

# LA CONTRE REACTION

---

- ◆ *Les grands principes*
- ◆ *Applications à l'amplificateur opérationnel*
- ◆ *Stabilité des amplificateurs à contre réaction*

# CONTRE REACTION SUR UN AMPLI

---

1 Modèle idéal

2 Contre réaction Tension série

3 Contre réaction Tension parallèle

4 Contre réaction Courant série

5 Contre réaction Courant parallèle

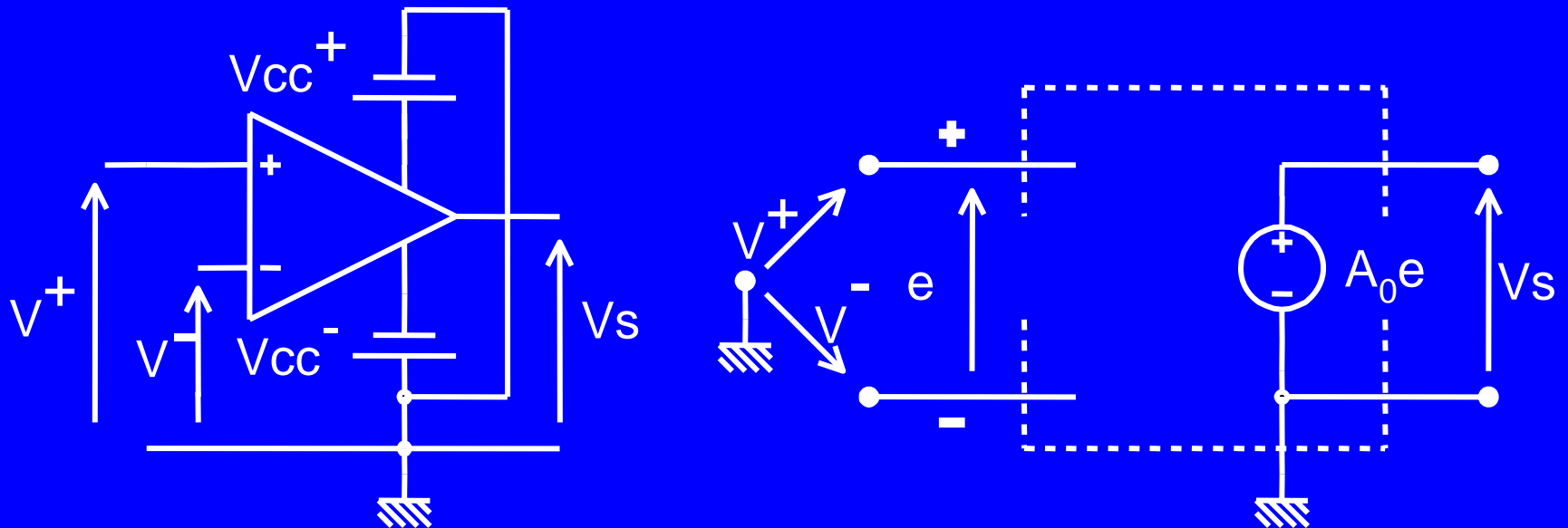
6 Configuration AOP inverseuse

7 Configuration AOP non inverseuse

# CONTRE REACTION SUR UN AMPLI

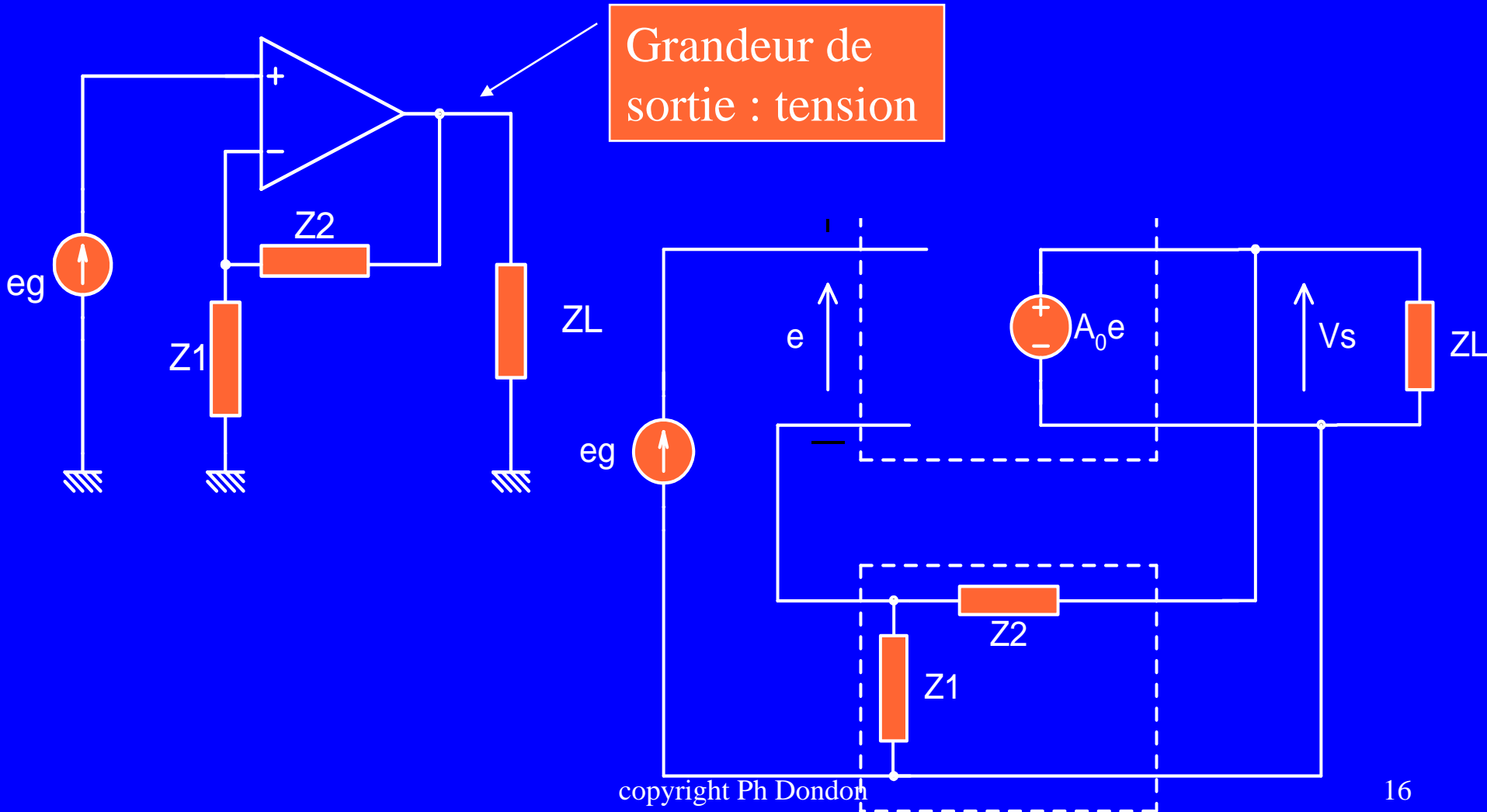
