

## Autoradio : étages audio

Dans ce TP, on se propose d'effectuer des tests sur la partie audio FP1 d'un autoradio du commerce (voir schéma fonctionnel en Annexe 1) :

- qualités de l'amplificateur ( puissance de sortie, taux de distorsion, séparation des canaux etc ...)
- courbe de réponse en fréquence, caractéristiques des réglages graves-aigues

Données techniques annoncées par le fabriquant :

Amplificateur audio	Lecteur CD
Puissance max : 4x20W sur 4 $\Omega$ sous 13,2V Réponse en fréquence : de 20Hz à 20kHz ( $\pm 1$ dB) Réglage aiguës : $\pm 14$ dB (à 12kHz) Réglage basses : $\pm 14$ dB (à 100Hz) Distorsion : < 0,5 %	Réponse en fréquence : 20Hz à 20kHz ( $\pm 1$ dB) Séparation des canaux : > 50dB Rapport Signal / Bruit : > 60dB

Les signaux BF de test du CD de test sont d'excellente qualité (fréquence d'échantillonnage  $f_e = 44,1$  kHz, codage des échantillons sur 16 bits) :

**Sinus.wav** : sinusoïde de fréquence fixe 1 kHz sur les deux voies (piste 4)

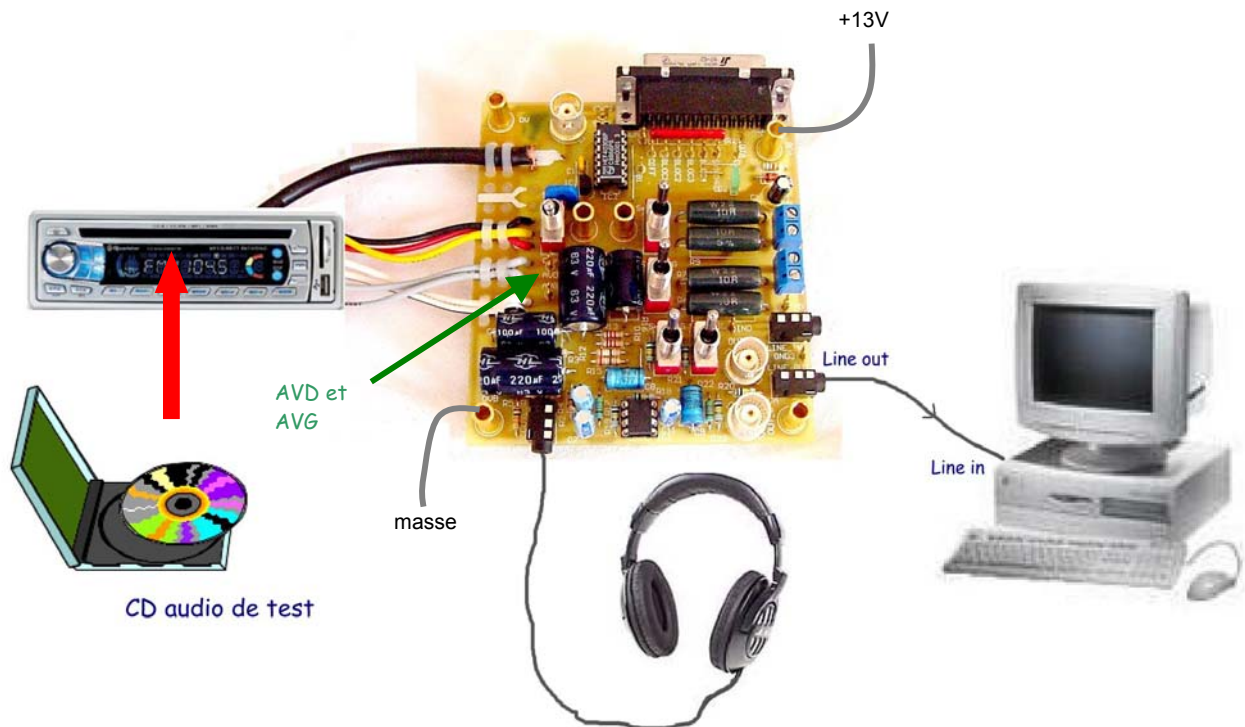
**SinusG.wav** : sinusoïde de fréquence fixe 1 kHz, voie de gauche (piste 2)

**SinusD.wav** : sinusoïde de fréquence fixe 1 kHz, voie de droite (piste 3)

**Sweep.wav** : sinusoïde de fréquence glissante 20 Hz-20 kHz sur les deux voies (piste 1)

**SweepD.wav** : sinusoïde de fréquence glissante 20 Hz-20 kHz, voie de droite

Le signal de sortie des amplificateurs sera analysé par Audiotester.



