

PCSI 1 (O.Granier)

Lycée  
Clemenceau

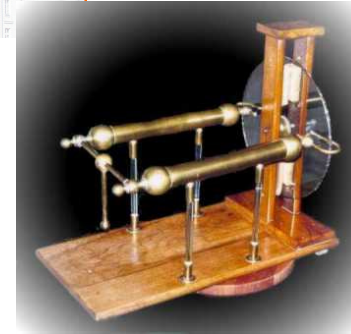


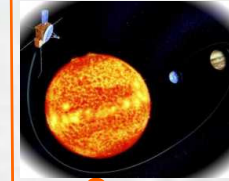
## Présentation de l'AOP

Liens vers : [TP-Cours AOP n°1](#)

[TP-Cours AOP n°2](#)

[TP-Cours AOP n°3](#)





### ➤ I - Présentation et propriétés de l'AOP :

#### 1 - Description de l'AOP :

**Aspects historiques** : les amplificateurs opérationnels servaient à réaliser des opérations mathématiques (addition, soustraction, multiplication, division, intégration et dérivation) pour le calcul analogique. Initialement ces amplificateurs étaient réalisés à l'aide de tubes et étaient volumineux et présentaient des dérives difficiles à compenser.

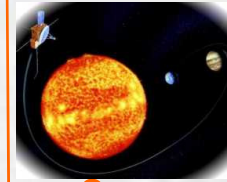


Les progrès technologiques ont permis de réaliser des AOP à l'aide de **transistors**, puis de **circuits intégrés**

La simplicité d'emploi des AOP fait qu'on les utilise de plus en plus, même :

- \* à des puissances importantes : AOP de puissance.
- \* à des fréquences élevées : AOP rapides.





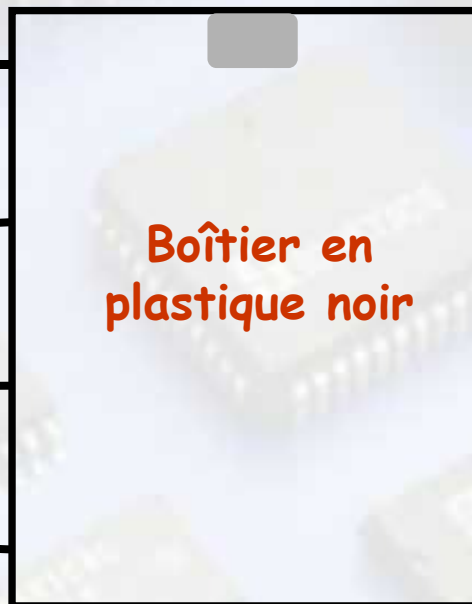
Marque pour orienter l'AOP

Réglage de l'offset  
(inutilisé)

E-  
(entrée  
inverseuse)

E+  
(entrée non  
inverseuse)

V- (alimentation  
- 15 V)



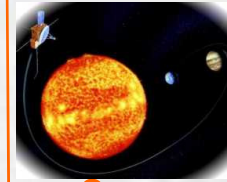
NC (no connexion)

V+ (alimentation + 15 V)

S (Sortie)

Réglage de l'offset (inutilisé)

On utilisera en TP deux modèles d'AOP : l'AOP **A741** (de mauvaise qualité) et l'AOP **TLO81** (plus récent, de caractéristiques bien meilleures).