## 1. Modèle idéal

Schémas statique et dynamique



# CONTRE REACTION SUR UN AMPLI

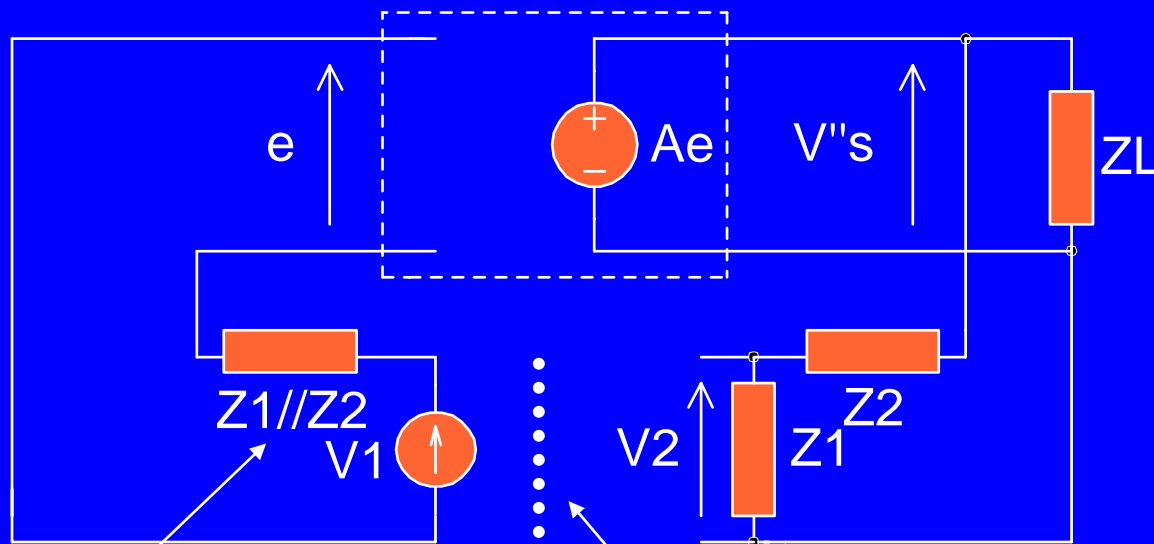
## 2. C.R tension-série



# CONTRE REACTION SUR UN AMPLI

## 2. C.R tension-série

### ◆ gain de boucle ouverte



Impédance  
équivalente

$$Z_{eq} = Z_2 // Z_1$$

Ouverture boucle

# CONTRE REACTION SUR UN AMPLI

## 2. C.R tension-série

---

◆ gain de boucle ouverte

$$e = -V_1 \quad \text{et} \quad V_2 = V''_s \cdot Z_1 / (Z_1 + Z_2)$$

avec  $V''_s = A \cdot E$

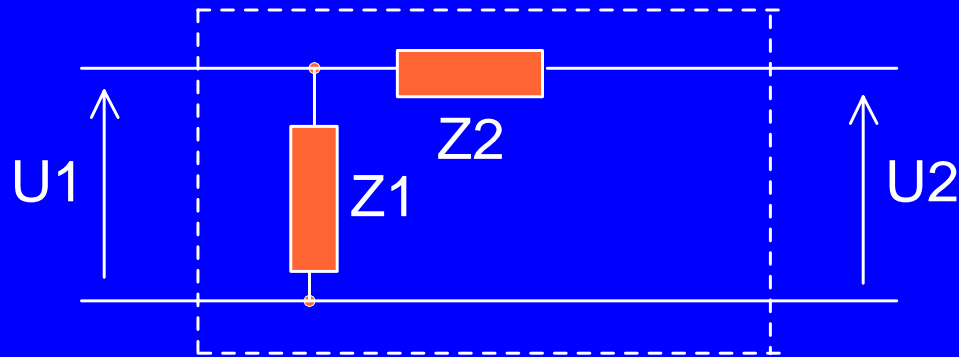
D'où :

