

## Cours : Electronique

### Devoir : Etude de l'amplificateur opérationnel AD820

Formateur : Pr. Yannick Dusch

Othmane Belbchir

L'objectif de ce devoir TP est d'étudier le comportement d'un amplificateur opérationnel (AD820) grâce au modèle numérique proposé par LTspice et de vérifier la conformité de ce dernier à travers la comparaison des résultats obtenus avec les données de la documentation du composant.

### 1. Etude statique

Nous allons nous intéresser dans cette partie à l'étude statique de notre amplificateur. Et pour cela, nous allons réaliser dans LTspice le schéma d'un amplificateur inverseur à amplificateur opérationnel de gain linéaire  $G_v = 10$  avec deux résistances de valeurs  $100 \Omega$  et  $1K \Omega$ . Nous alimenterons notre amplificateur opérationnel avec une source de tension symétrique ( $\pm 15V$ ) et puis nous brancherons l'amplificateur sur une résistance de  $1M\Omega$ . Nous générerons le signal d'entrée par une source de tension fournissant un signal sinusoïdal de fréquence  $f = 1 \text{ kHz}$ , et d'amplitude  $1 \text{ V}$ .

Nous allons ensuite paramétrer la simulation temporelle du montage sur une durée de  $10 \text{ ms}$

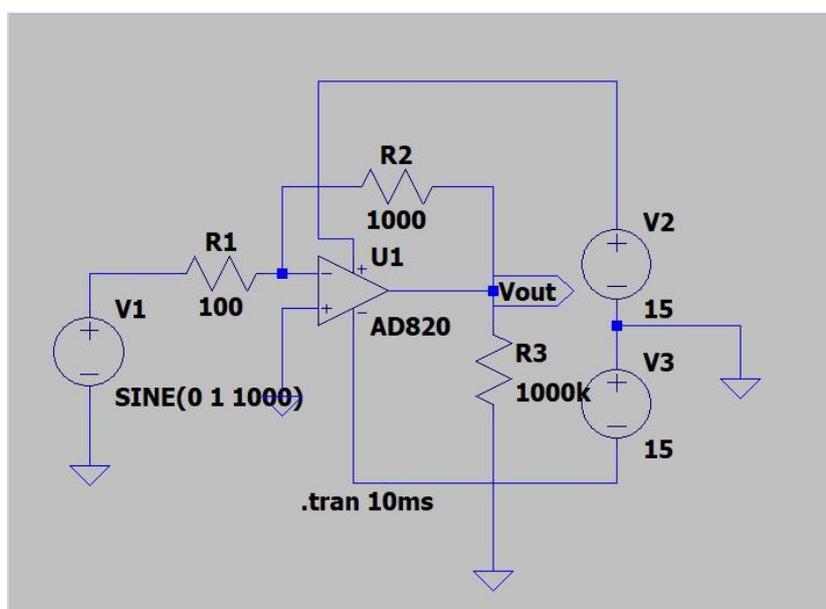


Figure 1 : Capture du montage réalisé

Q1/ Résultat du lancement de la simulation :

