

# **Amplificateurs Opérationnels**

*A.mesSaoudi*

Le cours n'est pas complet, il faut assister  
au cours pour finir les formules.

Dr. A.mesSaoudi

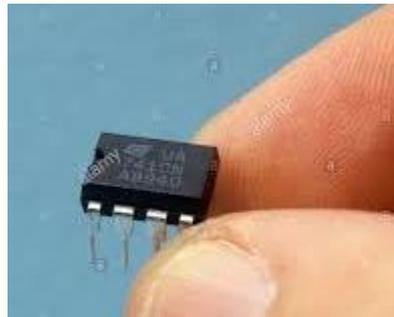
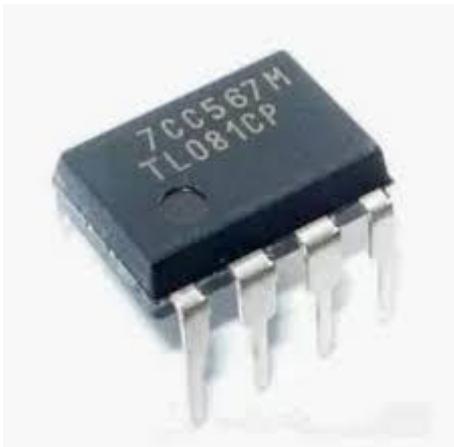
# Définition

Un amplificateur Opérationnel (AOP) est un amplificateur différentiel, muni de deux entrées, l'une dite non inverseuse ( $e_+$ ) et l'autre inverseuse ( $e_-$ ), et d'une sortie ( $s$ ).

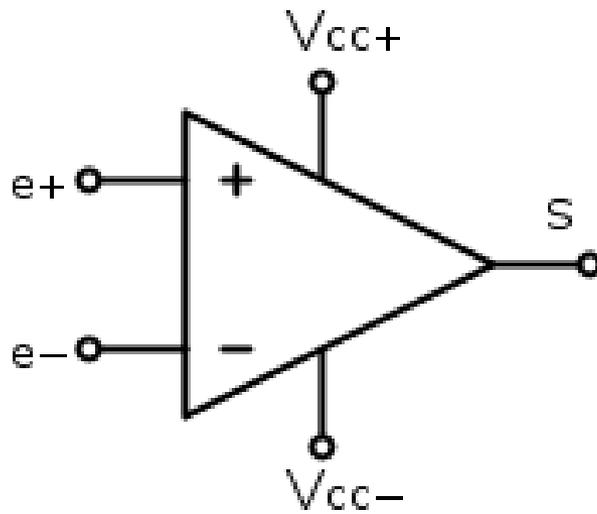
**Amplificateur** : c'est la fonction de base de ce composant.

**Opérationnel** : possibilité de créer des fonctions mathématiques telles que dérivée, intégrale, Log...

Ces fonctions ont autrefois (il y a 40 ans) été utilisées dans des calculateurs analogiques, et permettaient notamment de résoudre des équations différentielles, et ainsi de simuler des réponses de systèmes physiques divers (mécaniques, acoustiques...).

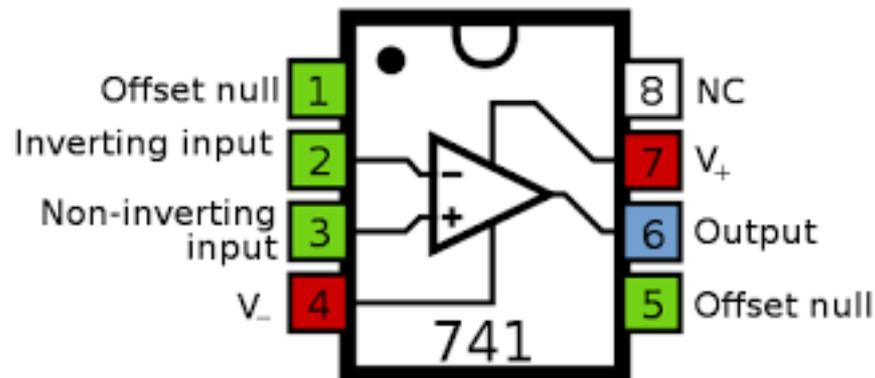
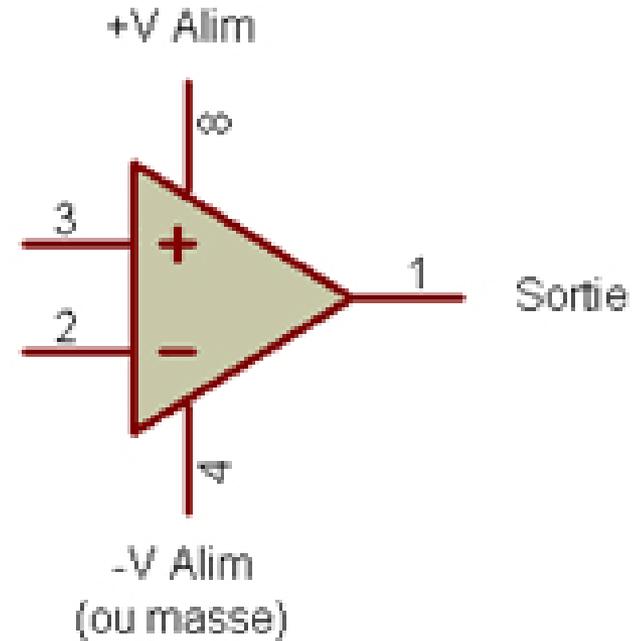