$$T = V_2/V_1 = - A \cdot Z_1 / (Z_1 + Z_2)$$

# CONTRE REACTION SUR UN AMPLI

## 2. C.R tension-série

### ◆ taux de contre réaction



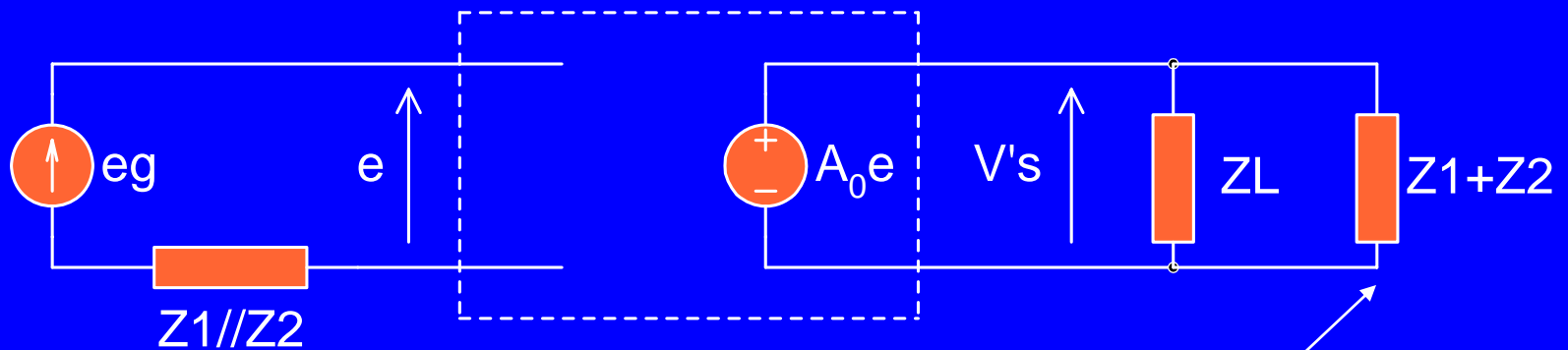
$$B = \frac{U_1}{U_2} = \frac{Z_1}{Z_1 + Z_2}$$



# CONTRE REACTION SUR UN AMPLI

## 2. C.R tension-série

◆ gain sans contre réaction



Impédance  
équivalente

Impédance  
équivalente

$$A = V's / E_g = A_0$$

# CONTRE REACTION SUR UN AMPLI

## 2. C.R tension-série

---

### ◆ Paramètres

- Gain avec contre réaction  $A_r = V_s/E_g = \frac{A_0}{1 + \frac{Z_1}{Z_1 + Z_2} \cdot A_0}$

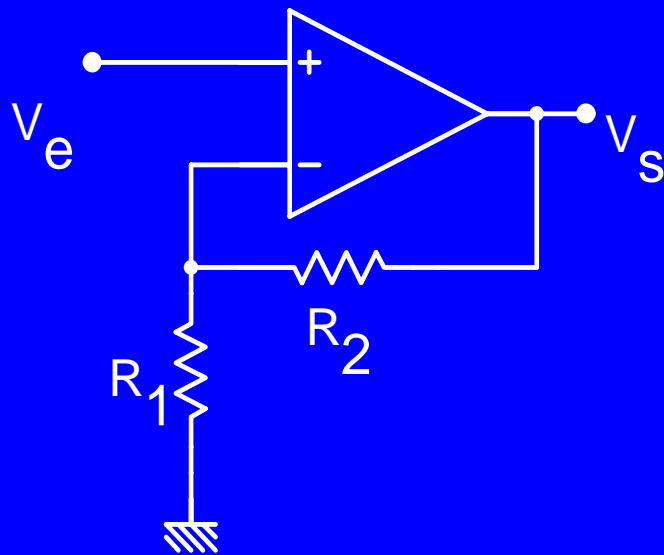
Si  $\left| \frac{Z_1}{Z_1 + Z_2} \cdot A_0 \right| \gg 1$  alors :  $A_r = 1 + Z_2/Z_1$

- Impédance d'entrée du montage avec CR  $\Rightarrow$  infinie
- Impédance de sortie du montage avec CR  $\Rightarrow$  nulle

