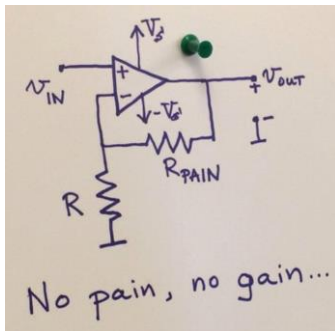


Enseignement Expérimental

Conception Electronique *pour le Traitement de l'Information*



MIT Jokes

Thème 0 All pas si linéaire que ça...

Julien VILLEMEJANE



Paris-Saclay



Saint-Étienne



Bordeaux

- **AOP / ALI**

Amplificateur opérationnel / Amplificateur Linéaire Intégré



- **Objectifs pédagogiques**

- **mettre en œuvre** un amplificateur linéaire intégré et de différencier :
 - le mode non-linéaire ;
 - le mode linéaire dans le cadre d'une structure amplificatrice ;
- câbler des composants sur une platine de prototypage ;
- réaliser les alimentations adéquates ;
- **utiliser les instruments de mesure classiques** pour :
 - mesurer une différence de potentiel, un courant en continu ;
 - générer un signal périodique ;
 - visualiser un signal périodique ;
- **rédigier un compte-rendu au format numérique.**



Paris-Saclay



Saint-Étienne



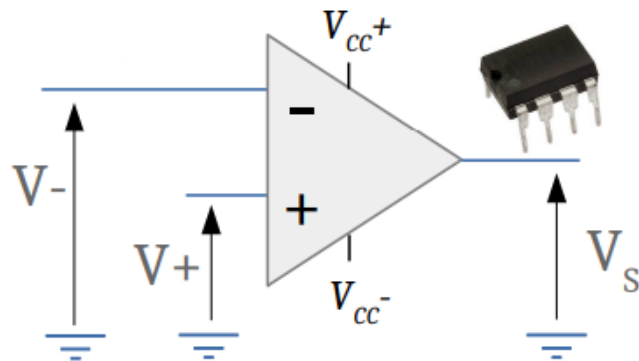
Bordeaux

- **AOP / ALI**

Amplificateur opérationnel / Amplificateur Linéaire Intégré



- **Symbole et convention**



Composant actif : nécessitant une source d'énergie externe

2 entrées notées + et -
1 sortie

Cas idéal :

les courants d'entrée I_+ et I_- sont nuls



Paris-Saclay



Saint-Étienne

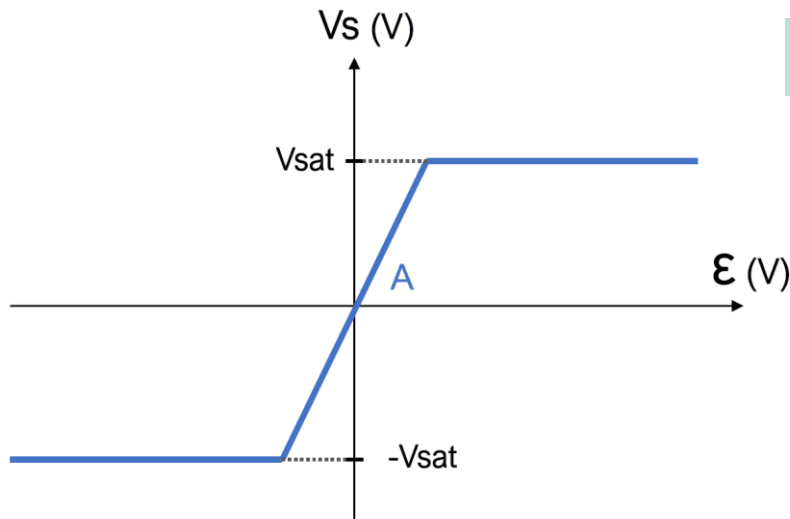
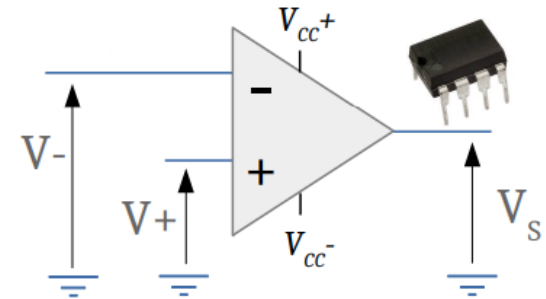


Bordeaux

- **ALI en boucle ouverte**

On parle aussi de **mode non-linéaire**

- **Caractéristique $V_S = f(V^+ - V^-)$**



$$V_S = A \cdot (V^+ - V^-) = A \cdot \varepsilon$$

avec $A > 10^5$

Mais composant actif : limite en tension !!



