0)
95 IF (PEEK(4095)AND 64)=64 THEN MX=-1
96 PRINTMX
100 IF MX<>0 GOTO 110
105 N=N+1:IF N=5 GOTO 130
106 GOTO 90
110 N=0:GOSUB 1700
120 GOTO 90
125 REM ***MESURE DE BRUIT***
130 POKE 4,247:POKE 5,14
150 PRINT"PRET POUR MESURE S/N"
155 GET A$
160 IF A$<>"G" GOTO 155
170 TTT=0:T2T=0
200 FOR I=0 TO 299
210 GOSUB 1500
215 PRINTI:MX
220 TTT=TTT+MX
230 T2T=T2T+MX*MX
240 NEXT I
250 MZ=TTT/I
260 OX=((T2T-TTT*TTT/I)/(I-1))^.5
265 IF OX=0 THEN PRINT MZ,OX:GOTO 150
270 SN=10*LOG(MZ/OX)
300 PRINT!"S/B OPTIQUE= ";INT(SN*10+.5)/10
302 PRINT!"BRUIT= ";INT(100*LOG(OX)+.5)/10
304 PRINT!"INTENSITE= ";INT(MZ*10+.5)/10
307 INPUT!"S/N ELECTRIQUE= ";A
308 PRINT!" "
310 GOTO 150
999 REM ***ROUTINE DE POSITIONNEMENT***
1000 POKE 4,170
1010 POKE 5,14
1020 GOSUB 1500
1030 PRINTGAIN;MX
1040 GET A$
1050 IF A$="F" THEN RETURN
1060 GOTO 1020
1499 REM ***MESURE AJUSTEE***
1500 MES=USR(0)
1510 GAIN=PEEK(4093)+PEEK(4092)
1520 IF GAIN=9 THEN MX=(MES/66.28)^.562
1530 IF GAIN=8 THEN MX=(MES/15.57)^.571
1540 IF GAIN=5 THEN MX=(MES/9.56)^.654
1550 IF GAIN=4 THEN MX=(MES/2.61)^.704
1560 IF (PEEK(4095)AND 64)=64 THEN MX=-1

```

```
1570 RETURN
1699 REM ***MODIFICATION D'OFFSET***
1700 IF MX<0 THEN OFST=OFST+1: GOTO 1730
1710 OFST=OFST-1
1720 IF OFST<0 THEN OFST=0
1730 IF OFST>255 THEN OFST=255
1735 PRINTGAIN,MX,OFST
1740 POKE 37120,OFST
1750 RETURN
```



```

==0000
;*****MODULE EQUAO V1.1*****
==0000
    *=$E80
==0E80 IFC001
    =$3F
==0E80 PA01
    =$9003
;PORT DE CONTROLE
==0E80 PA01IN
    =$31
;VALEUR INITIALE A LA SORTIE DE PA
==0E80 PA01OU
    =$9001
;PORT FA
==0E80 DTOA00
    =$9100
;D/A (ADRESSE)
==0E80 GAINV
    =$FFD
;GAIN DE L'AMPLI
==0E80 MESUV
    =$FFE
;MESURE EFFECTUEE
==0E80 INTREN
    =$A0
;PERMET T2
==0E80 INTDIS
    =$40
;EMPECHE T1
==0E80 INTRE2
    =$20
;EMPECHE T1
==0E80 INTRE3
    =$CC
;PERMET T1
==0E80 IERA0
    =$A00E
;INTERUPT ENABLE REGISTER
==0E80 ACRAC
    =$A00B
;AUXILIARY CONTROL REGISTER
==0E80 T2LCNT
    =$00
;DUREE MAXIMUM DE RECHERCHE
==0E80 T2HCNT
    =$80
==0E80 T2L
    =$A008
;COMPTEUR T2
==0E80 T2H
    =$A009
==0E80 T1LCNT
    =$80
;DUREE D'UN CADRE
==0E80 T1HCNT
    =$81

```

```

==0E80 T1L
    =$A004
:COMPTEUR T1
==0E80 T1H
    =$A005
==0E80 IRQV2L
    =$A400
:POINTEUR A LA ROUTINE D'INTERRUPTION
==0E80 IRQV2H
    =$A401
==0E80 IFRA0
    =$A00D
:REGISTRE DES INTERRUPTIONS
==0E80 DURINT
    =$50
:DUREE DE L'INTEGRATION
==0E80 PA4PA5
    =$CF
:MASQUE POUR CONTROLE DE L'INTEGRATEUR
==0E80 HOLD
    =$10
:MASQUE POUR HOLD
==0E80 ATOD
    =$920C