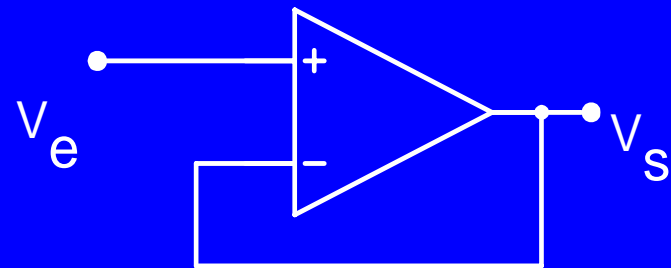
# CONTRE REACTION SUR UN AMPLI

## 2. C.R tension-série

### ◆ exemples



Ampli de tension gain positif

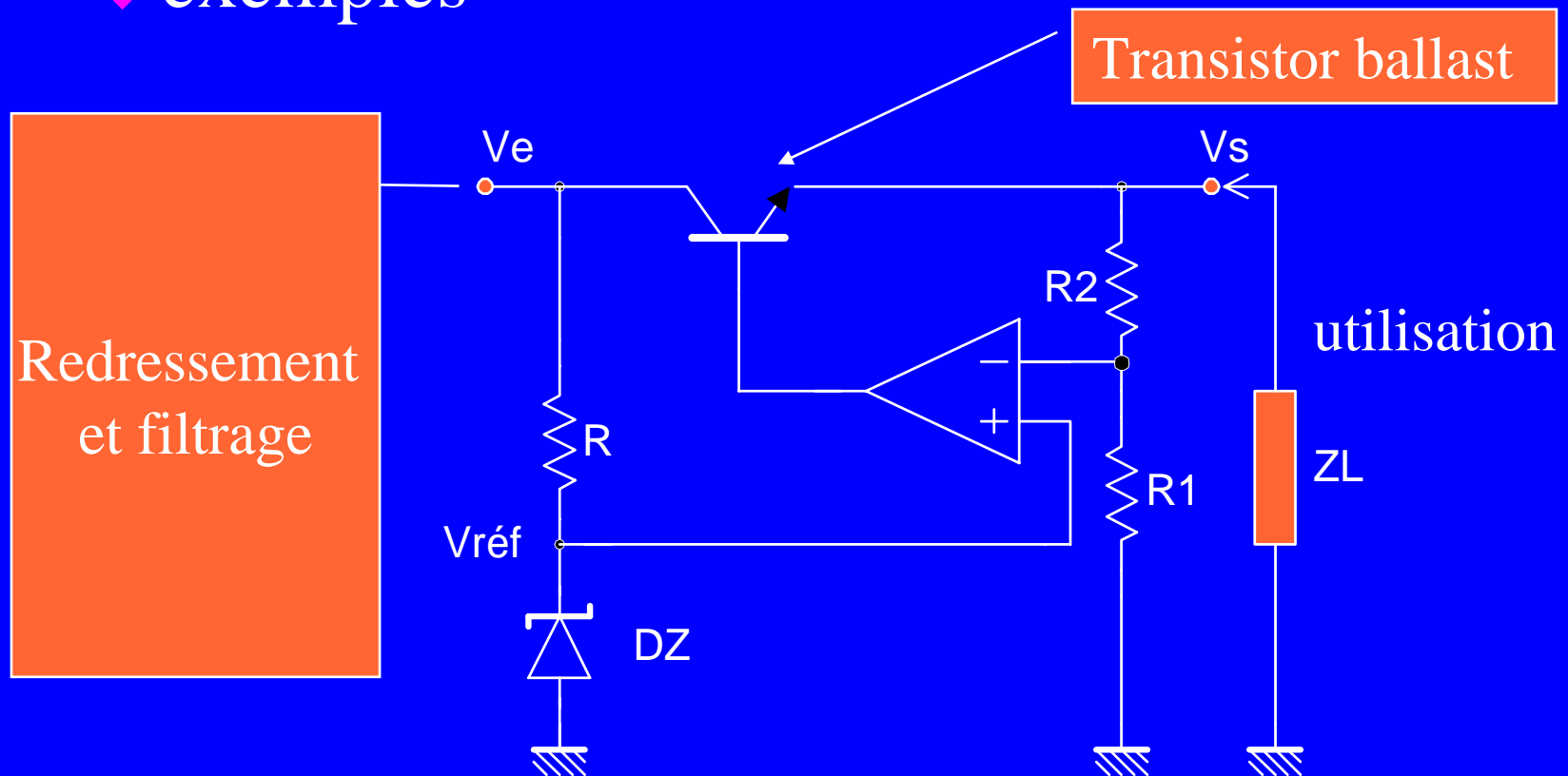


Suiveur de tension

# CONTRE REACTION SUR UN AMPLI

## 2. C.R tension-série

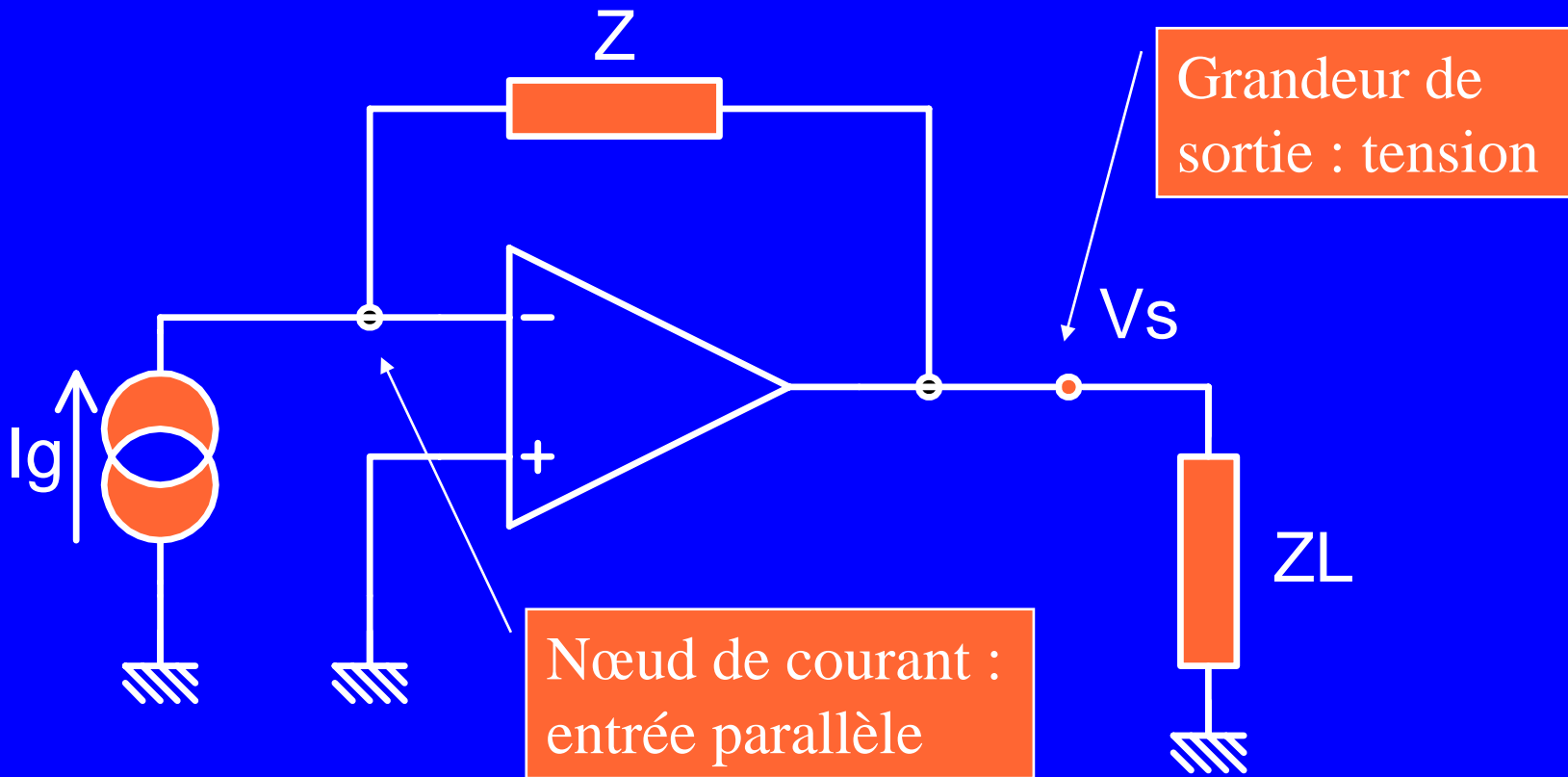
### ◆ exemples



Régulateur de tension

# CONTRE REACTION SUR UN AMPLI

## 3 C.R tension-parallèle

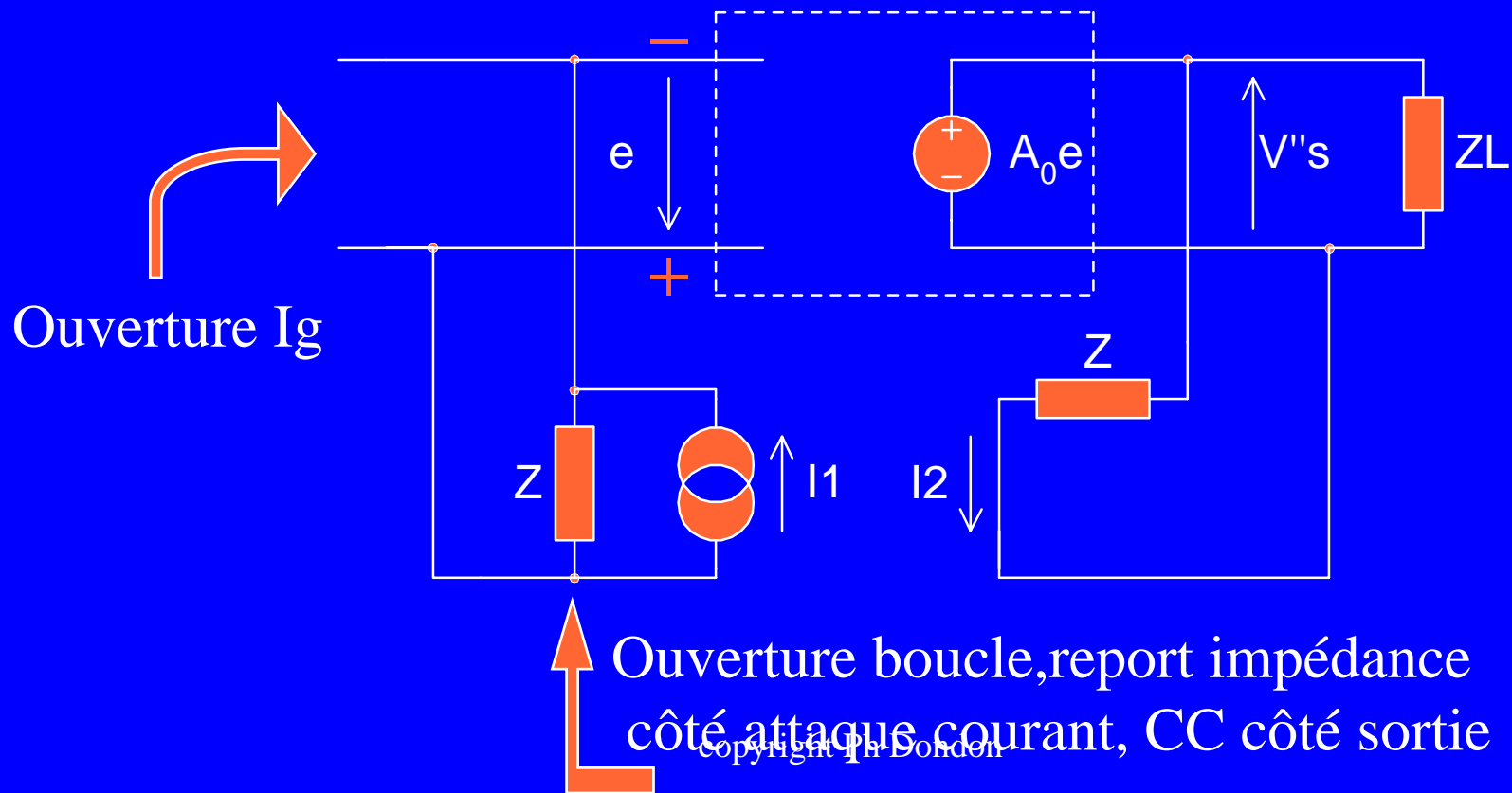