Remarques :

- la position des différents inverseurs sur l'image ci-dessus ne correspond pas forcément à la réalité
- les signaux peuvent être visualisés sur les broches AVG et AVD ou contrôlés à l'oreille par le casque

**Activité 1 : analyse de la qualité des signaux de test**

Pour s'assurer de la qualité des signaux présents sur le CD, on a visualisé le spectre du signal **Sinus.wav** (piste 4) pour une voie (voir Annexe). Que peut-on dire du taux de distorsion ?

**Activité 2 : étude de l'étage de sortie**

Pour ce test, on utilise le signal sinusoïdal à 1 kHz du CD à 1kHz sur les 2 voies (piste 4).

Charger la sortie G par la résistance de puissance de  $4\Omega$  remplaçant le haut-parleur. Le volume étant réglé au tiers de la course, relever les oscillogrammes des tensions aux deux bornes de la résistance de puissance par rapport à la masse :

- une des bornes de sortie est-elle à la masse ? les sorties de l'autoradio sont-elles différentielles ?
- la visualisation du signal aux bornes du HP est-elle possible ? que faudrait-il avoir pour la visualiser ?

Pour cet enregistrement, quelle est la valeur crête-crête du signal  $V_{HPcc}$  aux bornes du HP ? sa valeur efficace  $V_{HP}$  ? En déduire la relation entre  $V_{HP}$  et la valeur efficace du signal AVG, image de la tension de sortie. (voir exercice Amplificateur à sortie différentielle)

Calculer la tension efficace  $V_a$  qu'il faut avoir en AVG pour produire une puissance de 1W sur la voie G.  
Calculer la tension efficace  $V_b$  qu'il faut avoir en AVG pour produire une puissance donnée  $P_0$  sur la voie G.

**Activité 3 : puissance maximale disponible**

**Décharger la sortie**, augmenter le volume jusqu'à l'écrêtage et en déduire la tension de sortie maximale de l'autoradio. En déduire la puissance maximale disponible sur  $4\Omega$  si l'autoradio est alimenté en 13V .

**Activité 4 : courbe de réponse en fréquence** (à  $P_s = P_0$  donnée par le professeur)

Le signal injecté dans l'étage audio est maintenant un signal de fréquence glissante sur les 2 voies (piste 1) dont la fréquence varie de 20 Hz à 20 kHz. Le logiciel Audiotester est en mode « Sweep measurement ».

Vérifier que les réglages Graves et Aiguës sont en position médiane et que les deux sorties sont chargées. Relever les courbes de réponse des deux voies et en déduire la bande passante de l'amplificateur audio.

**Activité 5 : réglages des graves et des aiguës** (à  $P_s = P_0$ )

Pour une voie au choix, G ou D, relever les différentes courbes de réponses avec graves et aiguës réglées au minimum, en position médiane et au maximum (on veillera à éviter l'écrêtage). En déduire l'amplitude du réglage des graves et des aiguës à 100 Hz et à 12 kHz et comparer aux données du constructeur.

**Activité 6 : taux de distorsion harmonique** (à  $P_s = P_0$ )

Les réglages Graves et Aiguës sont en position médiane et les deux sorties sont chargées. Lire la piste 2 (signal à 1kHz sur la voie G). Relever le spectre sur la voie de gauche et la distorsion harmonique, comparer aux données du constructeur. Mêmes questions pour la voie D (piste 3).