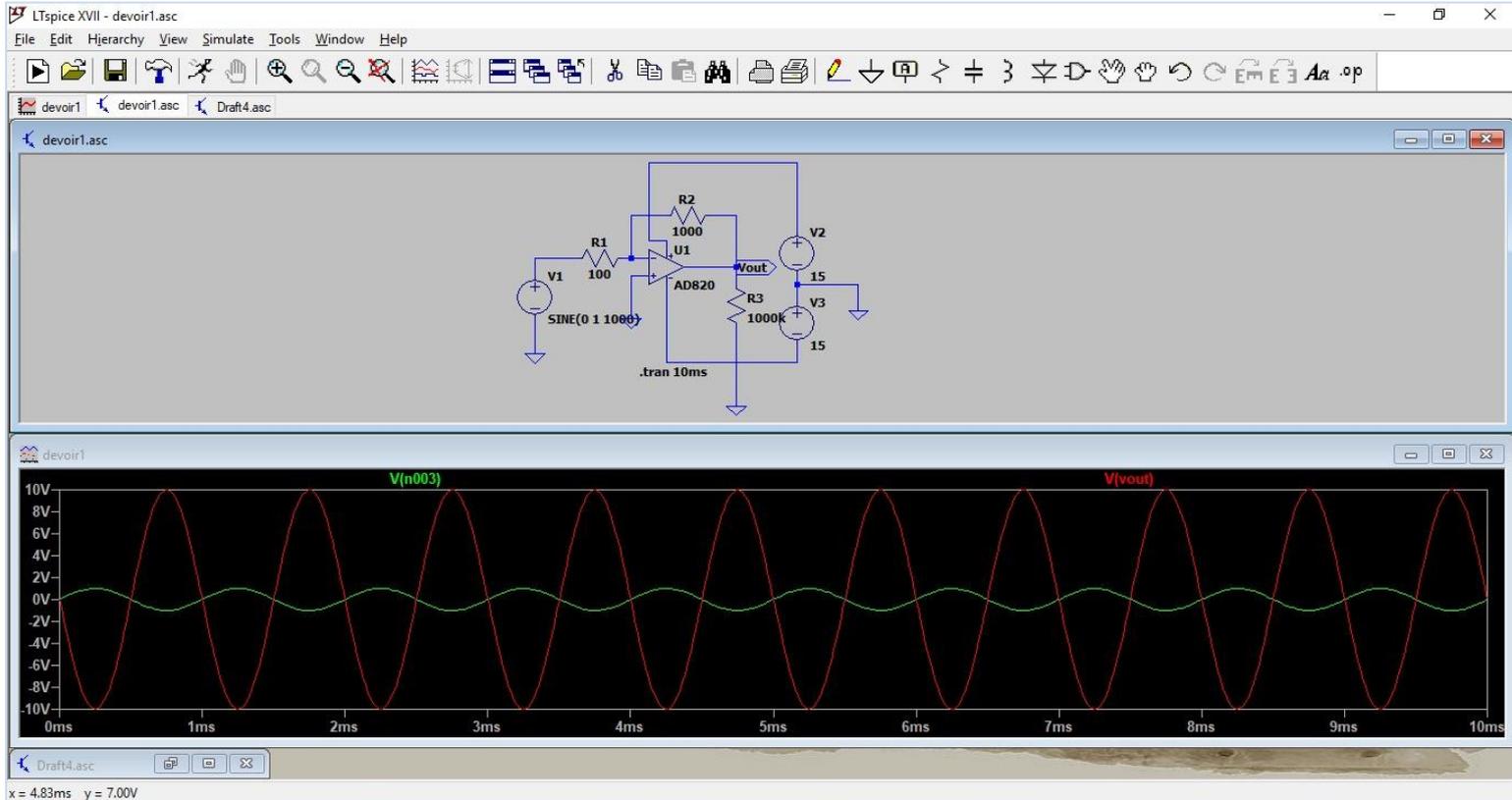


Figure 2 : Résultat de la 1<sup>ère</sup> simulation

Nous avons bien une tension de sortie amplifiées ( $Vout = 10 Ve$ ).

Q2/ Nous allons ici changer l'amplitude du signal d'entrée à 2V.

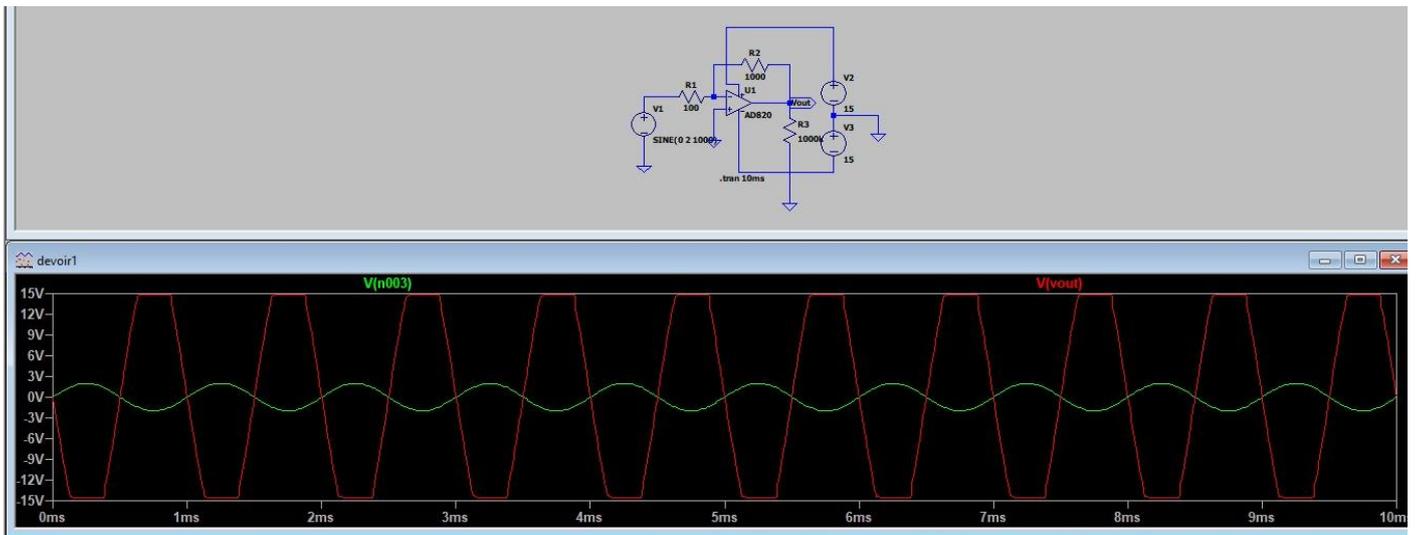


Figure 3 : Résultat de la 2<sup>ème</sup> simulation

Le phénomène de saturation est bien clair. La valeur de saturation est parfaitement cohérente. Elle est égale aux  $\pm 15V$  de la source d'alimentation de l'amplificateur.