Paris-Saclay



Saint-Étienne

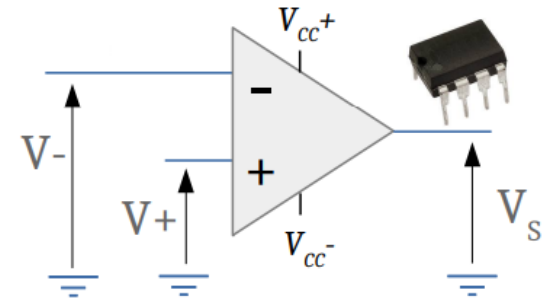


Bordeaux

- **ALI en boucle ouverte**

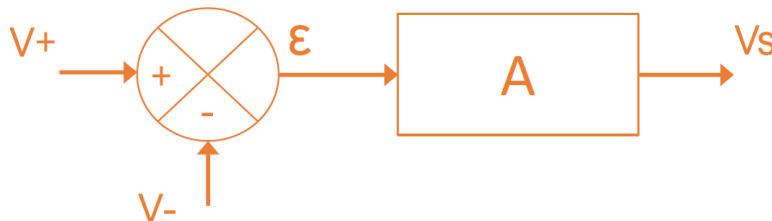
On parle aussi de **mode non-linéaire**

- **Modélisation du système**



$$V_S = A \cdot (V^+ - V^-) = A \cdot \varepsilon$$

avec $A > 10^5$



Paris-Saclay



Saint-Étienne

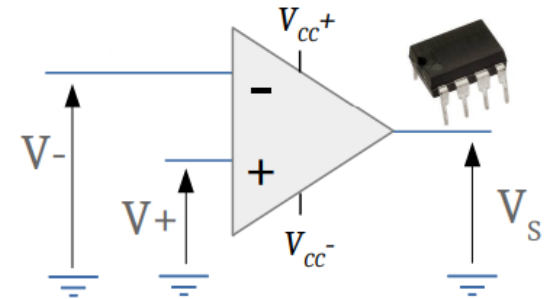


Bordeaux

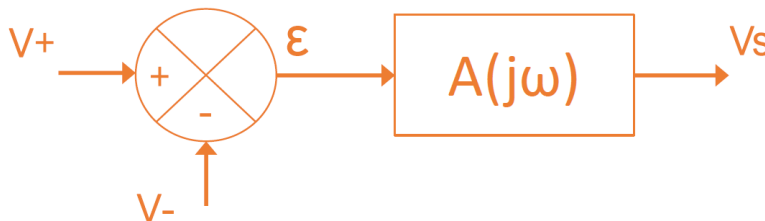
- **ALI en boucle ouverte**

On parle aussi de **mode non-linéaire**

- **Modélisation du système**



$$V_S = A(j\omega) \cdot \varepsilon$$



$$A(j\omega) = \frac{A_{MAX}}{1 + j \frac{\omega}{\omega_c}}$$

avec $A_{MAX} > 10^5$
et $GBW = A_{MAX} \omega_c = cte$



Paris-Saclay



Saint-Étienne