**Activité 7 : séparation des canaux ou diaphonie** (à  $P_s = P_0$ )

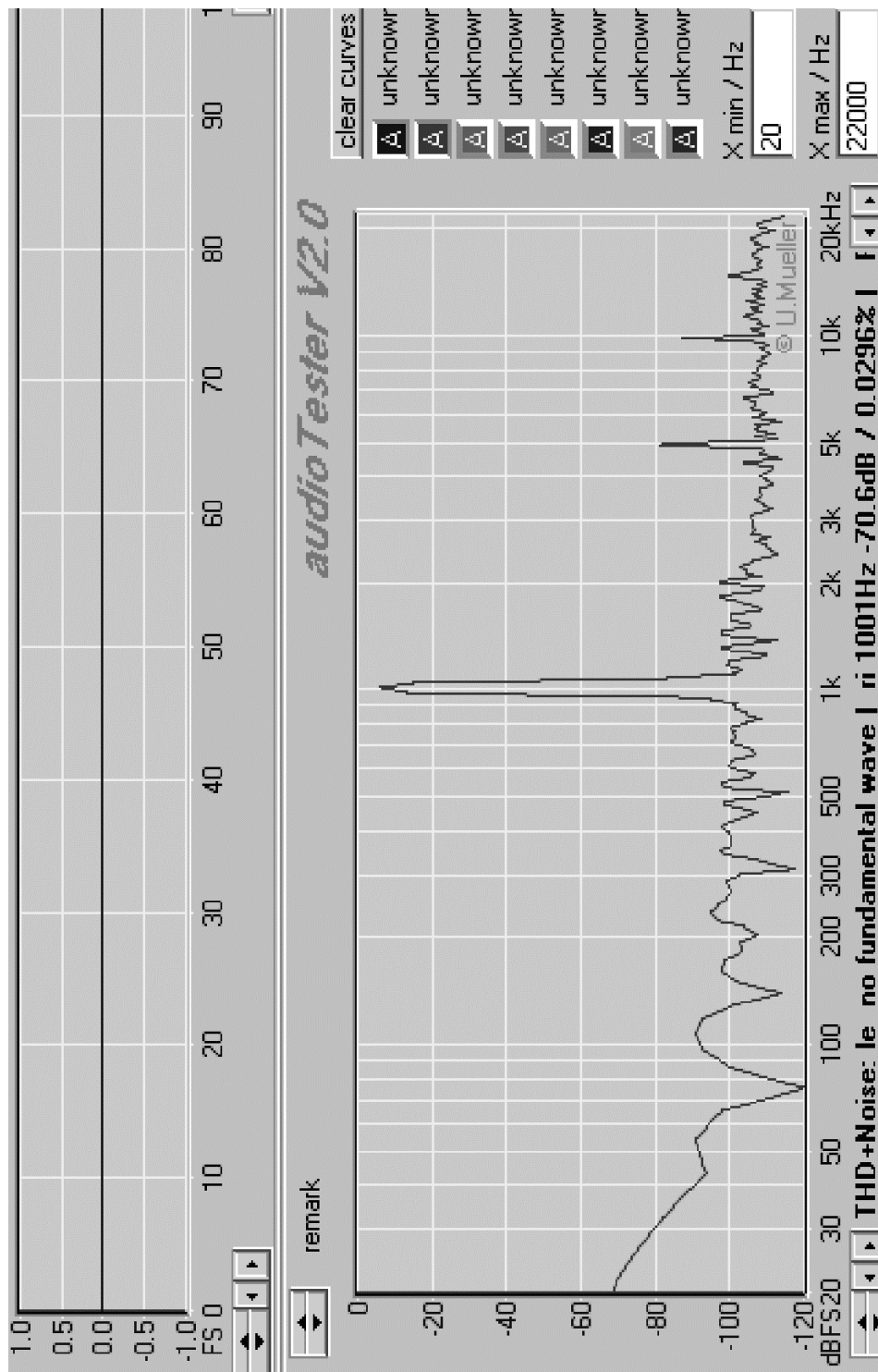
Les conditions expérimentales sont les mêmes que dans la mesure de distorsion. Relever les spectres en sortie sur les deux voies et en déduire la mesure de la séparation des canaux ou diaphonie.