**Q3/** Nous allons ici déterminer le courant maximal de sortie de l'amplificateur opérationnel AD820.

Nous allons diminuer la valeur de la résistance de charge et donc la paramétrer à  $200 \Omega$  et puis nous allons lancer la simulation.

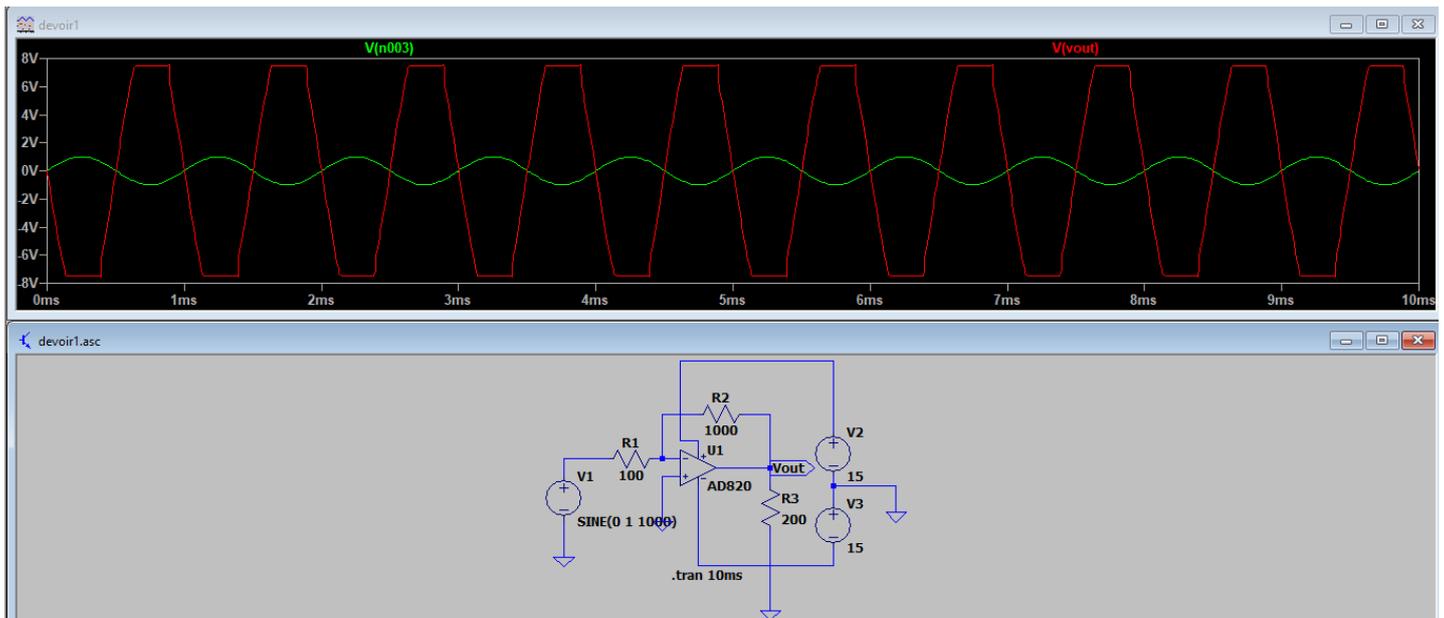


Figure 4 : Résultat de la 3ème simulation

La distorsion du signal de sortie est bien remarquable.

Nous avons donc  $I_m = U_{sat} / R_3$  (avec  $U_{sat} \approx 7.5 V$ )

Ainsi  $I_m = 37mA$

**Q4/** Nous allons ici démontrer que le choix des résistances de l'amplificateur dans le montage n'est pas hasardeux.

Nous choisissons donc les valeurs  $10 \Omega$  et  $100 \Omega$  à nos résistances  $R_1$  et  $R_2$  respectivement (Réduction d'un facteur de 10 des résistances avec conservation du gain  $G_v$ )

Nous lançons par la suite la simulation.