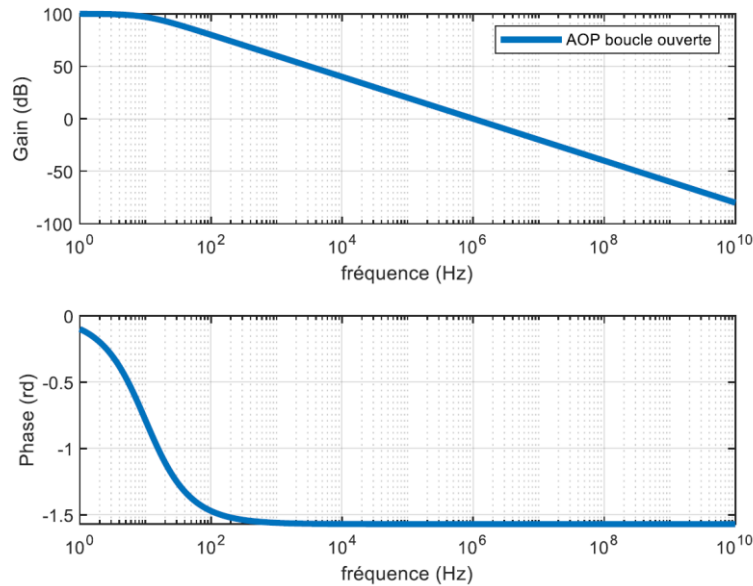


Bordeaux

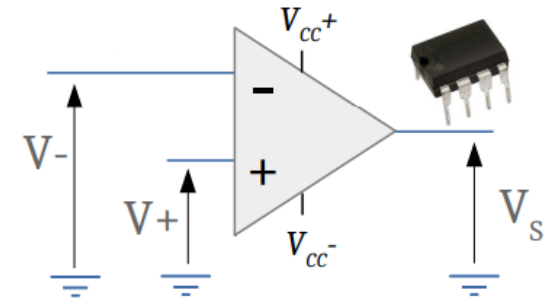
- **ALI en boucle ouverte**

On parle aussi de **mode non-linéaire**

- **Modélisation du système**



$$A_{MAX} = 10^5 / \text{GBW} = 1 \text{ MHz}$$



$$V_S = A(j\omega) \cdot \varepsilon$$

$$A(j\omega) = \frac{A_{MAX}}{1 + j \frac{\omega}{\omega_c}}$$

avec $A_{MAX} > 10^5$
et $\text{GBW} = A_{MAX} \omega_c = \text{cte}$



Paris-Saclay

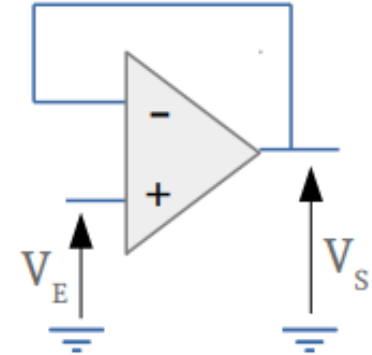


Saint-Étienne



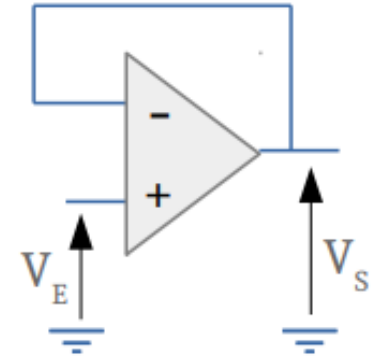
Bordeaux

- **ALI en boucle fermée / Suiveur**

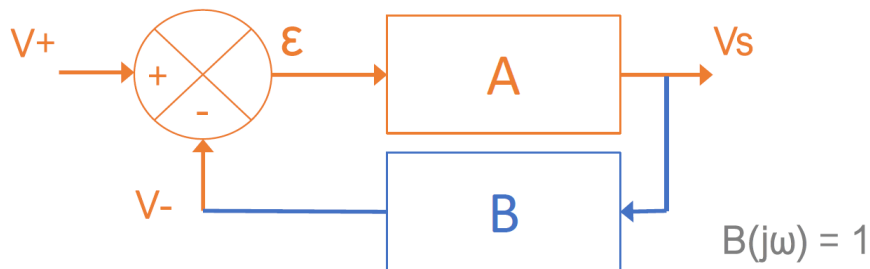


- **ALI en boucle fermée / Suiveur**

$$V_S = A \cdot (V_S - B \cdot V_e)$$



$$\frac{V_s}{V_e} = \frac{A}{1 + A \cdot B}$$