# CONTRE REACTION SUR UN AMPLI

## 3 C.R tension-parallèle

◆ gain de boucle



# CONTRE REACTION SUR UN AMPLI

## 3 C.R tension-parallèle

---

◆ gain de boucle

$$E = -Z \cdot I_1 \text{ et } I_2 = A_o \cdot e / Z$$

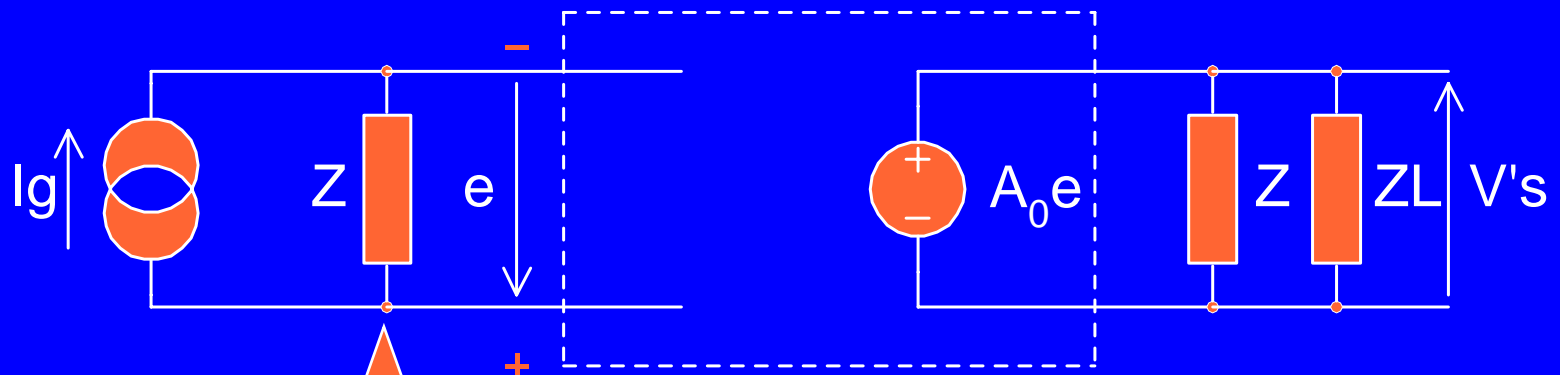
d'où :

$$T = I_2 / I_1 = -A_o$$

# CONTRE REACTION SUR UN AMPLI

## 3 C.R tension-parallèle

- ◆ gain sans contre réaction...



Ouverture boucle, report impédance  $Z$   
pour ne pas modifier le passage des courants

$$A = V's / I_g = -Z \cdot A_0$$



Report immittance

# CONTRE REACTION SUR UN AMPLI

## 3 C.R tension-parallèle

---

### ◆ Paramètres

- Gain avec contre réaction  $A_r = V_s/I_g = \frac{-Z.A_0}{1 + A_0}$

Si  $A_0 \gg 1$  alors :  $A_r = -Z$

- Impédance d'entrée du montage avec CR  $\Rightarrow 0$

« **point de masse virtuelle entrée -** ».