# Symbole :

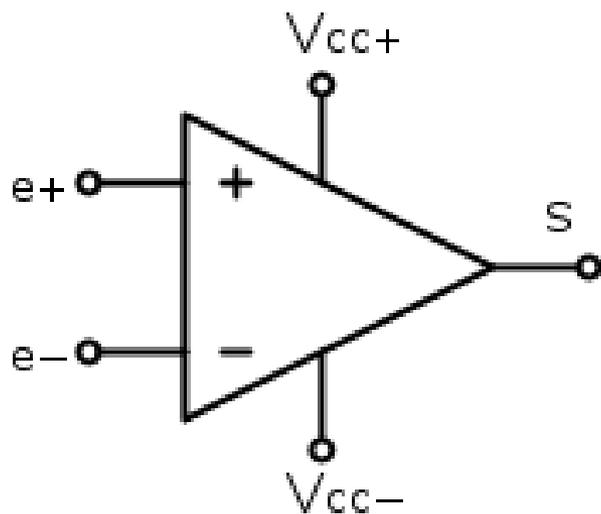


Entree non inverseuse

Entree inverseuse

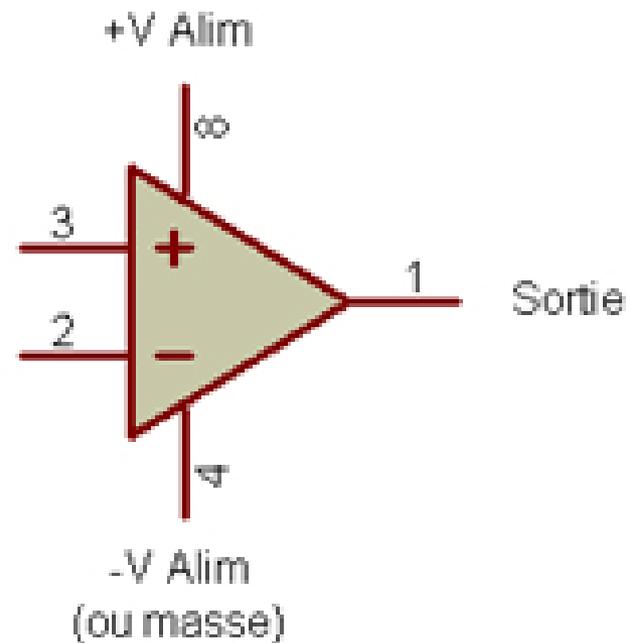


# Symbole :

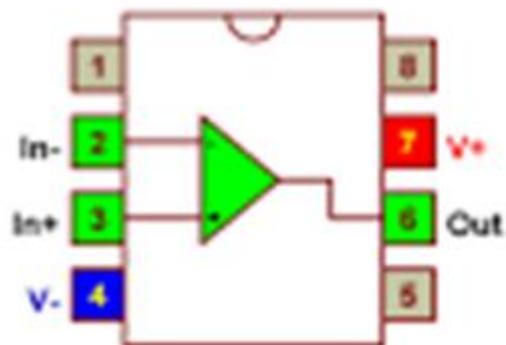


Entree non inverseuse

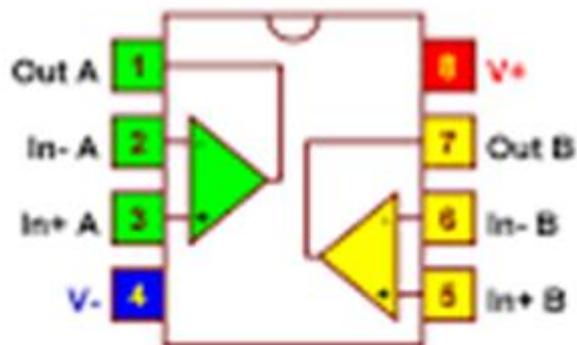
Entree inverseuse



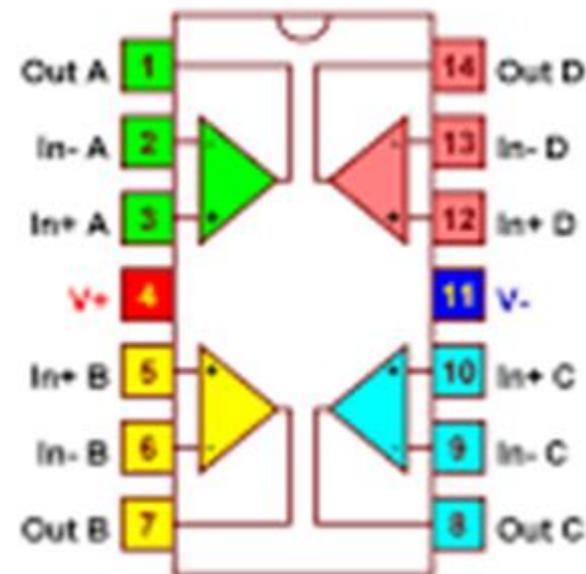
AOP simple



AOP double

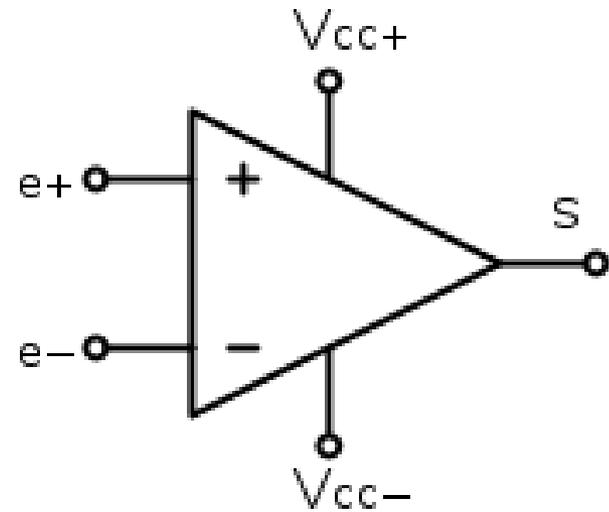


AOP quadruple