Paris-Saclay



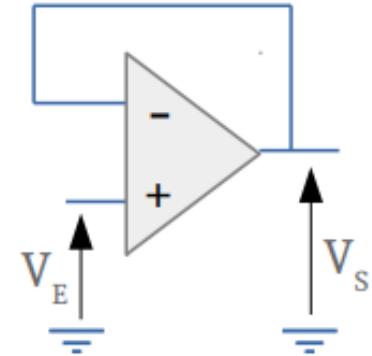
Saint-Étienne



Bordeaux

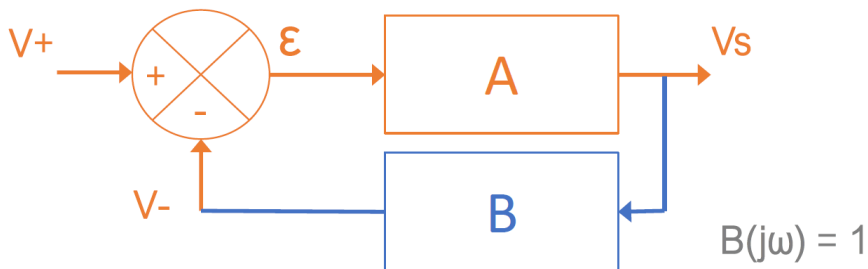
- **ALI en boucle fermée / Suiveur**

$$V_S = A \cdot (V_S - B \cdot V_e)$$



$$\frac{V_s}{V_e} = \frac{A}{1 + A \cdot B}$$

$$\frac{V_s}{V_e} \rightarrow 1$$



Paris-Saclay



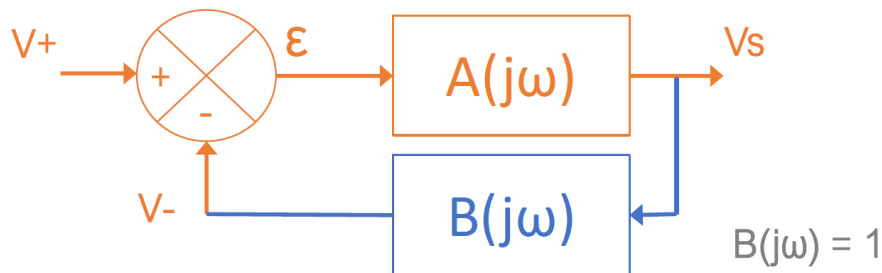
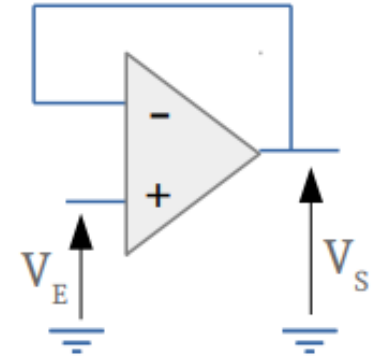
Saint-Étienne



Bordeaux

- **ALI en boucle fermée / Suiveur**

$$V_S = A(j\omega) \cdot (V_S - B(j\omega) \cdot V_e)$$



$$\frac{V_S}{V_e} = \frac{A(j\omega)}{1 + A(j\omega) \cdot B(j\omega)}$$

$$\frac{V_S}{V_e} \rightarrow ??$$



Paris-Saclay



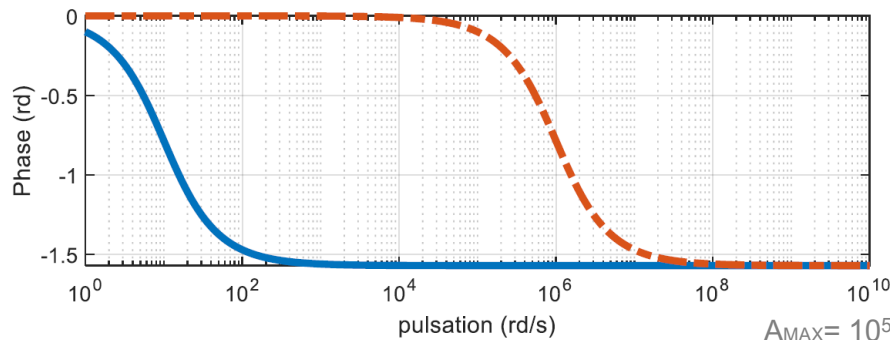
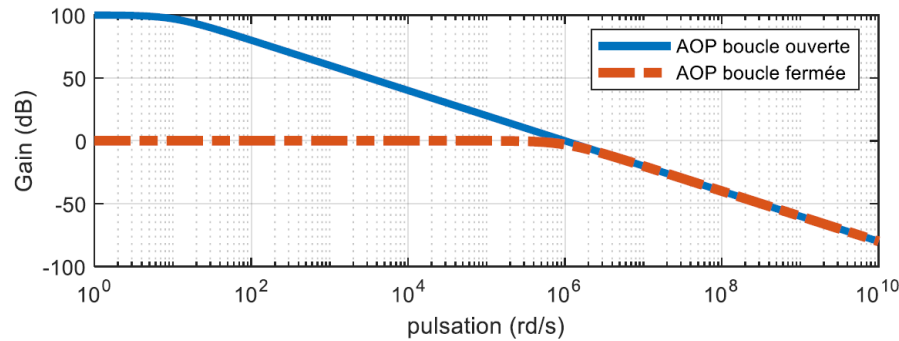
Saint-Étienne



