# Amplificateur Opérationnel (AOP)

## Objectifs

Ce cours traitera essentiellement les définitions des principales caractéristiques d'un AOP et l'étude des différents montages de base.

## I. Présentation et symbole

L'amplificateur opérationnel (ou amplificateur linéaire intégré: ALI ) est un composant en technologie intégrée qui est prêt à être opérationnel. C'est un amplificateur qui est utilisé pour effectuer des opérations :

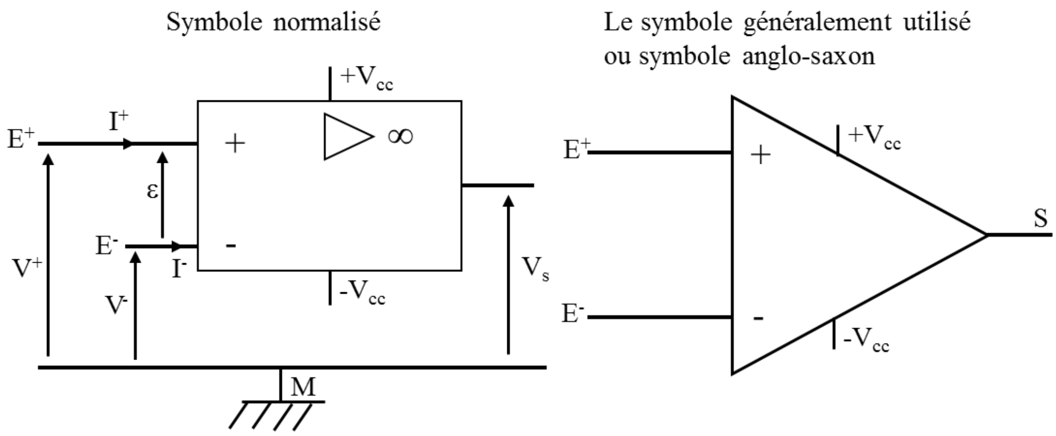
**Addition, Soustraction, Multiplication,** …

Ce composant comporte :

- 2 broches d'alimentations +Vcc et -Vcc,
- 2 entrées dites différentielles: E+ entrée non inverseuse et E- entrée inverseuse,
- Une sortie S .

Le fonctionnement de l'amplificateur opérationnel impose une alimentation symétrique, (deux sources de tension + Vcc et -Vcc, qu'on ne représente pas sur les schémas).

On appelle tension différentielle (qu'on note ε), la ddp entre l'entrée $v^+$ et $v^-$ : $\varepsilon = v^+ - v^-$



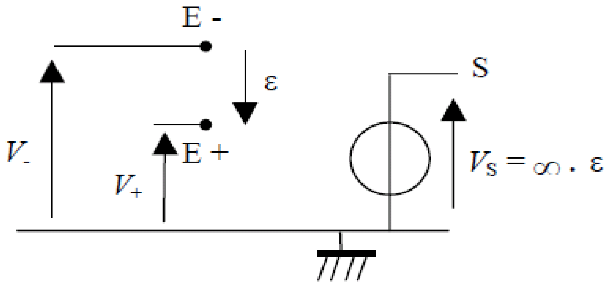

La tension de sortie a pour expression : $V_s = A.\ \varepsilon$ ( A: représente l'amplification différentielle).

L'amplificateur opérationnel a deux modes de fonctionnement :

- Mode (ou régime) linéaire : on a forcément une contre-réaction négative (liaison par composant ou un simple fil entre la sortie S et l'entrée E- de l'Aop) , dans ce cas la tension ε sera négligée.
- Mode (ou régime) non linéaire : il y a pas de contre réaction négative, dans ce cas l'Aop fonctionne en saturation. La sortie ne peut prendre que deux valeurs : +Vsat ou -Vsat, la tension ε ne peut être négligée.