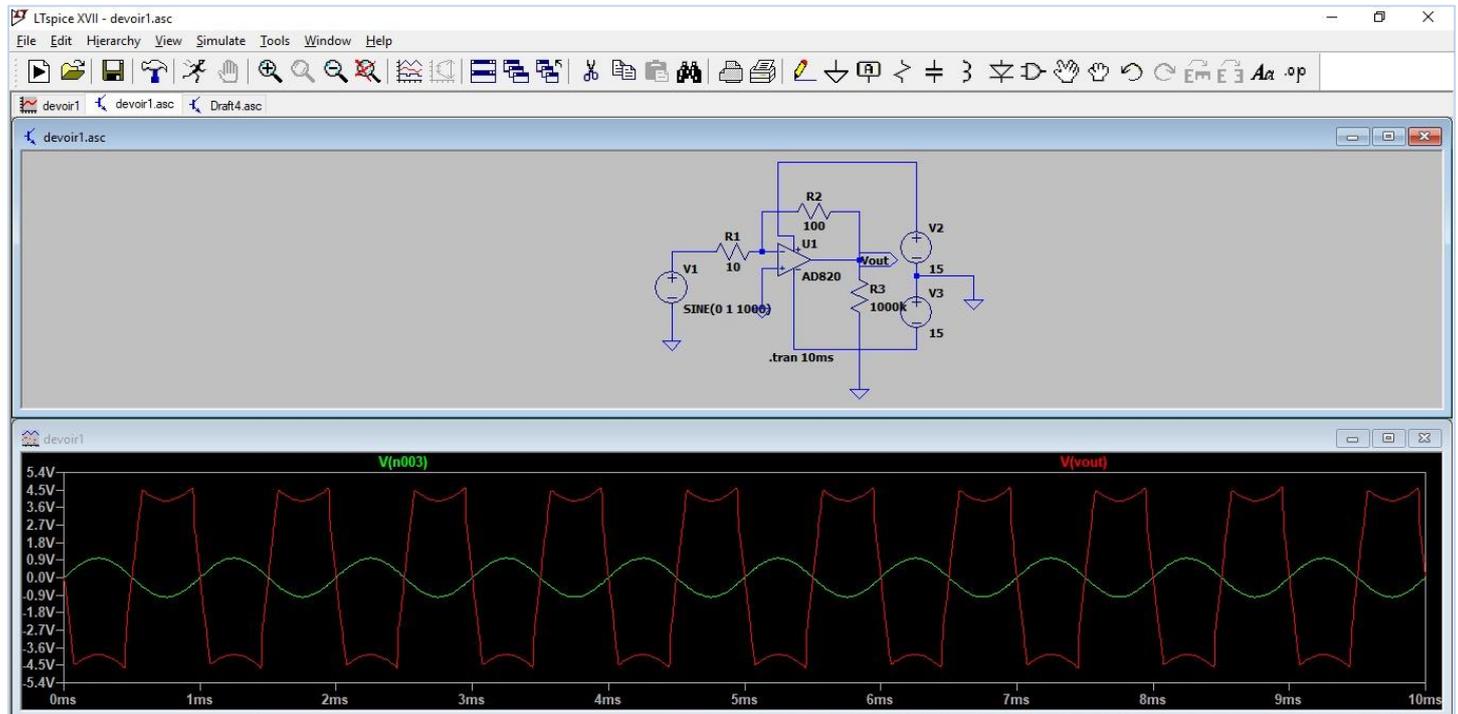


Figure 5 : Résultat de la 4ème simulation

Nous avons ici une impédance d'entrée  $Z_e = R_e = R_1 = 10 \Omega$ . Cette valeur ne permet pas de vérifier une des conditions d'amplification  $R_e > 10 R_i$  (Avec  $R_i$  la résistance interne du générateur)

## 2. Etude dynamique

Nous allons maintenant nous intéresser aux caractéristiques dynamiques de l'amplificateur. Pour cette étude, aucune charge ne sera branchée à la sortie de l'amplificateur.

### Paramètres du nouveau montage :

- $R_1 = R_2 = 1000 \Omega \rightarrow G_v = -1$
- Signal d'entrée : "PULSE" avec "Von: 10", "Ton=5e-6" et "Tperiod: 10e-6"

Nous allons ensuite paramétrer la simulation temporelle du montage sur une durée de 100  $\mu$ s