**Activité 8 : courbe de distorsion en fonction de la fréquence** (à  $P_s = P_0$ )

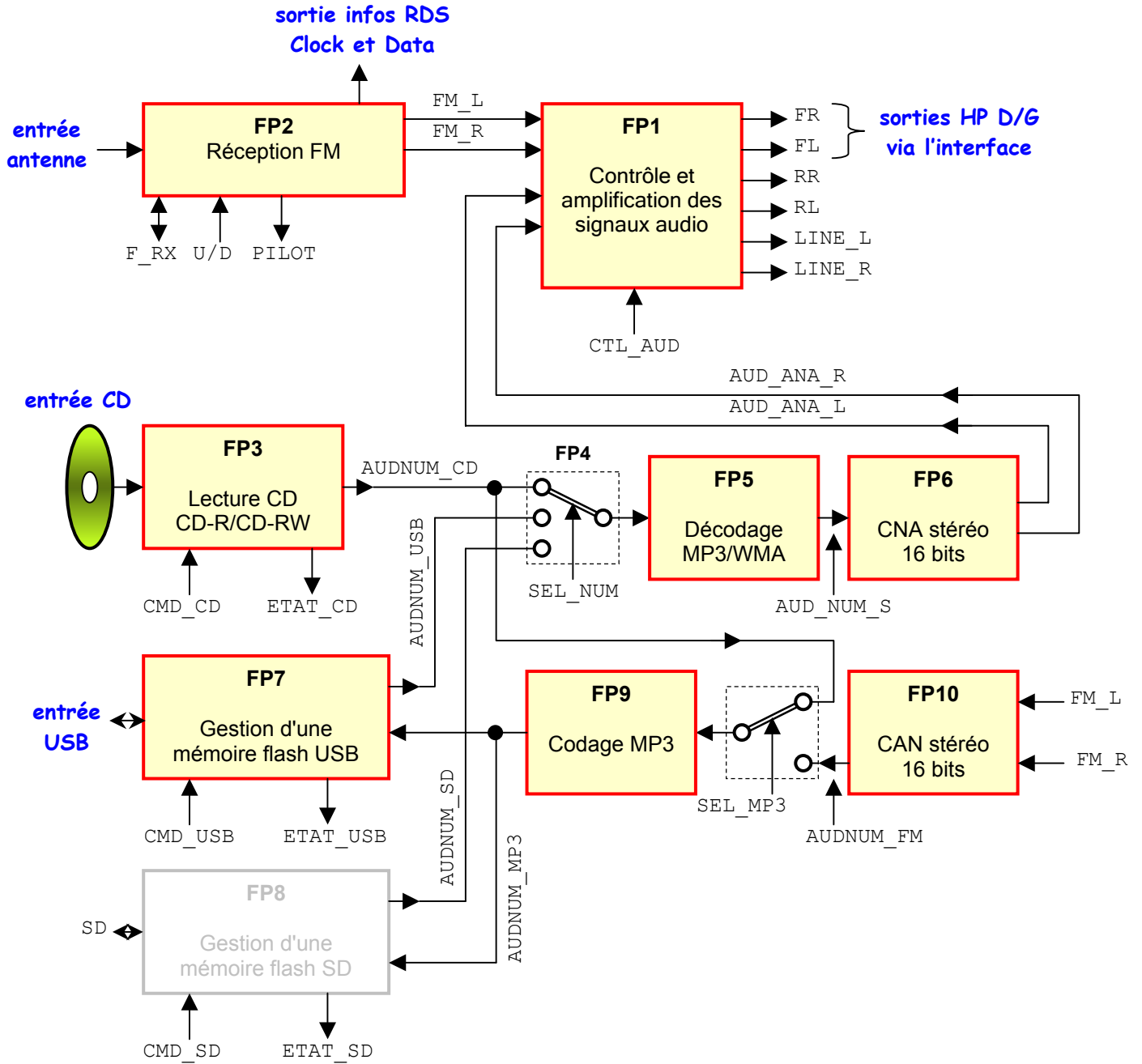
Le banc de mesure a la même configuration que dans la mesure de courbe de réponse et Audiotester fonctionne en mode « Distorsion measurement ». Dans le Setup, activer l'option « Distorsion in % » dans « Distorsion Parameter ».

Relever la courbe donnant le taux de distorsion de l'amplificateur en fonction de la fréquence et commenter.