- Impédance de sortie du montage avec CR  $\Rightarrow 0$

# CONTRE REACTION SUR UN AMPLI

## 3 C.R tension-parallèle

---

### ◆ Paramètres

- Impédance d'entrée du montage avec CR (cas général) :

$$Z_e = Z/(1-T) = Z/(1+A_o) (*)$$

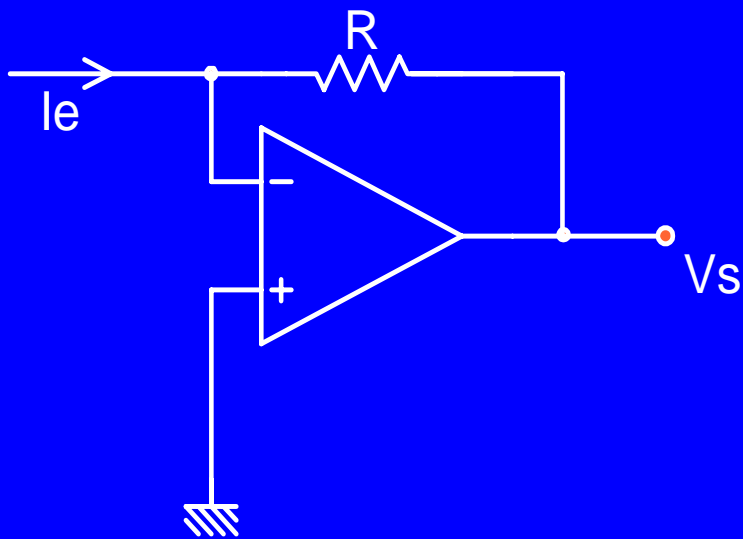
(\*) si impédance d'entrée de l'A.O supposée infinie

Ouf, on retrouve le théorème de Miller...

