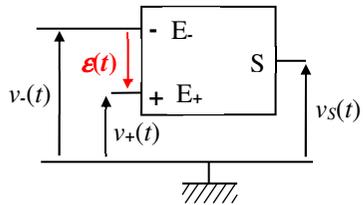


# Amplificateur Linéaire Intégré (ALI)

Ou Amplificateur Opérationnel (A.O.)

## Symboles – Bornes



- ✓ 3 bornes d'entrée :
  - entrée non inverseuse  $E_+$  (notée +) ;
  - entrée inverseuse  $E_-$  (notée -) ;
  - masse.
- ✓ 2 bornes de sortie :
  - sortie  $S$  ;
  - masse.
- ✓ 3 bornes d'alimentation non représentées :
  - +15 V / masse / -15 V**
  - (+15V désigné par  $+V_{CC}$ ,  $+V_{supply}$  ou  $V^+$ ...).

La tension  $\epsilon = V_+ - V_-$  est appelée **tension différentielle d'entrée**.

Les tensions  $v_+$ ,  $v_-$  et  $v_S$  sont mesurées par rapport à la masse.

**Remarque** :  $v_+ = V_+ - V_M = V_+ - 0 = V_+ \Rightarrow$  la tension  $v_+$  est égale au **potentiel**  $V_+$  puisque le potentiel de la masse est choisi nul (de même pour  $v_-$  et  $v_S$ ).

## Alimentation – Brochage (741 ou 081)

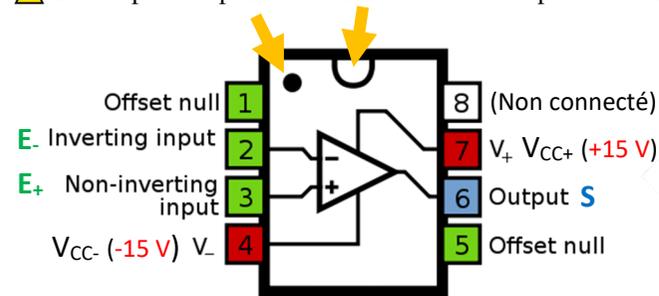
⚠ La masse du *montage* est commune aux tensions d'entrée, de sortie et au point milieu de l'alimentation : **les masses de l'oscilloscope, du GBF et de l'alimentation doivent être reliées**.

⚠ **Aucune des pattes de la puce n'est reliée à la masse sur ce schéma** (les flèches désignent des tensions et non des fils !).

Dans certains montages, il pourra néanmoins arriver qu'une patte soit reliée à la masse.

⚠ **Avant toute autre chose, il convient de relier l'ALI à son alimentation +15 V/-15 V (via les pattes  $V_{CC+}$  et  $V_{CC-}$  - à ne pas confondre avec  $E_+$  et  $E_-$  !) et mettre celle-ci sous tension.**

⚠ Bien repérer le point ou l'encoche sur l'A.O. pour identifier les pattes.



En TP, veiller à choisir le modèle **TL081** et non LM741.

## ALI idéal

### Modèle de l'ALI idéal de gain infini

- Impédances des entrées infinies  $\Rightarrow$  courants d'entrée nuls :  $i_+ = i_- = 0$ .
- Impédance de sortie nulle  $Z_S = 0 \Rightarrow$  **sortie équivalente à un générateur idéal de tension**.

**En régime linéaire** (i.e. les tensions d'entrée et de sortie sont liées par une équation différentielle linéaire) la tension différentielle d'entrée  $\epsilon = V_+ - V_-$  est nulle :  $\epsilon = V_+ - V_- = 0$ .

💡 Avec ce modèle, la relation entre  $v_S$  et les tensions  $v_+$  et  $v_-$  appliquées aux entrées **ne dépend que du montage** et non de l'ALI lui-même.

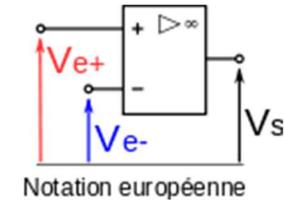
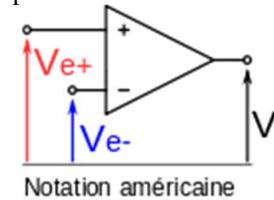
On établit cette relation en utilisant les lois de l'électrocinétique.

**Autrement dit, il n'est pas nécessaire de connaître le fonctionnement interne de l'ALI. Les seules relations ci-dessus et les lois de Kirchhoff appliquées au circuit contenant l'ALI suffisent.**

Dans toute la suite on suppose l'ALI idéal de gain infini en régime linéaire.