## Lois générales

1. Les impédances d'entrée étant infinies, il n'y a pas de courant qui rentre dans l'AOP.
2. Le gain de l'AOP est infinie donc  $V_{e+} = V_{e-}$ .



## Caractéristiques:

1. Impédance infinie (très grande).
2. Gain différentiel infini (très grand).
3. Impédance de sortie nulle (très faible).

# Montages de base

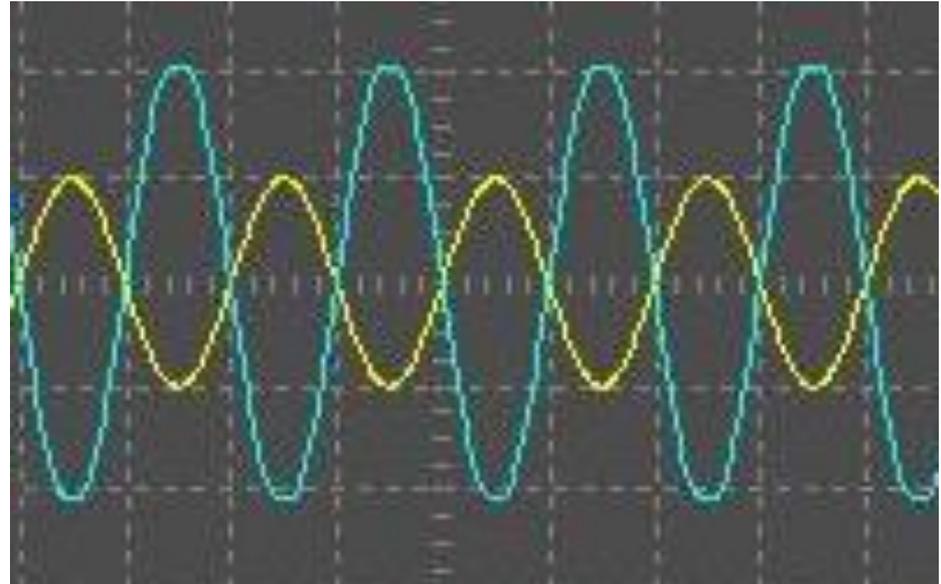
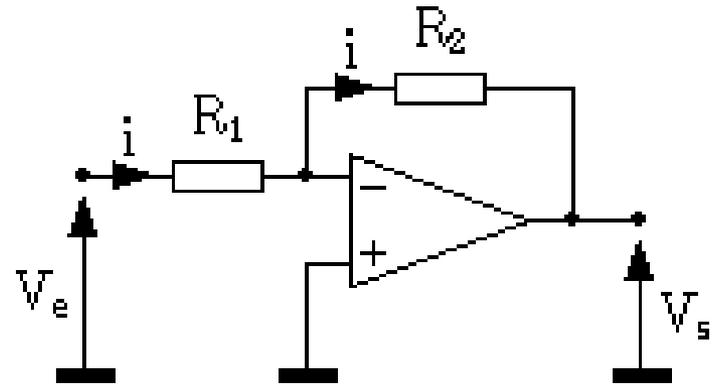
## Amplificateur inverseur