;A/D
==0E80 SIGN
    =$FFF
:DETECTION -VE
==0E80 VASBAS
    =$C0D1
:CONVERSION DE VARIABLE ASM A BASIC
==0E80 CLEAR
    =$30
:MOT DE CONTROLE POUR RAZ
==0E80 PB01IN
    =$01
:INITIALISE LE PORT B
==0E80 PB01OU
    =$9000
==0E80 IFC002
    =$01
==0E80 PB01
    =$9002
==0E80 INTEGV
    =$0FFC
:CONSTANTE D'INTEGRATION
    .FILE INITB
:*****MODULE INITB V1.1*****
;
==0E80 INITB1
A938 LDA #<IRQV3
8D00A4 STA IRQV2L
A90F LDA #>IRQV3
8D01A4 STA IRQV2H
:VECTEUR D'INTERRUPTION
A93F LDA #IPC001
8D039C STA PAC1
:FIXE LA DIRECTION
A931 LDA #PA01IN
==0E91

```

```

8D0190 STA PA010U
;VALEUR INITIALE
A901 LDA #IPC002
8DG290 STA PB01
A901 LDA #PB01IN
8D0090 STA PB010U
A980 LDA #S80
8D0091 STA DTOA00
;OFFSET=0
==0EA3
A900 LDA #0C
8D0BA0 STA ACRA0
;MODE DES COMPTEURS
78 SEI
;EMPECHE LES INTERUPTIONS
60 RTS
.FILE GAIN1
:*****MODULE GAIN1 V1.1*****
==0EAA GAIN1
A908 LDA #8
8DFD0F STA GAINV
20E40E JSR OUTGIN
;GAIN MAXIMUM
A9C1 LDA #01
8DFC0F STA INTEGv
20F00E JSR OUTINT
;RC=RAPIDE
==0EBA MESU3
20F70E JSR MESUR1
;VA EFFECTUER UNE MESURE
ADFE0F LDA MESUV
C9FF CMP #SFF
;DEPASSEMENT?
D01F BNE MESU2
; /= /FF ALORS FIN
ADFC0F LDA INTEGv
4901 EOR #01
8DFC0F STA INTEGv
;CHANGE RC
==0ECC
20F00E JSR OUTINT
ADFC0F LDA INTEGv
F0E6 BEQ MESU3
;SI=0,GAIN INCHANGE
ADFD0F LDA GAINV
4A LSR A
;DIMINUER LE GAIN
F009 BEQ MESU2
;=0 ALORS STOP
8DFD0F STA GAINV
==0EDD
20E40E JSR OUTGIN
4CBA0E JMP MESU3
==0EE3 MESU2
60 RTS
==0EE4 OUTGIN
AD0190 LDA PA010U
29F0 AND #SFC
0DFD0F ORA GAINV
8D0190 STA PA010U

```

```

:NOUVEAU GAIN
60   RTS
==0EF0 OUTINT
ADFCCF LDA INTEGV
8D0090 STA PB010U
60   RTS
      .FILE MESUR
:*****MODULE MESUR V1.1*****
:
:
==0EF7 MESUR1
A9A0   LDA #INTREN
8D0EA0 STA IERA0
:PERMET LES INTERRUPTIONS DE T2
A900   LDA #C0
8D0BA0 STA ACRA0
:MODE DES COMPTEURS
A940   LDA #INTDIS
:EMPECHE LES INT. DE T1
8D0EA0 STA IERA0
A940   LDA #$40
==0F08
8D0DA0 STA IFRA0
:RAZ DU DRAPEAU DE T1
A900   LDA #T2LCNT
8D08A0 STA T2L
A980   LDA #T2HCNT
8D09A0 STA T2H
:DEPART DE T2
58     CLI

==0F16 MESUR8
2C0190 BIT PA010U
30FB   BMI MESUR8
:ATTENDS 0 POUR LE DEDECTEUR
==0F1B MESUR2
AD0190 LDA PA010U
:ATTENDS LA POINTE
10FB   BPL MESUR2
==0F20 MESUR5
A980   LDA #T1LCNT
:POINTE DEDECTEE,DEBUT DU DELAI
8D04A0 STA T1L
A981   LDA #T1HCNT
8D05A0 STA T1H
:DEPART DE T1
A920   LDA #INTRE2
8D0EA0 STA IERA0
:EMPECHE T2 D'INTERROMPRE
A9C0   LDA #INTRE3
==0F31
8D0EA0 STA IERA0
:PERMET T1
58     CLI
==0F35 MESUR3
4C350F JMP MESUR3
:ATTEND LA FIN DE T1