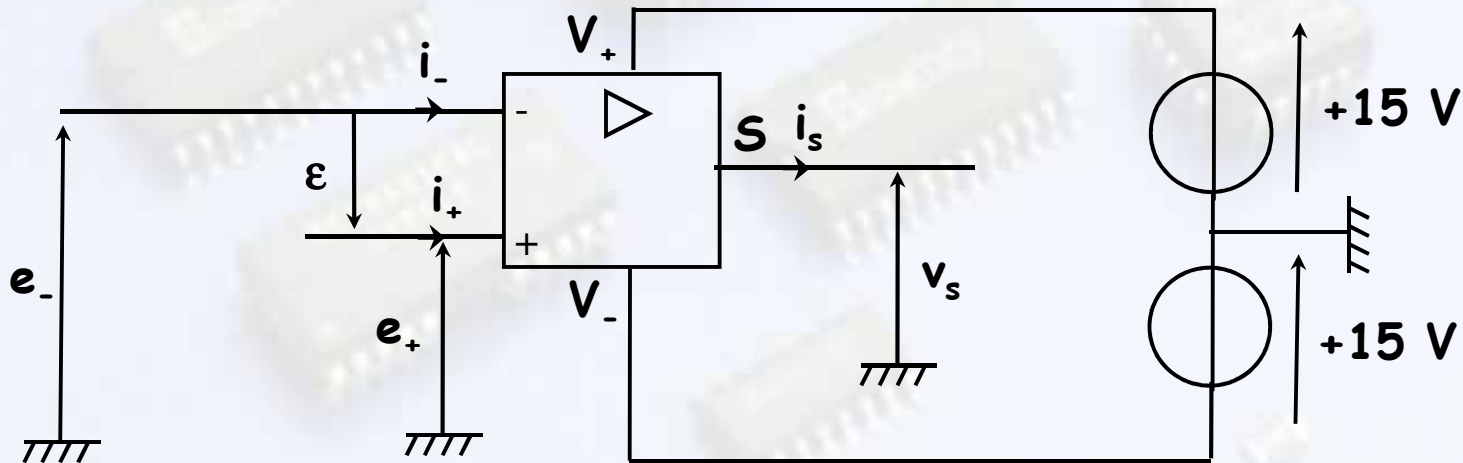


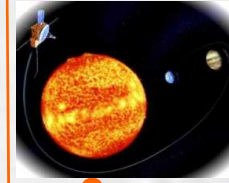
➤ **I - Présentation et propriétés de l'AOP :**

**2 - Alimentation de l'AOP et notations :**

Le point commun des alimentations n'est pas connecté au circuit intégré, mais constitue la référence des potentiels du montage.

$V^+$  et  $V^-$  sont, en général, identiques (ce n'est pas obligatoire) mais doivent rester dans des limites imposées (par exemple : 2,5 V à 18 V pour un 741 ou un TL 081).



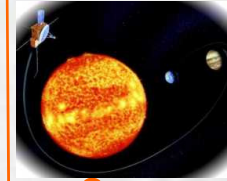


### Notations et conventions :

- On mesure les tensions  $e_-$ ,  $e_+$ ,  $v_s$ ,  $\pm 15$  V par rapport à un même point de référence, la masse.
- $\varepsilon = e_+ - e_-$  est la **tension différentielle d'entrée**.
- La résistance d'entrée de l'AOP est très grande ( $\sim 1$  M $\Omega$ ) ; on pourra considérer que les courants d'entrée  $i_+$  et  $i_-$  sont nuls.
- Le courant de sortie  $i_s$  n'est pas nul ; sa valeur est limitée à quelques dizaines de mA.
- Ne jamais injecter de tensions aux bornes inverseuse ou non inverseuse lorsque l'AOP n'est pas alimenté : les alimentations sont à brancher en 1<sup>er</sup> et à débrancher en dernier !

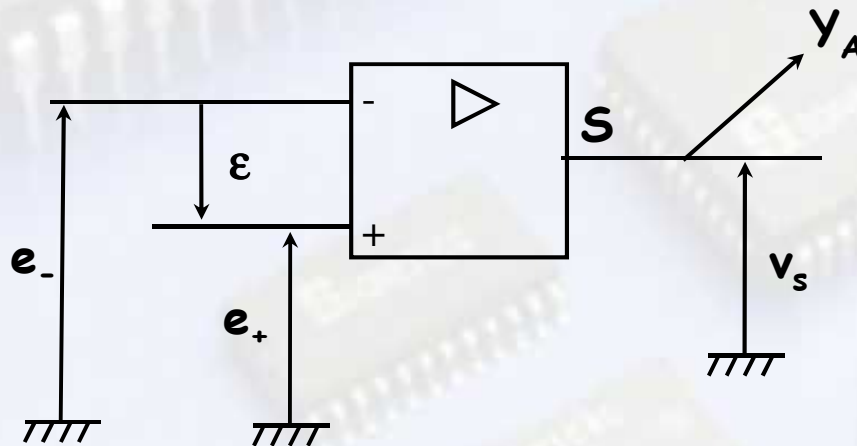
Dans la suite, les alimentations ne seront plus représentées sur les schémas.