## II. Modèle équivalent

On peut donc remplacer l'AOP par le schéma équivalent suivant :

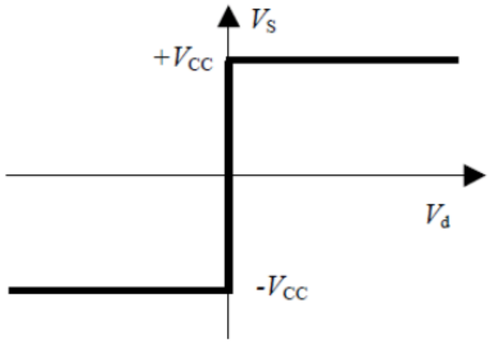



## III. Amplificateur opérationnel parfait (ou idéal)

Ce modèle permet de prévoir le comportement de l'amplificateur.
Le modèle de l'AOP idéal comporte :

- ❖ Une résistance d'entrée différentielle infinie, ce qui implique ==> $I^+ = I^- = 0$.
- ❖ Une amplification différentielle (en boucle ouverte) A infinie, quelque soit la fréquence.
- ❖ On supposera qu'en régime linéaire : $\varepsilon = 0$ . ==> $V^+ = V^-$

Caractéristique de transfert idéale




## IV. L'Amplifiacteur opérationnel en régime linéaire

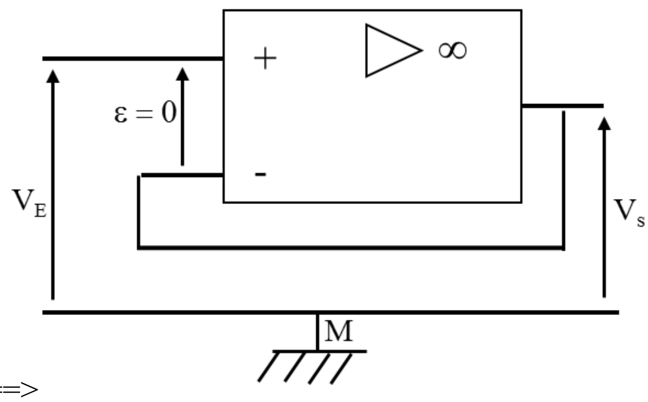
En régime linéaire (il y a présence d'une contre-réaction négative) on supposera que : $I^+ = I^- = 0$. et $\varepsilon = 0$ c'est à dire $V^+ = V^-$

### a) Montage suiveur

La tension différentielle $\varepsilon = 0$, alors en appliquant la loi des mailles on peut écrire : $V_E - \varepsilon - V_S = 0$
==> $V_S = V_E - \varepsilon$

**ce qui donne : $V_S = V_E$**

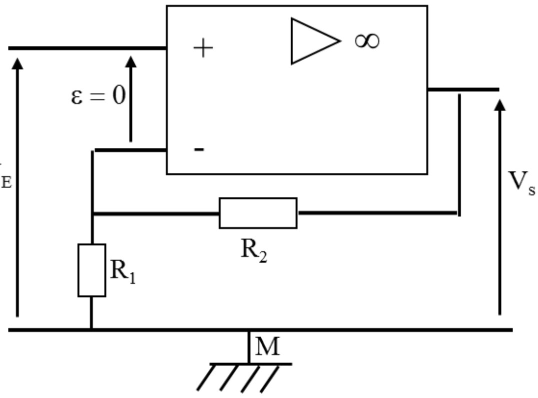
L'intérêt de ce montage réside dans sa résistance d'entrée infinie et sa résistance de sortie nulle, on l'utilise souvent pour adapter deux étages.




### b) Montage non-inverseur

On a bien une contre réaction négative ==> $\varepsilon = 0$ ==>
$V_E = v+ = v- = V_{R1}$
En appliquant le principe de diviseur de tension on a :

$$V_E = V_S \frac{R_1}{R_2 + R_1}$$

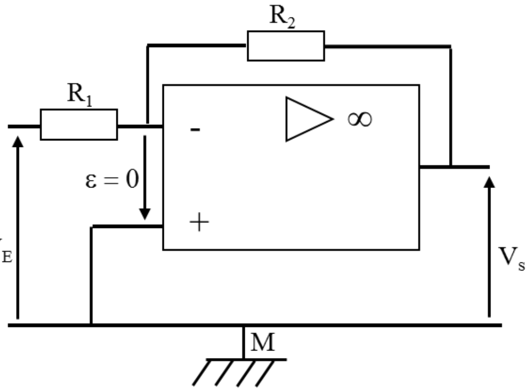



**ce qui donne :**

$$V_S = V_E\left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right)$$

### c) Montage inverseur

On a bien une contre réaction négative ==> ε = 0
En appliquant le théorème de Millman on a :




$$V^- = \frac{\frac{V_E}{R_1} + \frac{V_S}{R_2}}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}}$$