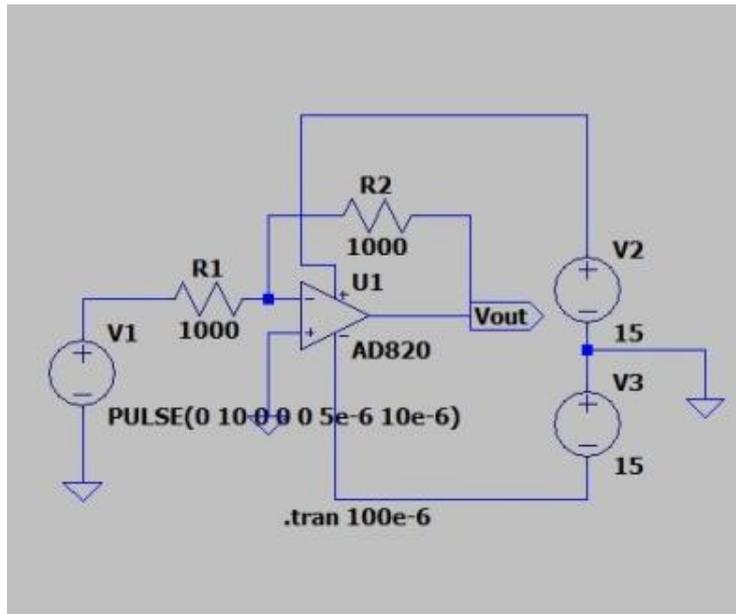


Figure 6 : Capture du montage réalisé

Q5/ Résultat du lancement de la simulation et estimation du slew rate

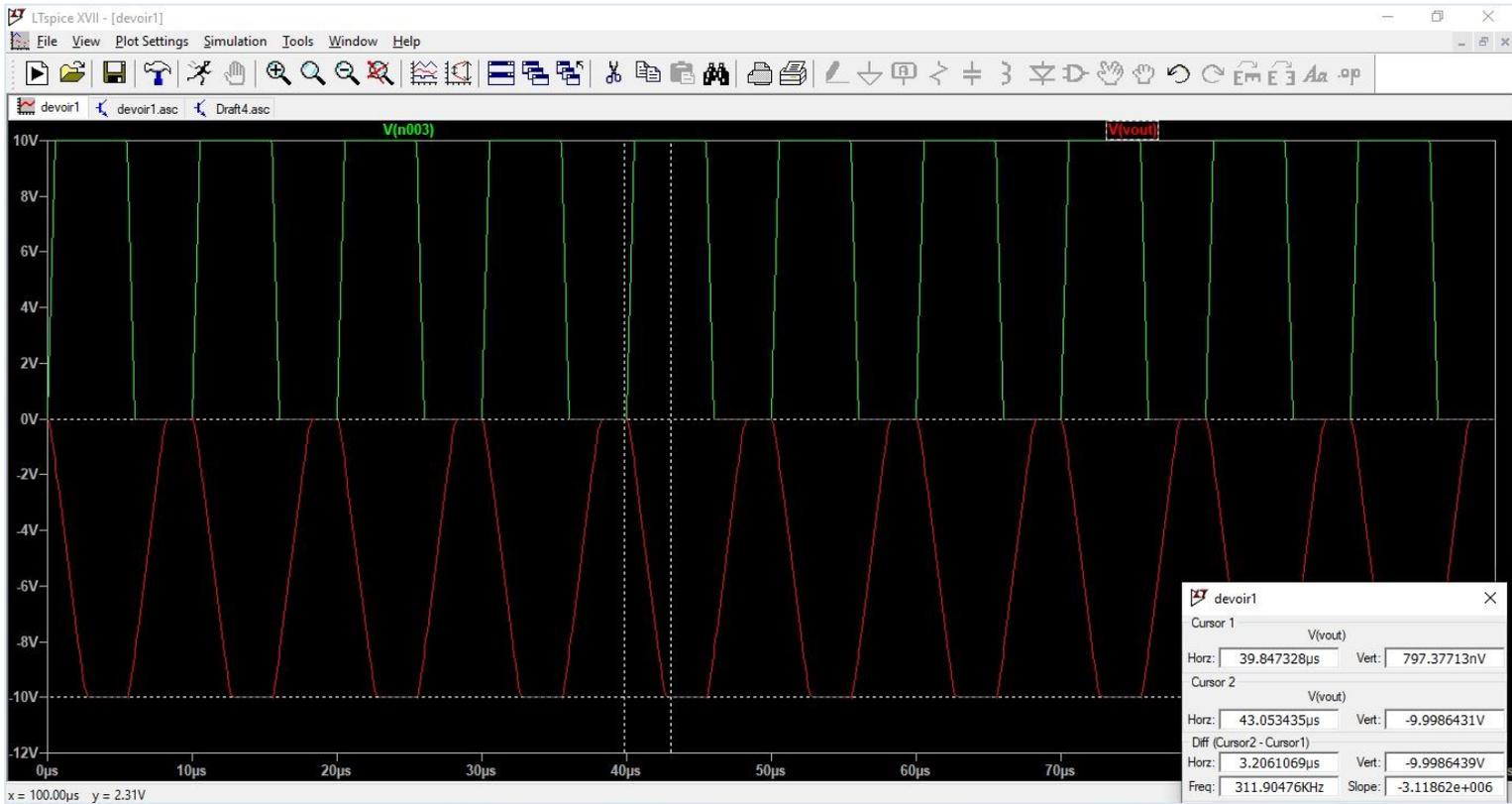


Figure 7 : Résultat de la 5ème simulation

La différence (Curseur 2 – Curseur 1) nous montre que le signal de sortie a atteint sa valeur maximale 10 après 3.2  $\mu\text{s}$ .

Donc le slew rate de cet amplificateur est de  $10/3.2 \approx 3 \text{ V}/\mu\text{s}$ .

Cette valeur est bien celle indiquée sur la fiche technique du constructeur.

**Q6/** Nous nous intéressons ici à la bande passante à -3 dB. Nous allons donc réaliser une étude fréquentielle. Après paramétrage du signal d'entrée et de la simulation, nous obtenons le résultat suivant :