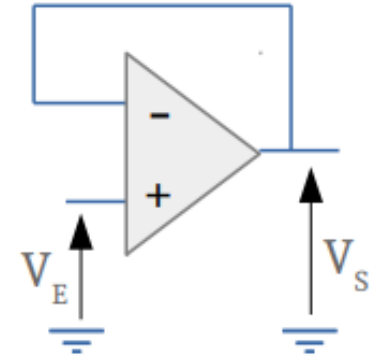
Bordeaux

- **ALI en boucle fermée / Suiveur**

$$V_S = A(j\omega) \cdot (V_S - B(j\omega) \cdot V_e)$$



$A_{MAX} = 10^5 / GBW = 1 \text{ MHz}$



$$\frac{V_S}{V_e} = \frac{A(j\omega)}{1 + A(j\omega) \cdot B(j\omega)}$$

$$\frac{V_S}{V_e} \rightarrow ??$$



Paris-Saclay



Saint-Étienne

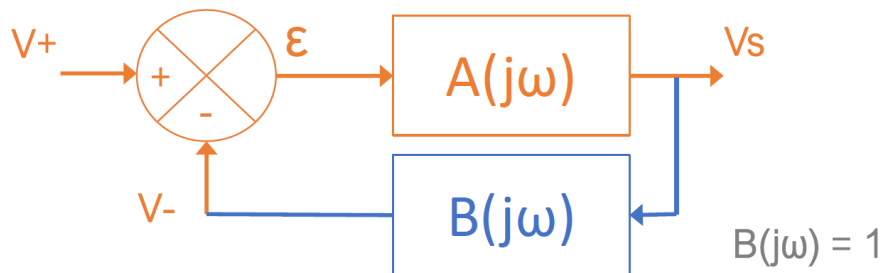
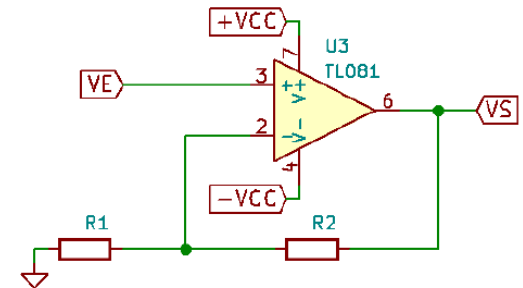


Bordeaux

- **ALI en boucle fermée / Non-inverseur +10**

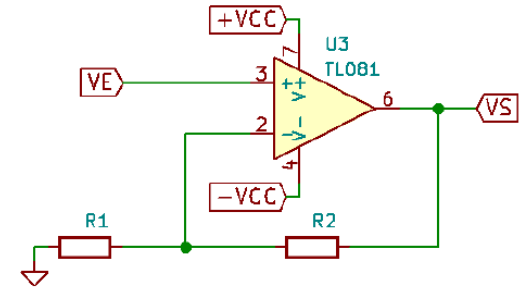
$$V_S = A(j\omega) \cdot (V_S - B(j\omega) \cdot V_e)$$