$$V_+ = V_-$$

$$V_e = R_1 i$$

$$V_s = -R_2 i$$

$$A_v = \frac{V_s}{V_e} = -\frac{R_2}{R_1}$$



# Montages de base

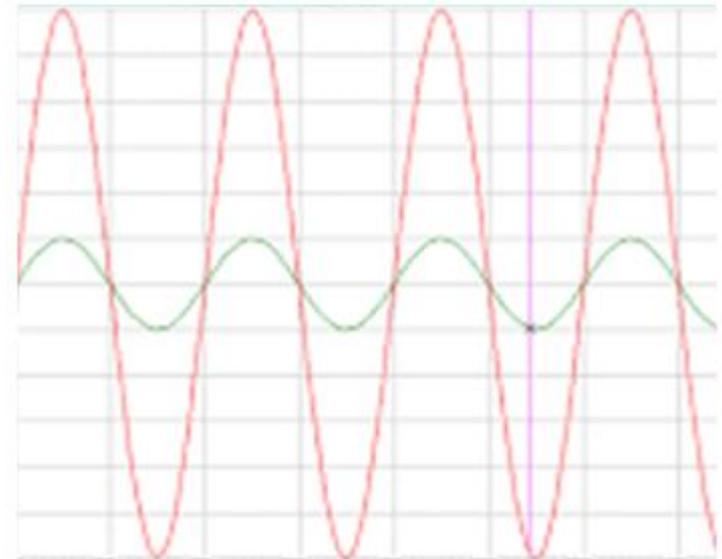
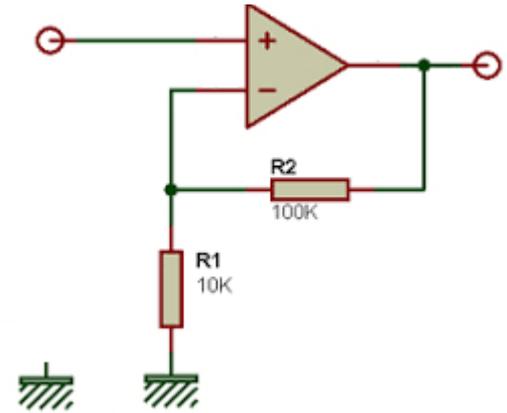
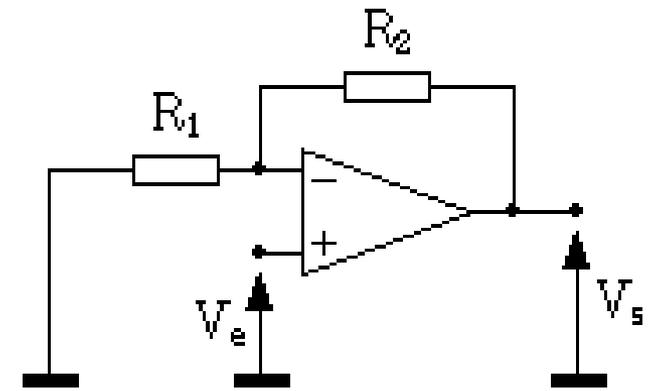
## Amplificateur non inverseur