Annexe : spectre du signal de test sinus.wav

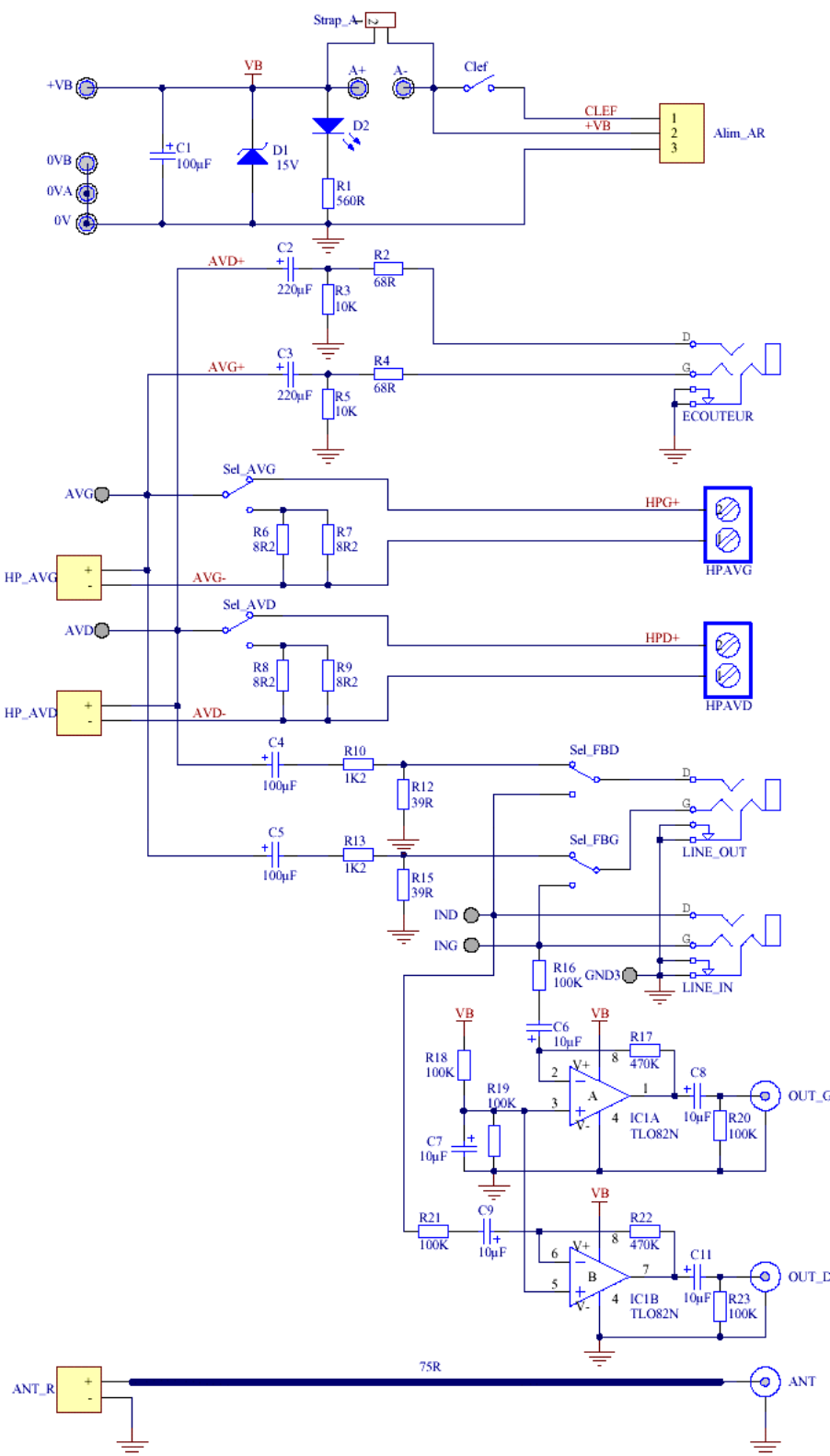


Annexe 1 : schéma fonctionnel de l'autoradio



## Annexe 2 : schéma structurel de la platine de test

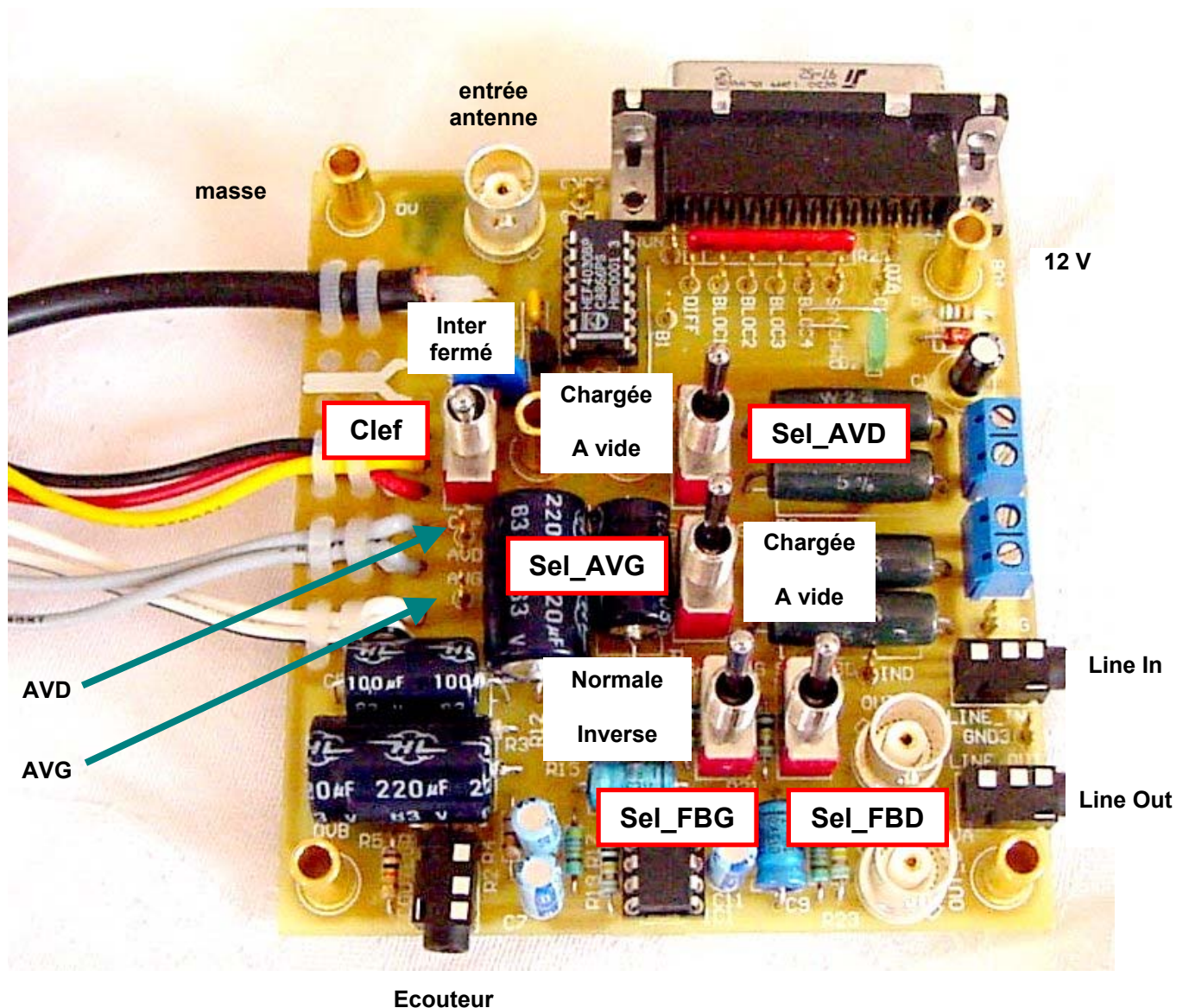
Elle sert d'interface en facilitant les connexions à l'autoradio (alimentation, antenne, sorties audio, PC ... ) :



- l'interrupteur Clef simule la clé de contact de la voiture
- la tension  $+V_B$  est la tension de la batterie (on prendra 12V)
- le signal audio de sortie est présent en permanence sur la sortie Ecouteur
- les borniers permettent de brancher des HP (pas utilisé dans les TP)
- les interrupteurs Sel\_AVD et Sel\_AVG permettent d'avoir les sorties **A vide** ou **Chargées** par des résistances de puissance de  $4\Omega$  simulant les HP
- si les interrupteurs Sel\_FBD et Sel\_FBG sont dans la position **Normale** indiquée :
  - le signal audio de l'autoradio sort sur Line Out et peut être analysé par Audiotester
  - les signaux du GBF de Audiotester entrent par Line In, sont amplifiés par IC1 et ressortent par OUT\_G et Out\_D pour aller vers le géné RF ou codeur stéréo
- si l'interrupteur Sel\_FBD est dans la position **Inverse**, le signal D passe directement de Line\_In à Line\_Out, la voie D du GBF d'Audiotester est directement analysée par Audiotester sans passer par l'autoradio et sert alors de voie de référence  
**NB : cette position n'est pas utilisée dans les TP !**

**Remarque importante :** la tension de sortie de l'ampli peut être visualisée à l'oscilloscope sur AVG ou AVD. La tension en ces points est la **moitié de la tension aux bornes des résistances de charge** simulant le haut-parleur.