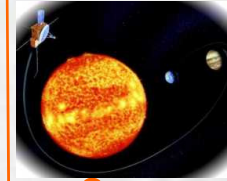
➤ I - Présentation et propriétés de l'AOP :

3 - Gain de l'AOP, régime linéaire et régime saturé :

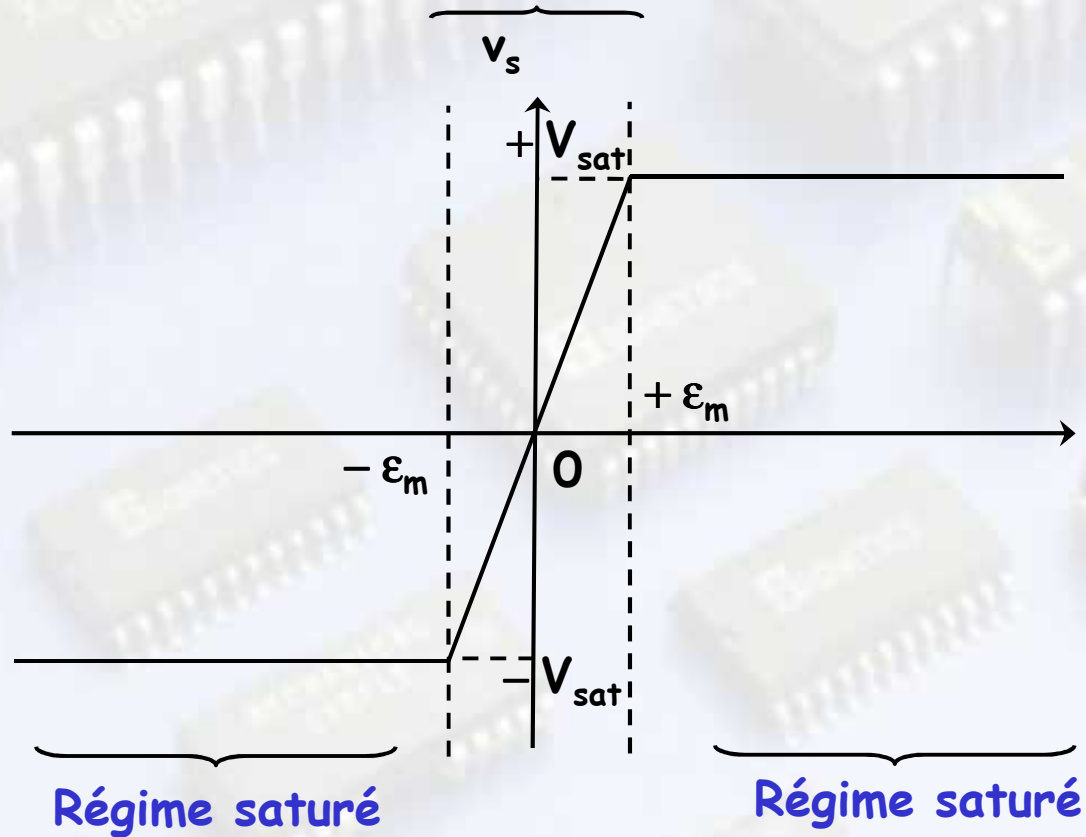


On applique une tension différentielle  $\varepsilon$  continue et on mesure  $v_s$  avec un oscilloscope (en « **boucle ouverte** »).