## Datasheet

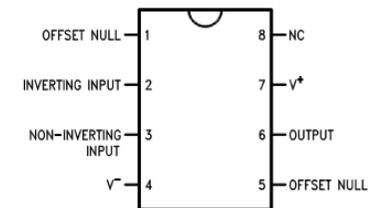
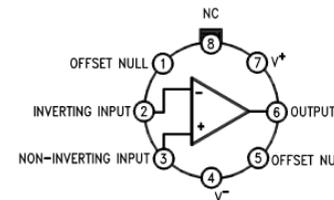
Conventions de représentation :



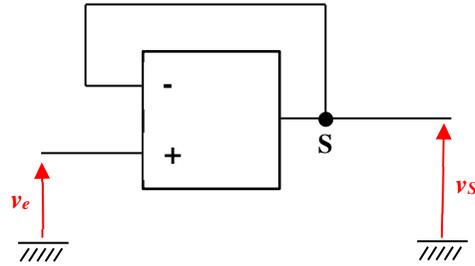
Il existe de très nombreux modèles d'ALI optimisés selon différents critères (gain, fréquence...).

Les informations sur ces ALI sont regroupées dans des « datasheet ».

Extrait de « datasheet » du LM 741 :



Le montage utilisé pour vérifier qu'un ALI fonctionne est le **montage suiveur** :



**Remarques**

- *Le GBF n'est jamais indiqué sur ce type de schéma mais c'est bien entendu lui qui impose la tension  $v_e$  (exceptionnellement, ajouter le GBF sur ce schéma).*
- *On visualise systématiquement les tensions d'entrée ( $v_e$ ) et de sortie ( $v_s$ ) à l'oscilloscope ( $v_e$  en voie 1 et  $v_s$  en voie 2). Ajouter les 2 voies de l'oscilloscope sur ce schéma.*

**Etude théorique (ALI idéal en régime linéaire)**

- Placer les courants  $i_+$  et  $i_-$  et la tension différentielle d'entrée  $\mathcal{E}$  sur ce schéma (en indiquant leurs valeurs).
- Ecrire la relation (maille) entre les tensions  $v_s$ ,  $\mathcal{E}$  et  $v_e$ .
- En déduire la relation entre  $v_s$  et  $v_e$ .

Démonstration :

**Fonction de transfert  $\underline{H} = \underline{v_s} / \underline{v_e}$  du montage suiveur :**

**Etude expérimentale**

**Retire les consignes du paragraphe « Alimentation – Brochage » page 1 !**

L'alimentation continue +15 V/-15 V doit être mise sous tension avant le GBF et elle doit être éteinte après l'arrêt du GBF (lors d'une modification du montage ou en fin de TP).

$v_e(t)$  est une tension sinusoïdale (quelques volts en amplitude sans offset aux environs de 1 kHz) délivrée par le GBF.

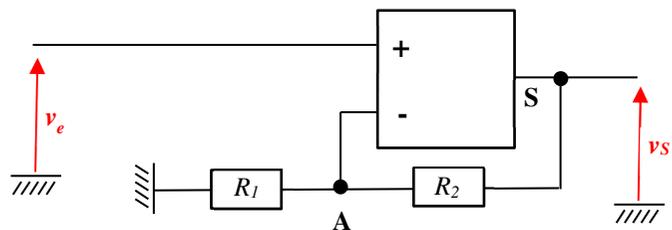
On pose  $v_e(t) = v_{em} \cos(\omega t)$  et  $v_s(t) = v_{sm} \cos(\omega t + \varphi)$ .

$v_s$  et  $v_e$  sont visualisées à l'oscilloscope respectivement en voie 2 (ou voie Y) et en voie 1 (voie X).

Courbes obtenues à l'oscilloscope (compléter les graphes ci-dessous) :

- ✓ indiquer les valeurs remarquables sur les courbes (amplitudes, pente...);
- ✓ déterminer  $|\underline{H}|$  à l'aide de chaque courbe.

Chronogrammes : $v_s(t)$ et $v_e(t)$	Mode XY : $v_s(v_e)$
<p><b>Valeurs de <math>v_{em}</math>, <math>v_{sm}</math> et <math>\varphi</math> :</b></p>   <p><math> \underline{H}  =</math></p>	<p><b>Valeur de la pente :</b></p>   <p><math> \underline{H}  =</math></p>