## Annexe 3 : position des interrupteurs



## En résumé :

- l'interrupteur **Clef** simule la clé de contact
- **SEL\_AVG** et **SEL\_AVG** servent à charger ou à décharger les sorties de l'ampli de puissance. **Attention** : les résistances de puissance sur la carte ne sont pas dimensionnées pour supporter la pleine puissance de l'autoradio !
- **SEL\_FBD** et **SEL\_FBG** sont laissés en position « Normale ». Le signal de test produit par Audiotester dans la carte son du PC arrive alors sur l'interface par Line\_In, est amplifié puis ressort vers le générateur RF (ou le codeur stéréo pour préaccentuation) par les deux BNC OUT\_G et OUT\_D.

# Autoradio - étages audio : réponses

---

Rédacteur :

Binôme :

Date :

## **Activité 1 :** analyse de la qualité des signaux de test

Distorsion du signal **Sinus.wav** : THD = .....

Commentaire : .....  
.....

## **Activité 2 :** étude de l'étage de sortie

⇒ **Oscillogrammes aux deux bornes de la charge** : > voir courbe n° .....

Commentaire : .....  
.....

Une des bornes de sorties est-elle à la masse ? .....

Les sorties de l'autoradio sont-elles différentielles ? .....

La visualisation du signal aux bornes du HP est-elle possible ? .....

Que faudrait-il avoir pour la visualiser ? .....

Au voltmètre :  $V_{HP} = \dots\dots\dots$        $AVG = \dots\dots\dots$       soit  $AVG = \dots\dots\dots$

Tension efficace en AVG pour avoir 1W sur  $4 \Omega$  :

Tension efficace en AVG pour avoir  $P_0$  sur  $4 \Omega$  :

## **Activité 3 :** puissance maximale disponible

Tension de sortie maximale :  $V_{max} = \dots\dots\dots$

Puissance maximale disponible :  $P_{max} = \dots\dots\dots$

Commentaire : .....  
.....

**Activité 4 : courbe de réponse en fréquence**

Sortie chargée  non  oui

Puissance de sortie :  $P_s = \dots\dots\dots$

⇒ **Courbe de réponse en fréquence** : > voir courbe n°  $\dots\dots\dots$

La bande passante va de  $\dots\dots\dots$  à  $\dots\dots\dots$  à  $\pm \dots\dots$  dB

Commentaire :  $\dots\dots\dots$

**Activité 5 : réglages des graves et des aiguës**

Sortie chargée  non  oui

Puissance de sortie :  $P_s = \dots\dots\dots$

⇒ **Courbe de réponse en fréquence** : > voir courbe n°  $\dots\dots\dots$  (graves et aiguës au maximum)

⇒ **Courbe de réponse en fréquence** : > voir courbe n°  $\dots\dots\dots$  (graves et aiguës au minimum)

Amplitude du réglage des graves (à 100 Hz) : +  $\dots\dots\dots$  dB / -  $\dots\dots\dots$  dB

Amplitude du réglage des aiguës (à 12 kHz) : +  $\dots\dots\dots$  dB / -  $\dots\dots\dots$  dB

Commentaire :  $\dots\dots\dots$

$\dots\dots\dots$

**Activité 6 : taux de distorsion harmonique**

Sortie chargée  non  oui

Puissance de sortie :  $P_s = \dots\dots\dots$

⇒ **Spectre en sortie droite** : > voir courbe n°  $\dots\dots\dots$

Distorsion sur la voie de droite : THD =  $\dots\dots\dots$

⇒ **Spectre en sortie droite** : > voir courbe n°  $\dots\dots\dots$

Distorsion sur la voie de gauche : THD =  $\dots\dots\dots$

Commentaire :  $\dots\dots\dots$

$\dots\dots\dots$

**Activité 7 : séparation des canaux ou diaphonie**

Sortie chargée  non  oui

Puissance de sortie :  $P_s = \dots\dots\dots$

⇒ **Spectre en sortie** : > voir courbe n°  $\dots\dots\dots$

Séparation des canaux :  $\dots\dots\dots$

Commentaire :  $\dots\dots\dots$

$\dots\dots\dots$



**Activité 8 :** courbe de distorsion en fonction de la fréquence (à  $P_s = P_0$ )

⇒ Courbe de distorsion : > voir courbe n° .....

Commentaire : .....

.....

**Conclusion générale :**

.....

.....

.....

.....

.....

.....