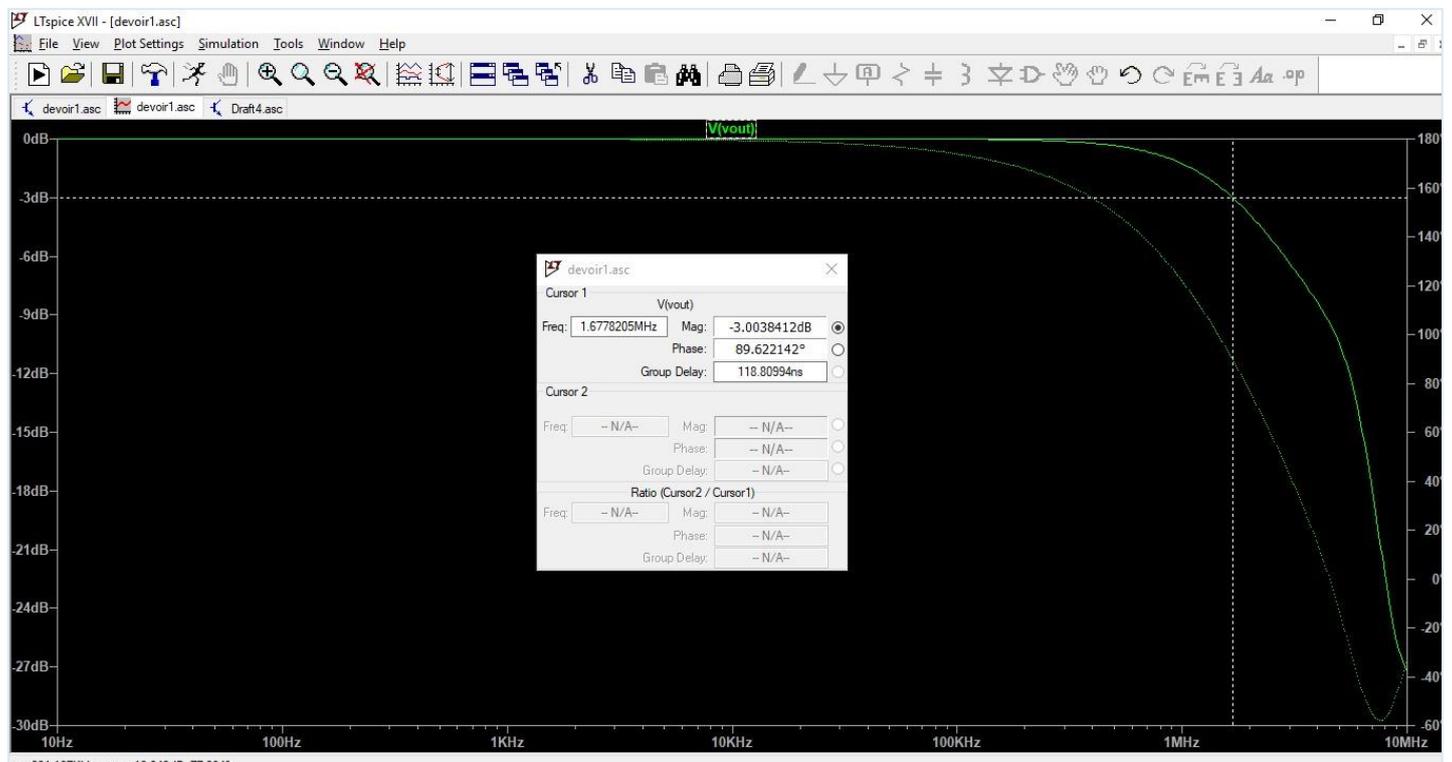


Figure 8 : Résultat de la 6ème simulation

Nous avons donc une bande passante à -3 dB estimée à 1.67 MHz.

- Sur la description générale du constructeur, nous avons "1.8 MHz unity gain bandwidth"
- Sur le tableau 3 (page7/24) de la fiche technique " DYNAMIC PERFORMANCE : Unity Gain Frequency = 1.9 MHz"

**Q7/** Nous allons ici vérifier que le produit gain-bande est constant. Pour ce faire, nous allons doubler le gain de notre amplificateur en doublant la valeur de R2 (R2 = 2000 Ω). Nous allons ensuite lancer la simulation.