$$B(j\omega) = ??$$



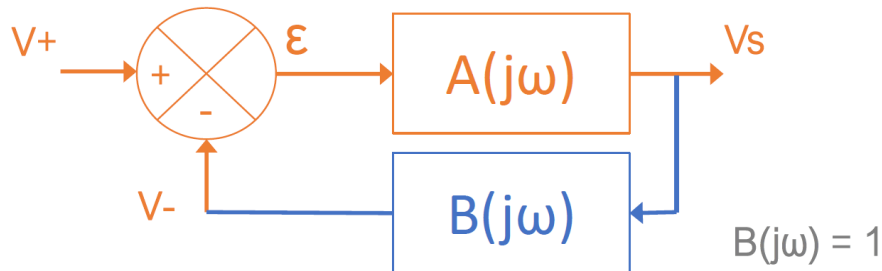
- **ALI en boucle fermée / Non-inverseur +10**

$$V_S = A(j\omega) \cdot (V_S - B(j\omega) \cdot V_e)$$



$$B(j\omega) = \frac{V^-}{V_S}$$

$$B(j\omega) = \frac{R_1}{R_1 + R_2}$$



Paris-Saclay



Saint-Étienne

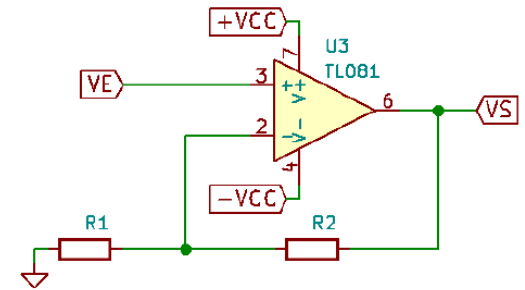


Bordeaux

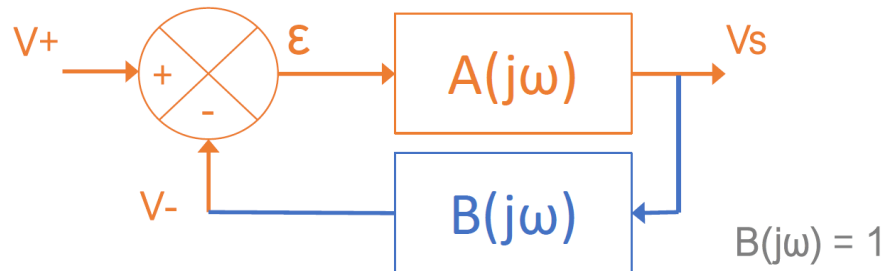
- **ALI en boucle fermée / Non-inverseur +10**

$$V_S = A(j\omega) \cdot (V_S - B(j\omega) \cdot V_e)$$

$$B(j\omega) = \frac{R_1}{R_1 + R_2}$$



$$\frac{V_S}{V_e} = \frac{A(j\omega)}{1 + A(j\omega) \cdot B}$$



$$\frac{V_S}{V_e} \neq \frac{R_1 + R_2}{R_1}$$



Paris-Saclay



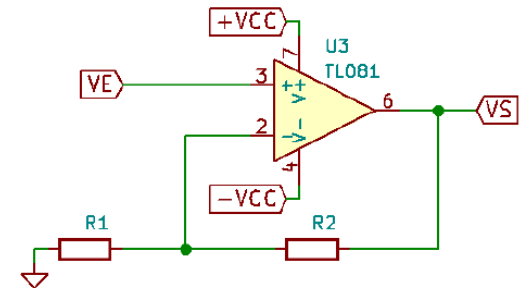
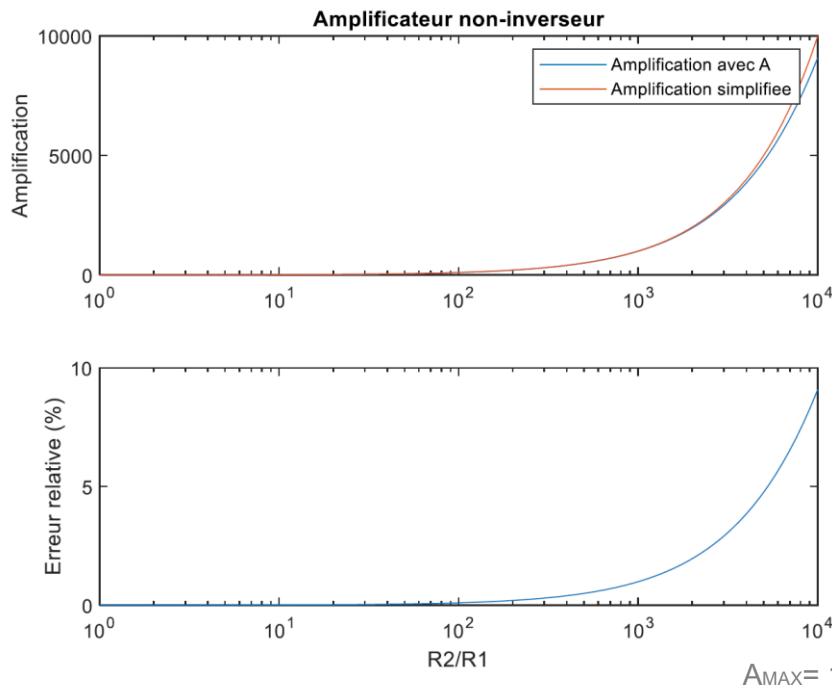
Saint-Étienne