$$V_e = V_s$$

R2 et R1 forment un pont diviseur entre Vs et V- , soit :

$$V_e = V_s \frac{R_1}{R_1 + R_2}$$

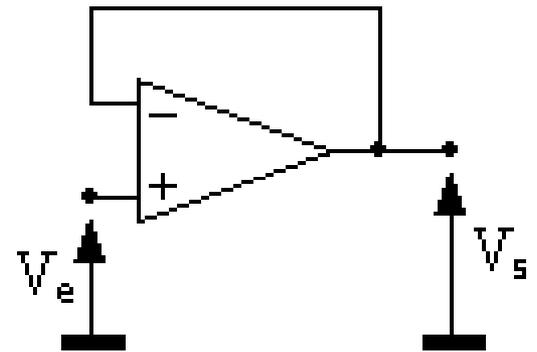
$$A_v = \frac{V_s}{V_e} = 1 + \frac{R_2}{R_1}$$



# Montages de base

## Amplificateur suiveur

Un cas spécial du montage précédent avec  $R_1 = \infty$  et  $R_2 = 0$ . On obtient un montage tout simple, de gain unité, dont la seule fonction est l'adaptation d'impédance (isoler deux étages de circuits pour empêcher toute interaction parasite).



# Montages opérationnels

Ce sont des montages opérationnels, dans le sens où ils vont réaliser des opérations arithmétiques sur un ou plusieurs signaux.

## Amplificateur sommateur inverseur

$$V_{e1} = R_1 i_1$$

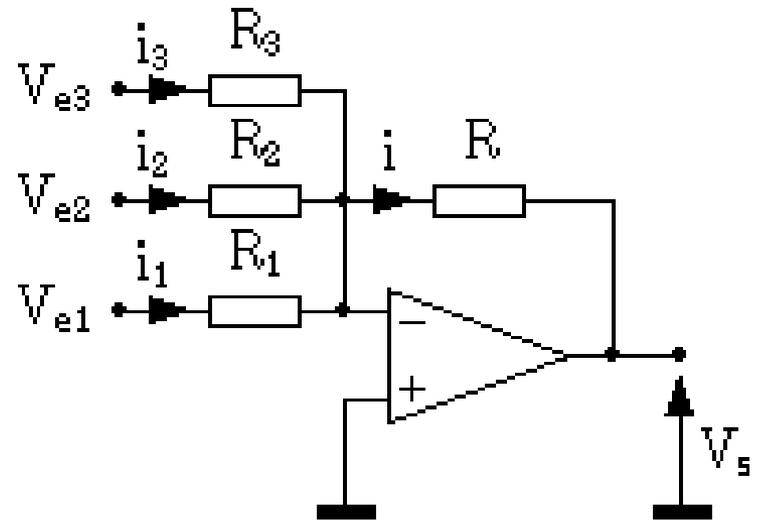
$$V_{e2} = R_2 i_2$$

$$V_{e3} = R_3 i_3$$

$$i = i_1 + i_2 + i_3$$

$$V_s = -R i$$

$$V_s = - \left( V_{e1} \frac{R}{R_1} + V_{e2} \frac{R}{R_2} + V_{e3} \frac{R}{R_3} \right)$$



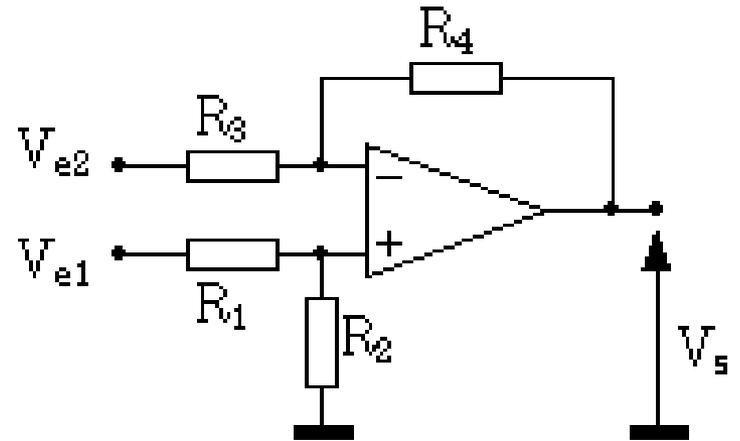
# Amplificateur soustracteur (différentiel)

Ce montage permet d'amplifier la différence de deux signaux. C'est un montage de base très important en mesures.