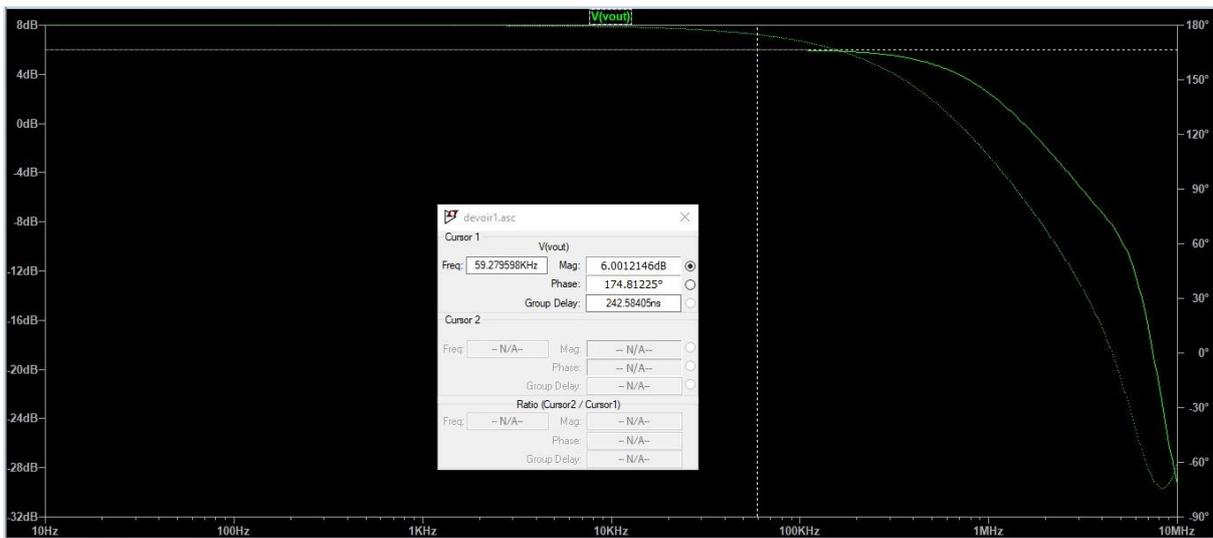


Figure 9 : Résultat de la 7ème simulation

Nous avons ici un gain maximal de 6 dB.

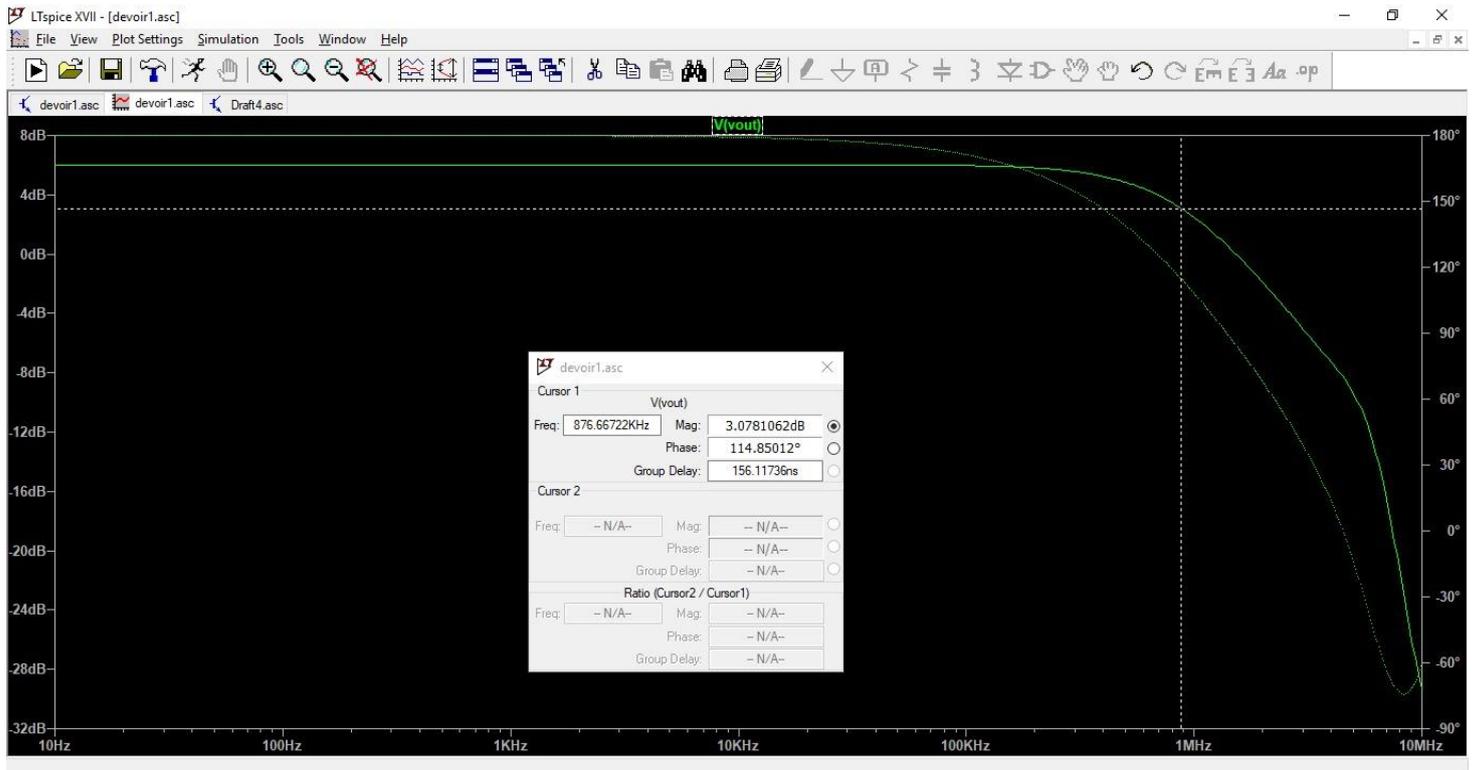


Figure 10 : Résultat de la 7ème simulation

Nous avons donc une bande passante à -3 dB estimée à 876.66 KHz

- Le produit gain-bande est presque constant.  $876 \times 2 = 1.75 \text{ MHz}$ .

## Bonus :

Pour finir, nous allons vérifier la distorsion harmonique. Pour cela nous allons considérer le cas d'un montage suiveur, avec en entrée un signal sinusoïdal de fréquence 10 kHz et d'amplitude 10 V et en sortie une charge de 10k  $\Omega$ .