Bordeaux

- **ALI en boucle fermée / Non-inverseur +10**

$$V_S = A(j\omega) \cdot (V_S - B(j\omega) \cdot V_e)$$



$$\frac{V_S}{V_e} = \frac{A(j\omega)}{1 + A(j\omega) \cdot B}$$

$$\frac{V_S}{V_e} \neq \frac{R_1 + R_2}{R_1}$$



Paris-Saclay



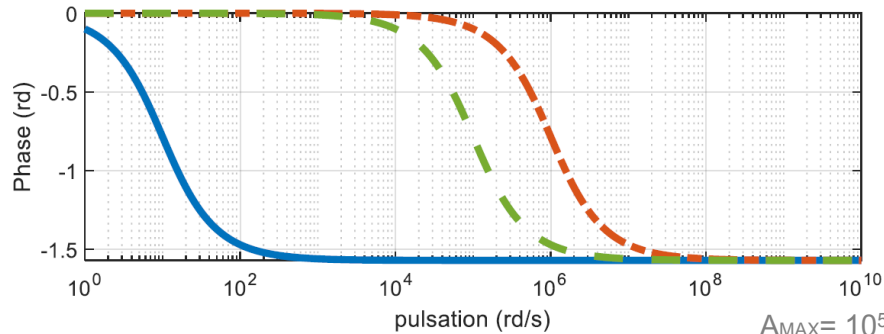
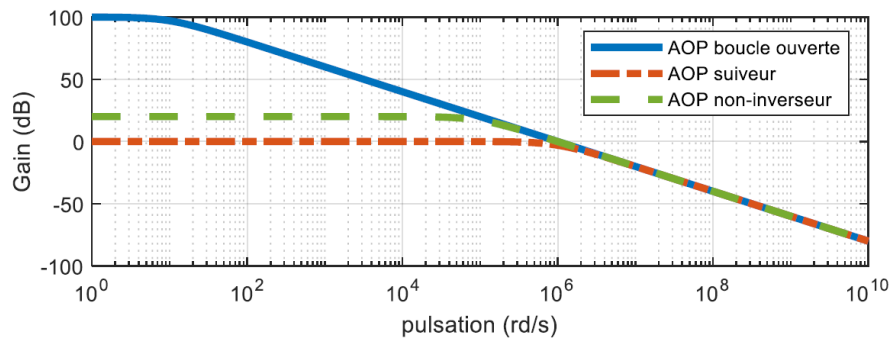
Saint-Étienne



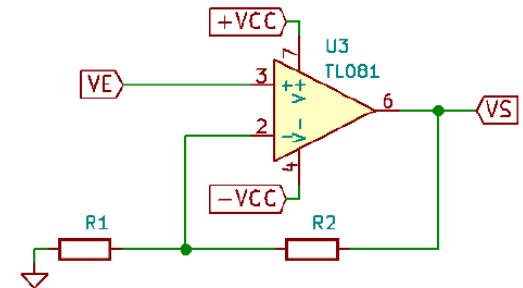
Bordeaux

- **ALI en boucle fermée / Non-inverseur +10**

$$V_S = A(j\omega) \cdot (V_S - B(j\omega) \cdot V_e)$$



$A_{MAX} = 10^5 / \text{GBW} = 1 \text{ MHz}$



$$\frac{V_S}{V_e} = \frac{A(j\omega)}{1 + A(j\omega) \cdot B}$$



Paris-Saclay



Saint-Étienne



Bordeaux