**Etude théorique**

- Placer  $i_+$ ,  $i_-$  et  $\mathcal{E}$  sur ce schéma (en indiquant leurs valeurs).
- On note  $i_1$  et  $i_2$  les courants dans les résistances  $R_1$  et  $R_2$ , placer ces courants sur le schéma.
- Montrer que ces courants sont égaux en utilisant la loi des nœuds en A.
- On note alors  $i$  la valeur commune du courant dans ces résistors.
- On note  $u_1$  la tension aux bornes de  $R_1$  et  $u_2$  la tension aux bornes de  $R_2$ , compléter le schéma.
- Ecrire la relation (maille) entre  $v_e$ ,  $\mathcal{E}$  et  $u_1$  puis la relation entre  $v_e$ ,  $\mathcal{E}$ ,  $R_1$  et  $i$ .
- Ecrire la relation (maille) entre  $v_s$ ,  $u_1$  et  $u_2$  puis la relation entre  $v_s$ ,  $R_1$ ,  $R_2$  et  $i$ .
- En déduire la relation entre  $v_s$ ,  $v_e$ ,  $R_1$  et  $R_2$ .

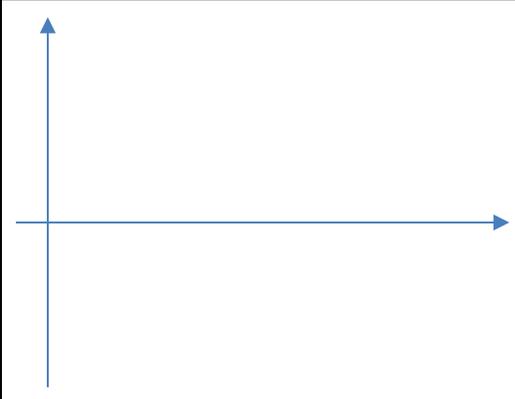
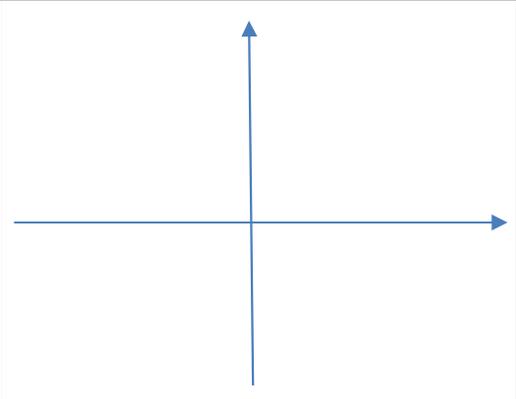
Démonstration :

**Fonction de transfert  $\underline{H} = v_s / v_e$  du montage amplificateur (non inverseur) :**

**Etude expérimentale**

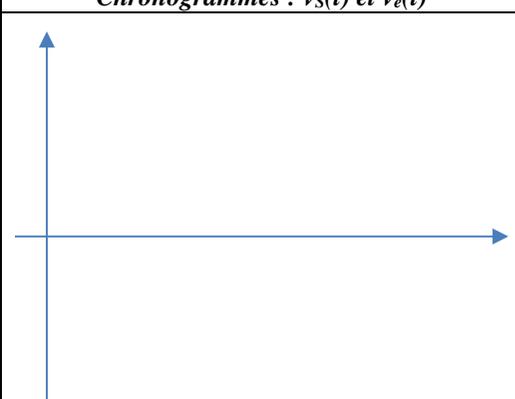
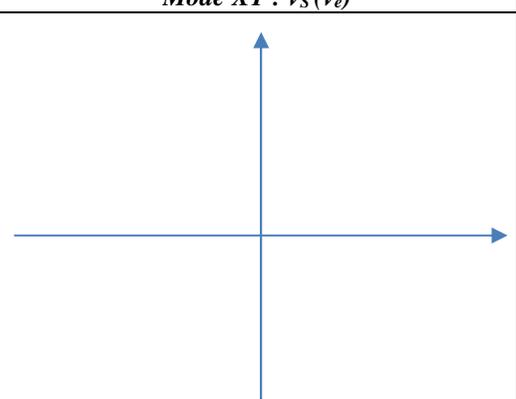
$R_1 = 1 \text{ k}\Omega$ ,  $R_2 = 10 \text{ k}\Omega$ .

1/ Régime linéaire : amplitude  $v_{em} = 1 \text{ V}$  (compléter les graphes ci-dessous).

Chronogrammes : $v_s(t)$ et $v_e(t)$	Mode XY : $v_s(v_e)$
	
<p>Valeurs de <math>v_{Sm}</math> et <math>\varphi</math> :</p> <p><math> \underline{H}  =</math></p>	<p>Valeur de la pente :</p> <p><math> \underline{H}  =</math></p>

2/ Régime non linéaire : amplitude  $v_{em} = 2 \text{ V}$ .