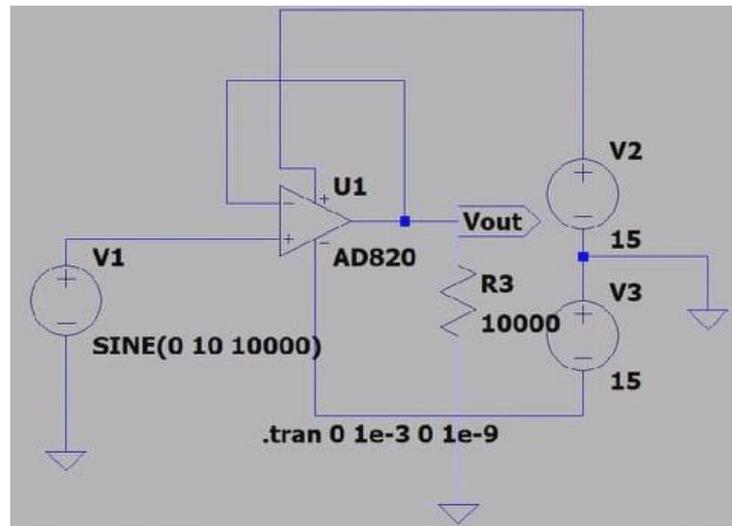


Figure 11 : Capture du montage réalisé

Résultat du lancement de la simulation ("Stop time: 1e-3" et "Maximum Timestep: 1e-9") :

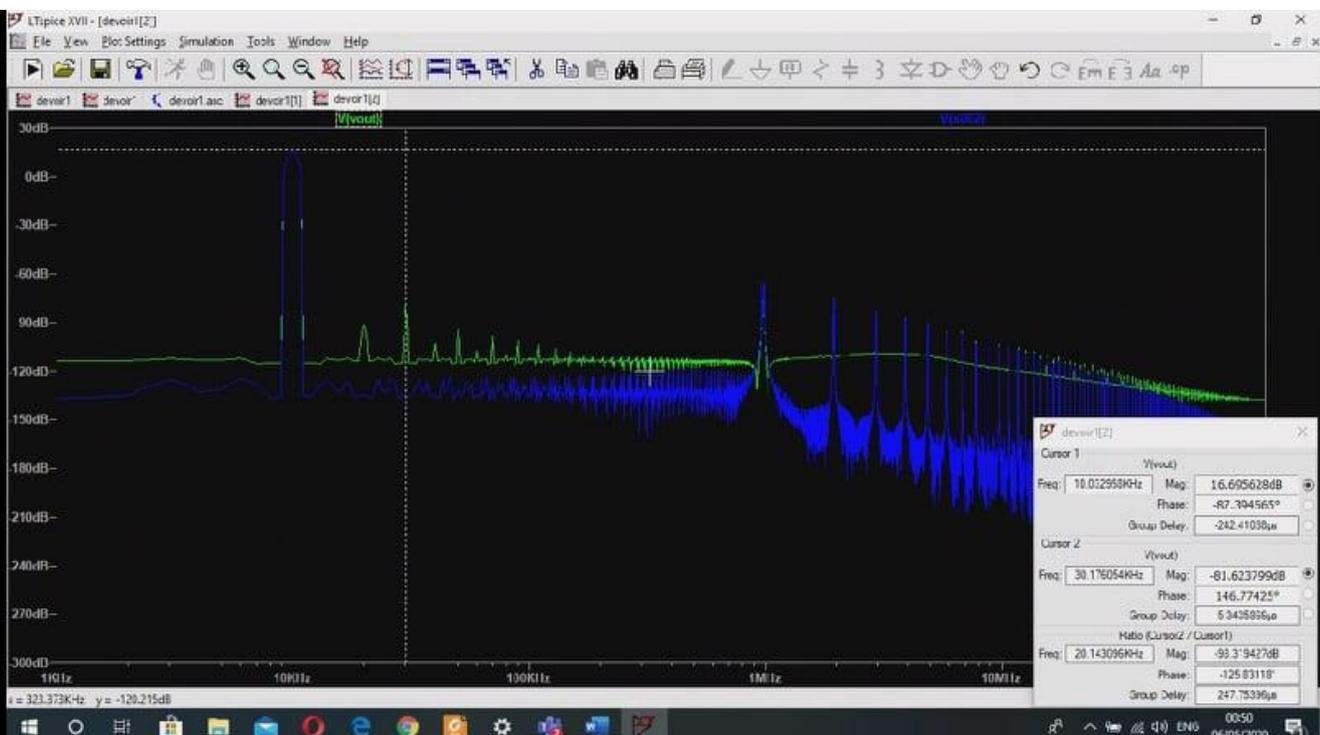


Figure 12 : Résultat de la 8ème simulation



- La différence de niveau en dB entre le fondamental à 10 kHz et l'harmonique de rang 3 à 30 kHz est effectivement -93dB comme indiqué sur la fiche technique du constructeur.