

## Simulations du montage complet

*On ne refait pas toutes les simulations du schéma précédent, bien que cela soit facile.  
On se contente de montrer les plus pertinentes.*

### A . Polarisation.

On place  $R_a = 1 \Omega$  et  $R_b = 1e12 \Omega$ . On teste ainsi l'amplificateur « en boucle ouverte ».  
On réalise plusieurs runs afin de régler le potentiomètre  $R_{p1}+R_{p2}$  pour obtenir une tension quasi nulle en sortie.

Remarquons que la recherche précise du couple  $[R_{P1} ; R_{P2}]$  qui donne très exactement 0 V en sortie n'est pas justifiée : en pratique, la dispersion des composants fait que le réglage sera tout autre.

L'ajustement a donné  $R_{P1} = 5,43 \text{ k}\Omega$  et  $R_{P2} = 4,57 \text{ k}\Omega$ .

Avec ce réglage, la simulation « .DC » a donné les tensions suivantes (extrait du fichier de sortie):

node	voltage	node	voltage
e+	644 nV	e-	32,2 $\mu$ V
Vsdif	-10,313 V	Vsec (Base Q10)	-1,1408
Vs	-0,4714 V	Base Q9	0,189 V

Ainsi que les courants suivants (positifs dans le sens normal) :

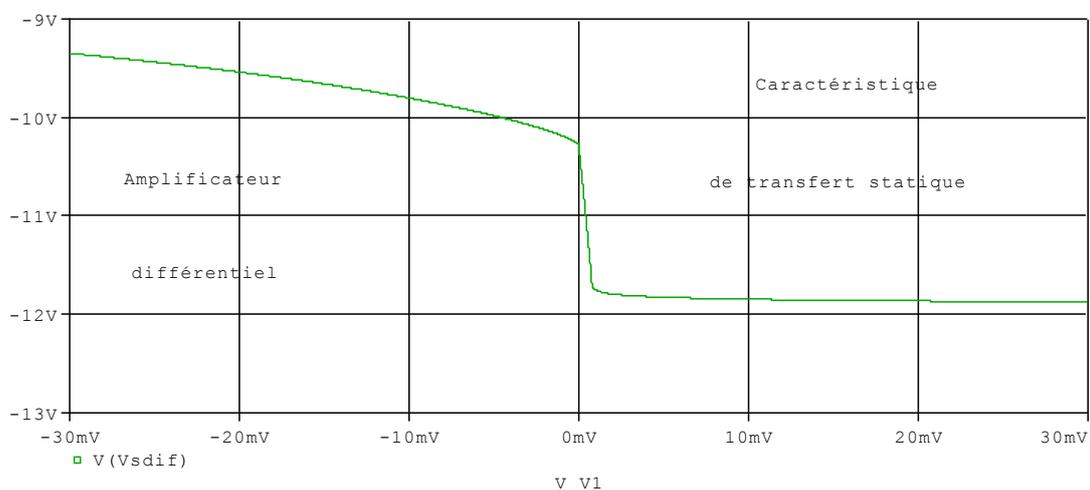
	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10
I <sub>B</sub>	174 n	178 n	644 n	644 n	569 n	22,8 $\mu$	704 $\mu$	24,9 $\mu$	1,23 $\mu$	7,45 $\mu$
I <sub>C</sub>	55,6 $\mu$	56,4 $\mu$	56,2 $\mu$	56,8 $\mu$	250 $\mu$	7,59 m	7,59 m	7,46 m	517 $\mu$	511 $\mu$

### Interprétation :

- Les courants de polarisation du miroir sont conformes aux valeurs calculés (4 fois 57  $\mu$ A)
- Les courants de base de Q<sub>3</sub> et Q<sub>4</sub> sont très proches de la valeur attendue (633 nA).
- L'émetteur commun Q<sub>6</sub> est polarisé à 7,59 mA (calculé : 7,1 mA).
- La tension de sortie Vs est à -0,4714 V. Le réglage de l'offset en boucle ouverte aurait pu être ajusté, mais il aurait fallu plus de 3 chiffres significatifs à R<sub>pol1</sub> et R<sub>pol2</sub>.