On obtient la courbe suivante :

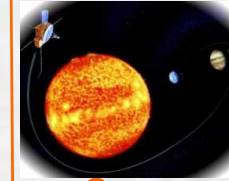


Régime linéaire



$$\epsilon_m = 0,13 \text{ mV} = 13 \cdot 10^{-5} \text{ V} \quad ; \quad V_{sat} = 13,5 \text{ V}$$





Dans le domaine linéaire :  $(-\varepsilon_m < \varepsilon < +\varepsilon_m)$

$$v_s = G\varepsilon$$

( $G$  est le gain de l'AOP en boucle ouverte (rien en sortie))

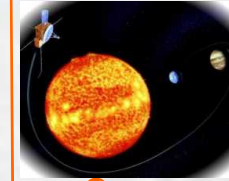
Avec : 
$$G = \frac{V_{sat}}{\varepsilon_m} = \frac{13,5 V}{13 \cdot 10^{-5} V} \approx 10^5$$

On constate que la tension différentielle  $\varepsilon$  est  $\ll$  aux autres tensions du circuit (de l'ordre du volt, le plus souvent) ; on pourra ainsi considérer, dans la zone linéaire, que  $\varepsilon \sim 0$  (ce qui revient à un gain infini) :

$$\left. \begin{array}{l} \varepsilon = 0 \quad \text{soit} \quad e_- = e_+ \\ G \rightarrow \infty \quad \text{et} \quad |v_s| \leq V_{sat} \approx 13,5 V \end{array} \right\} \text{(Dans le domaine linéaire)}$$

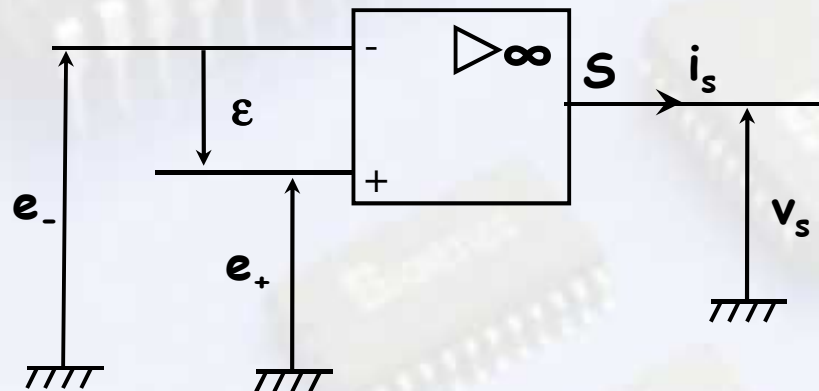






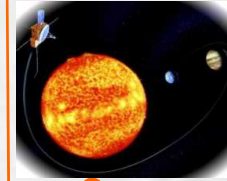
➤ I - Présentation et propriétés de l'AOP :

4 - Représentation de l'AOP idéal :



- Les courants d'entrée sont nuls.
- Le courant de sortie  $i_s < qg 10 \text{ mA}$
- En régime linéaire :  
 $\epsilon = 0$  ;  $|v_s| < V_{\text{sat}}$  ;  $G$  infini
- En régime saturé :  
 $\epsilon > 0$  ;  $v_s = + V_{\text{sat}}$   
 $\epsilon < 0$  ;  $v_s = - V_{\text{sat}}$

La tension à amplifier ne pourra pas être appliquée directement entre les bornes inverseuse et non inverseuse : nécessité de boucles de rétroaction (voir TP)



### ➤ I - Présentation et propriétés de l'AOP :

#### 5 - Variation du gain avec la fréquence :

Le gain en boucle ouverte  $G$  dépend de la fréquence.

L'AOP se comporte comme un **filtre passe-bas** du 1<sup>er</sup> ordre, dont la fonction de transfert complexe peut s'écrire (en boucle ouverte) :

$$\underline{G} = G_0 \frac{1}{1 + j \frac{f}{f_0}}$$

Avec :  $G_0 = 10^5$  et  $f_0 = 10 \text{ Hz}$