**ce qui donne :**

$$V_S = -V_E\left(\frac{R_2}{R_1}\right)$$

Autre démonstration, On a : $V_E=R_1.I$, car le potentiel v-=0 V
(car v+ = 0V, et ε = 0 donc v+ = v-= 0 V) de même $V_s$= - $R_2$.I ( i- = 0)

$$\frac{V_S}{V_E} = -\left(\frac{R_2}{R_1}\right)$$

### d) Amplificateur soustracteur

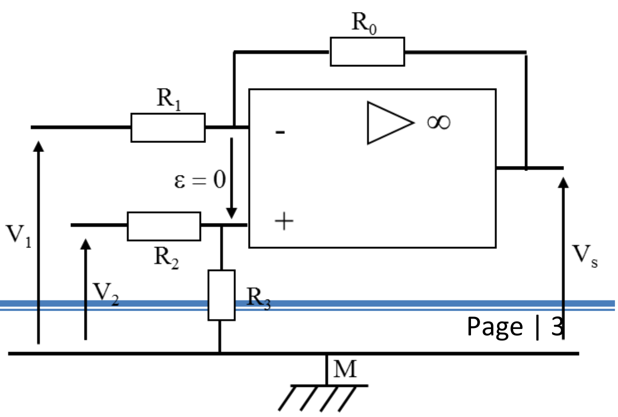
On a bien une contre réaction négative ==> ε = 0
==> v+ = v- avec v+= v- et $V_{R3}$ = v+= v-.
En appliquant le principe de diviseur de tension on a :

$$V_{R3} = V_2 \frac{R_3}{R_2 + R_3}$$

**Et en appliquant le théorème de Millman on a :** (avec $V_{R3}$= v-)

$$V^- = \frac{\frac{V_1}{R_1} + \frac{V_S}{R_0}}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_0}} = V_2 \frac{R_3}{R_2 + R_3}$$

Si $R_1 = R_2$ et et $R_0 = R_3$ on a :

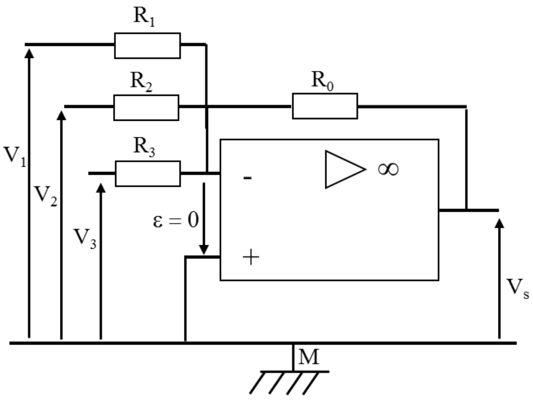


$$V_S = \frac{R_0}{R_1}(V_2 - V_1)$$

**e) Amplificateur sommateur Inverseur**

On a bien une contre réaction négative ==>
ε = 0 et v+ = 0V ==> v- = 0V
en appliquant le théorème de Millman on a :

$$V^- = \frac{\frac{V_1}{R_1} + \frac{V_2}{R_2} + \frac{V_3}{R_3} + \frac{V_S}{R_0}}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_0}} = 0$$




ce qui donne :

$$V_S = -R_0\left(\frac{V_1}{R_1} + \frac{V_2}{R_2} + \frac{V_3}{R_3}\right)$$

Et si on prend $R_0 = R_1 = R_2 = R_3$ on a :

$$V_S = -(V_1 + V_2 + V_3)$$

Il existe aussi d'autres montages de bases à savoir :

- ❖ **Montage intégrateur**
- ❖ **Montage dérivateur**