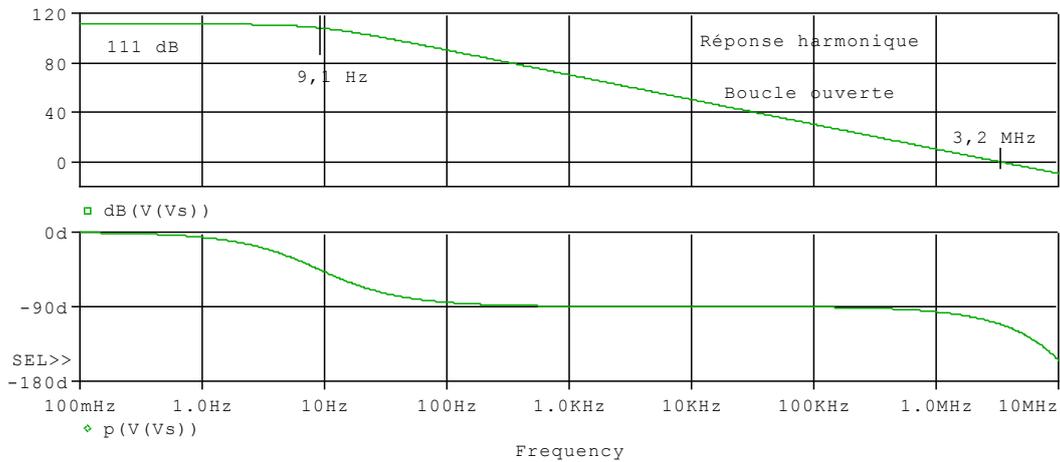
### B . Caractéristique de transfert statique

L'amplification étant plus élevée, un balayage entre - 30mV et + 30 mV est suffisant pour apprécier le comportement de l'amplificateur différentiel.



La caractéristique n'est pas symétrique, et présente une zone centrale à très fort gain.

### C. Réponse harmonique



Le plateau est à 111 dB. (calcul : 110 dB)

Par honnêteté scientifique, avouons qu'il s'agit là d'une coïncidence heureuse, car la simulation de l'amplificateur différentiel a donné une valeur de  $A_d$  plus faible que celle calculée, et la simulation de l'émetteur commun, une valeur de  $A_v$  plus élevée. Rappelons que le calcul a supposé que la paire différentielle travaillait au milieu des caractéristiques, là où le gain est maximum, alors que la simulation a été réalisée avec le léger décalage créé par le potentiomètre de rattrapage d'offset. Cela explique ces dispersions locales.

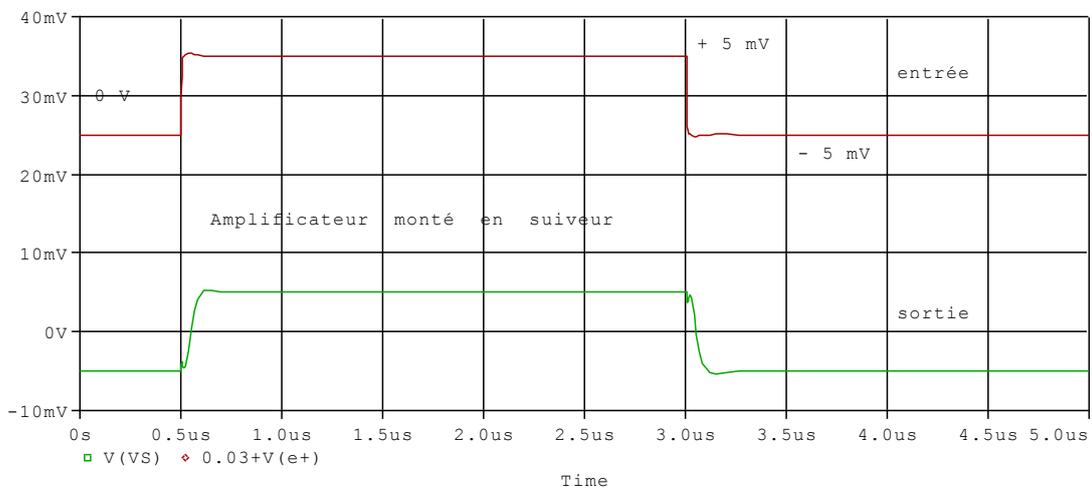
La fréquence de coupure est vers 10 Hz, (calcul : 11,5 Hz)

La fréquence de transition est 3,2 MHz (calcul par extrapolation : 3 MHz)