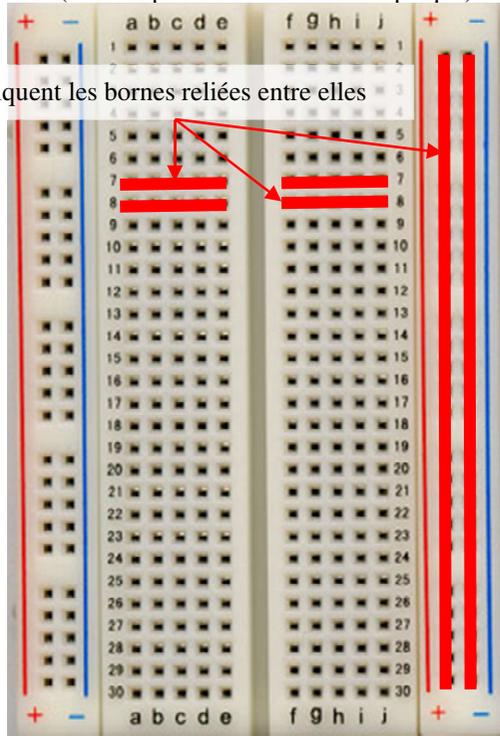
Le phénomène de **saturation** de l'ALI est visible en mode balayage et en mode XY : évaluer ces tensions  $V_{sat+}$  et  $V_{sat-}$  (les faire figurer sur les copies d'écran).

Chronogrammes : $v_s(t)$ et $v_e(t)$	Mode XY : $v_s(v_e)$
	
<p>Observations :</p>	

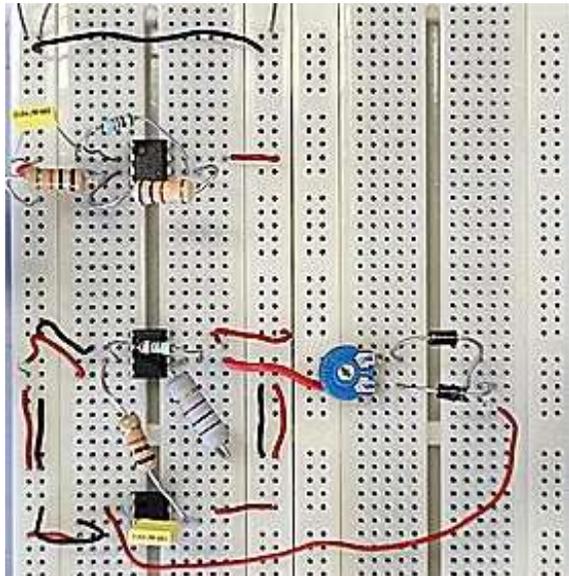
## Plaque d'essais

Connexions : lignes et colonnes (il suffit parfois de retourner la plaque)

Les traits épais indiquent les bornes reliées entre elles



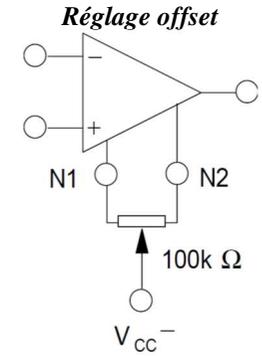
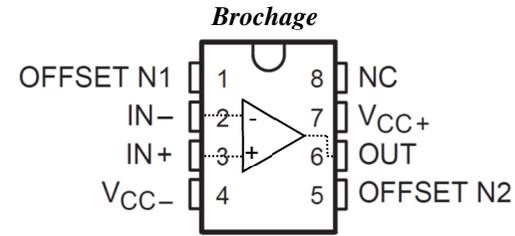
Exemple de montage



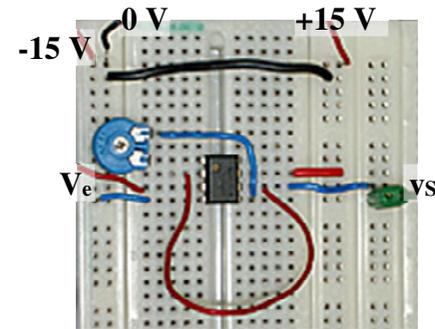
## Réglage offset (uniquement si nécessaire)

Moteur de recherche : datasheet TL081 (référence inscrite sur le composant).

[https://www.datasheetcatalog.com/datasheets\\_pdf/TL/0/8/TL081.shtml](https://www.datasheetcatalog.com/datasheets_pdf/TL/0/8/TL081.shtml)



Montage suiveur :



- Oscillo : régler soigneusement les zéros en mode XY.
- GBF : amplitude très faible (position  $-20\text{ dB}$ ).
- Montage : agir sur le potentiomètre pour que la caractéristique passe par (0, 0).