$$V_+ = V_-$$

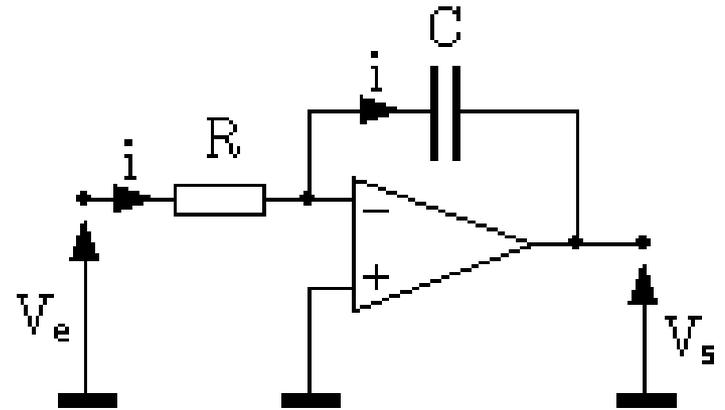
$$V_+ = V_{e1} \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

$$V_s = V_{e1} \frac{1 + \frac{R_4}{R_3}}{1 + \frac{R_1}{R_2}} - V_{e2} \frac{R_4}{R_3}$$



# Montages de base

## Montage intégrateur



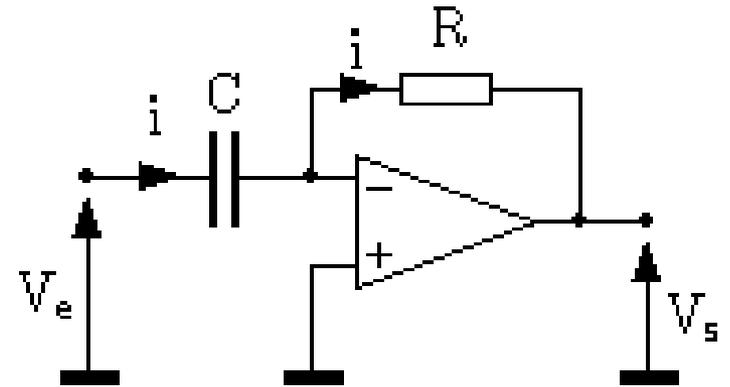
$$V_e = R i$$

$$V_s = -\frac{1}{RC} \int V_e dt$$

# Montages de base

## Montage dérivateur

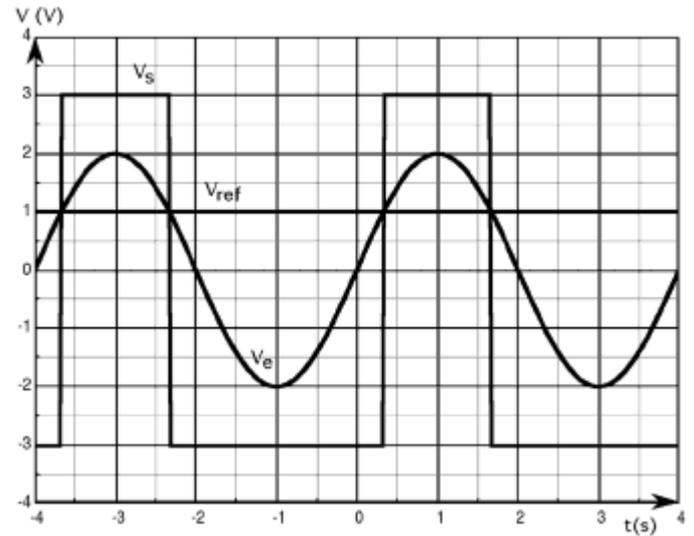
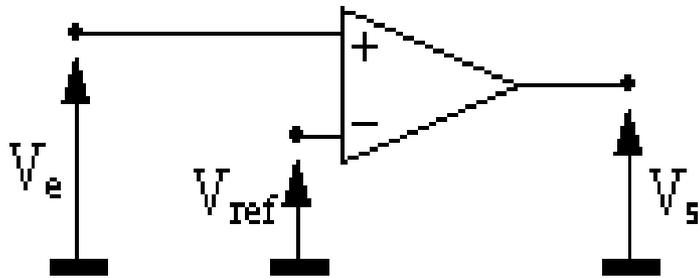
$$V_s = -Ri$$



$$V_s = -RC \frac{dV_e}{dt}$$

# Montages non linéaires.

## Comparateur de tensions.



**Montages non linéaires.**