### D. Réponse du montage en suiveur

#### • Vérification de la stabilité

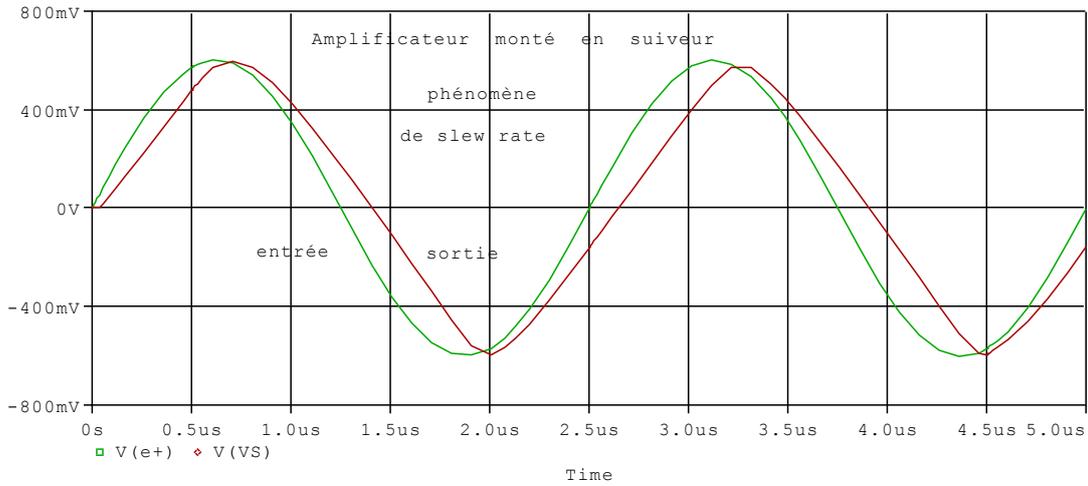
Le système est placé en suiveur. On injecte à l'entrée un signal de type échelon.



La sortie recopie cet échelon, sans régime oscillatoire. Le système est stable.

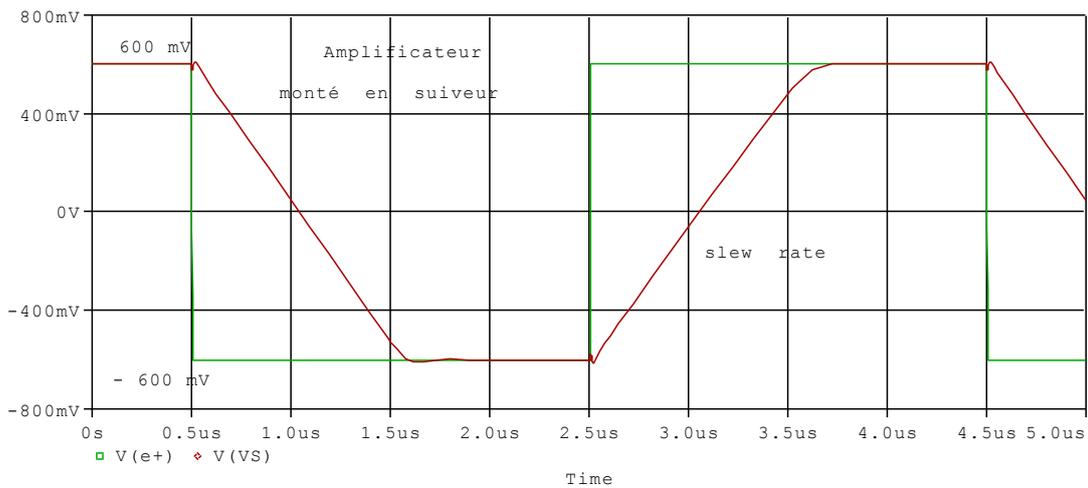
### • Phénomène de slew rate

On place maintenant une sinusoïde de forte amplitude.



Dans cet essai, l'amplitude de l'entrée est de 600 mV. A 400 kHz, le signal de sortie « ne suit plus », et délivre des tronçons de droites. Le slew rate est mesurable sur la partie linéaire de la tension de sortie.

Nous avons vu qu'il était facile, expérimentalement, de mesurer le slew rate par un essai grands signaux en carré. Reproduisons cet essai par la simulation :



Une mesure de la pente donne 1,04 V / $\mu$ s.

Pour accéder à la totalité de l'article (40 pages) : [plan et suite](#)