==0F38 IRQV3
68     PLA
68     PLA

```

```

68      PLA
2C0DA0 BIT IFRA0
7005    BVS MESUR4
:SI T1 A TERMINE ON VA MESURER
A000    LDY #00
:DELAI MAXIMUM PASSE
4C650F JMP MESUR7
:INTENSITE INSUFFISANTE
==0F45 MESUR4
A250    LDX #DURINT
AD0190 LDA PA010U
29CF    AND #PA4PA5
8D0190 STA PA010U
:VIN,RAZ ANNULE
==0F4F MESUR6
CA      DEX
D0FD    BNE MESUR6
:DELAI D'INTEGRATION
AD0190 LDA PA010U
29CF    AND #PA4PA5
0910    ORA #HOLD
8D0190 STA PA010U
:HOLD DU VOLTAGE
AD0190 LDA PA010U
==0F5F
8DFF0F STA SIGN
AC0092 LDY ATOD
:CONVERSION(MODE SLOW RAM)
==0F65 MESUR7
8CFE0F STY MESUV
AD019C LDA PAC10U
:RAZ DE L'INTEGRATEUR
29CF    AND #PA4PA5
0930    ORA #CLEAR
8D0190 STA PA010U
A900    LDA #00
20D1C0 JSR VASBAS
:PASSE LE RESULTAT AU BASIC
==0F77
60      RTS

```

```

==0F78 WAITT1
A940    LDA #$4C
8D0DA0 STA IFRA0
==0F7D WAITTX
2C0DA0 BIT IFRA0
50FB    BVC WAITTX
4C450F JMP MESUR4

```

```

==0F85 INITT1
A940    LDA #$4C
8D0DA0 STA IFRA0
A940    LDA #$40
8D0BA0 STA ACRA0
:T1 CONTINU
A1F79B LDA #$IF

```

```

8D04A0 STA T1L
==0F95

```

```
A982 LDA #82
8DC5A0 STA T1H
; DELAI=1/30SEC
60 RTS
.END
ERRORS= 000
```

```

5 REM ***INITIALISATION***
10 PRINT"AJUSTEZ LE FOCUS POUR ATTEINDRE UN MAXIMUM"
20 PRINT"TAPEZ F LORSQUE TERMINE"
30 POKE 4,128
40 POKE 5,14
50 MES=USR(0)
60 GOSUB 1000
65 REM ***AJUSTEMENT D'OFFSET***
70 PRINT"INTENSITE MINIMUM, TAPEZ F LORSQUE FAIT"
75 GET A$: IF A$<>"F" GOTO 75
80 N=0:POKE 4,133:POKE 5,15
82 MX=USR(0)
83 POKE 4,120:POKE 5,15
85 OFST=128
90 MX=USR(0)
95 IF (PEEK(4095)AND 64)=64 THEN MX=-1
96 PRINTMX
100 IF MX<>0 GOTO 110
105 N=N+1:IF N=5 GOTO 130
106 GOTO 90
110 N=0:GOSUB 1700
120 GOTO 90
125 REM ***MESURE DE BRUIT***
130 POKE 4,247:POKE 5,14
150 PRINT"PRET POUR MESURE S/N"
155 GET A$
160 IF A$<>"G" GOTO 155
170 TTT=0:T2T=0
200 FOR I=0 TO 299
210 GOSUB 1500
215 PRINTI;MX
220 TTT=TTT+MX
230 T2T=T2T+MX*MX
240 NEXT I
250 MZ=TTT/I
260 OX=((T2T-TTT*TTT/I)/(I-1))^5
265 IF OX=0 THEN PRINT MZ,OX:GOTO 150
270 SN=10*LOG(MZ/OX)
300 PRINT!"S/B OPTIQUE= ";INT(SN*10+.5)/10
302 PRINT!"BRUIT= ";INT(100*LOG(OX)+.5)/10
304 PRINT!"INTENSITE= ";INT(MZ*10+.5)/10
307 INPUT!"S/N ELECTRIQUE= ";A
308 PRINT!" "
310 GOTO 150
999 REM ***ROUTINE DE POSITIONNEMENT***
1000 POKE 4,170
1010 POKE 5,14
1020 GOSUB 1500
1030 PRINTGAIN;MX
1040 GET A$
1050 IF A$="F" THEN RETURN
1060 GOTO 1020
1499 REM ***MESURE AJUSTEE***
1500 MES=USR(0)
1510 GAIN=PEEK(4093)+PEEK(4092)
1520 IF GAIN=9 THEN MX=(MES/66.28)^.562
1530 IF GAIN=8 THEN MX=(MES/15.57)^.571
1540 IF GAIN=5 THEN MX=(MES/9.56)^.654
1550 IF GAIN=4 THEN MX=(MES/2.61)^.704
1560 IF (PEEK(4095)AND 64)=64 THEN MX=-1

```

```
1570 RETURN
1699 REM ***MODIFICATION D'OFFSET***
1700 IF MX<0 THEN OFST=OFST+1: GOTO 1730
1710 OFST=OFST-1
1720 IF OFST<0 THEN OFST=0
1730 IF OFST>255 THEN OFST=255
1735 PRINTGAIN,MX,OFST
1740 POKE 37120,OFST
1750 RETURN
```