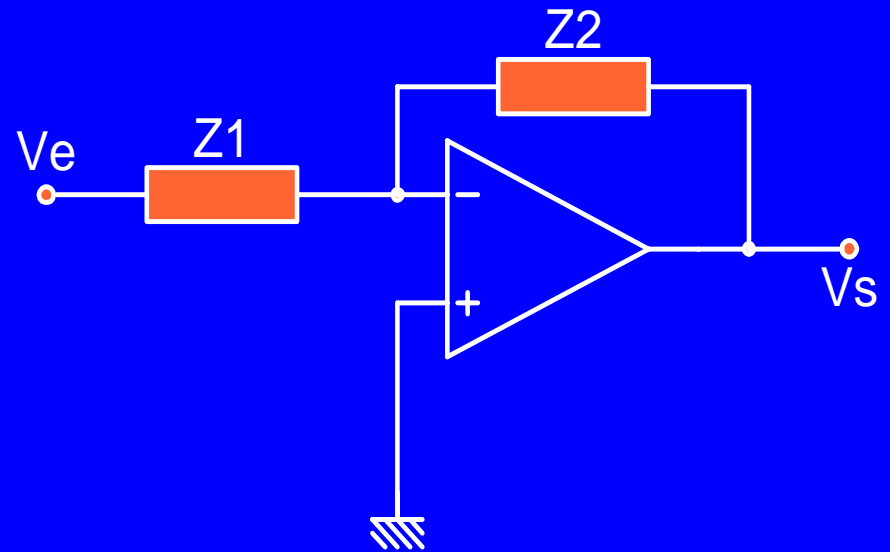
# CONTRE REACTION SUR UN AMPLI

## 3 C.R tension-parallèle

◆ exemples



Ampli à transrésistance

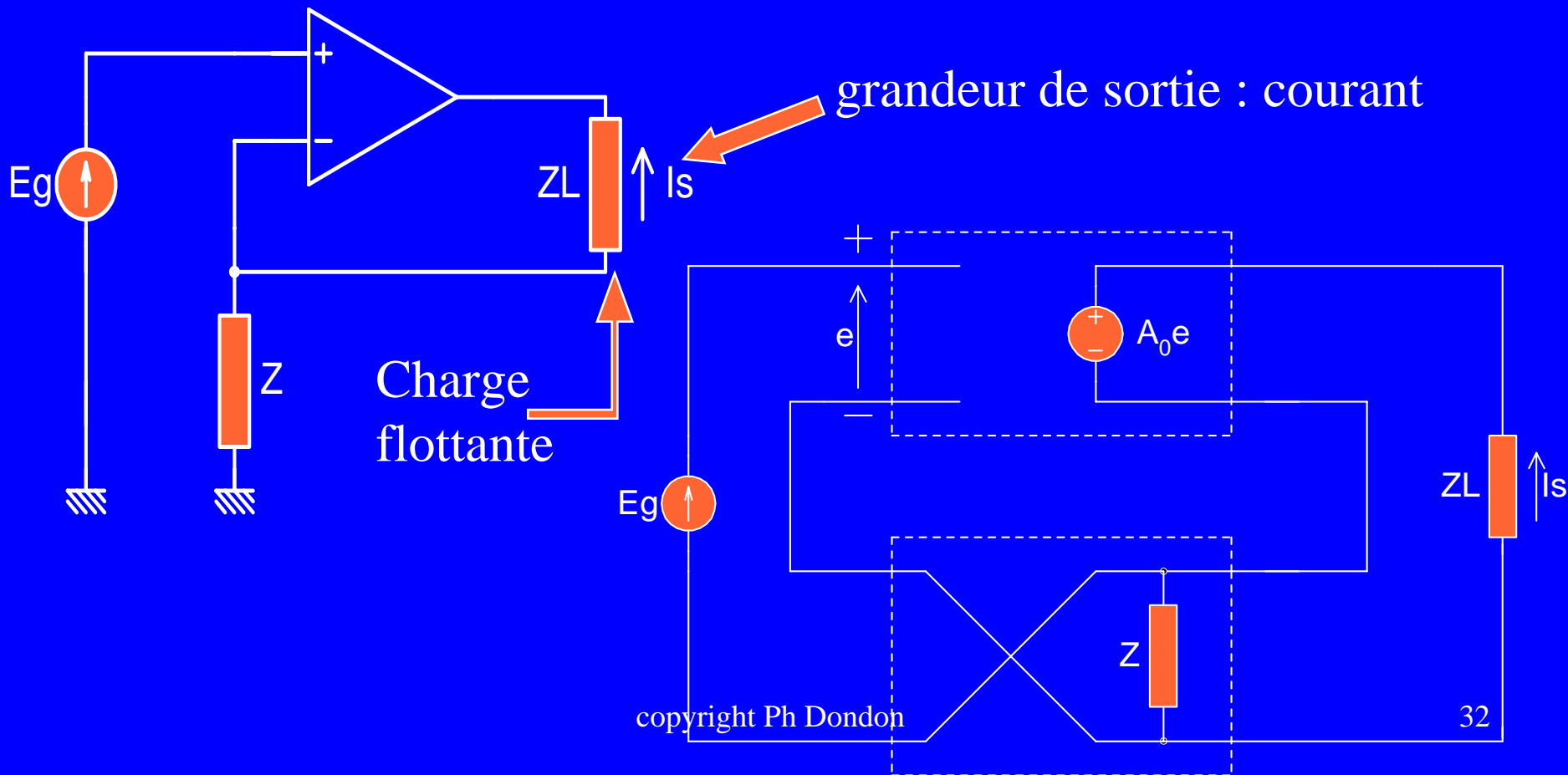


Ampli inverseur

# CONTRE REACTION SUR UN AMPLI

## 4 C.R courant-série

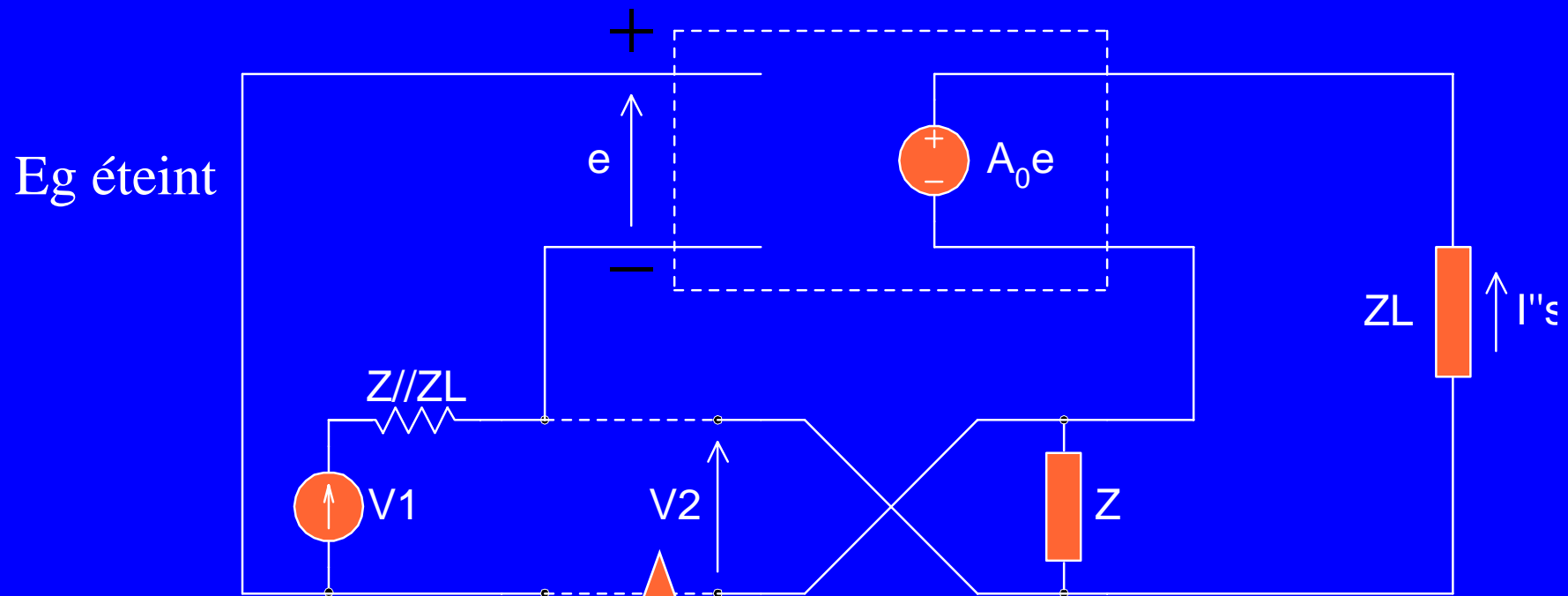
### ◆ schéma de contre réaction



# CONTRE REACTION SUR UN AMPLI

## 4 C.R courant-série

◆ gain de boucle



Ouverture boucle,  
analyse en tension, report impédance, sortie ouverte

# CONTRE REACTION SUR UN AMPLI

## 4 C.R courant-série

---

### ◆ gain de boucle

$$e = -V_1$$

$$I''_s = -A \cdot e / (Z + Z_L)$$

$$V_2 = -Z \cdot I''_s$$

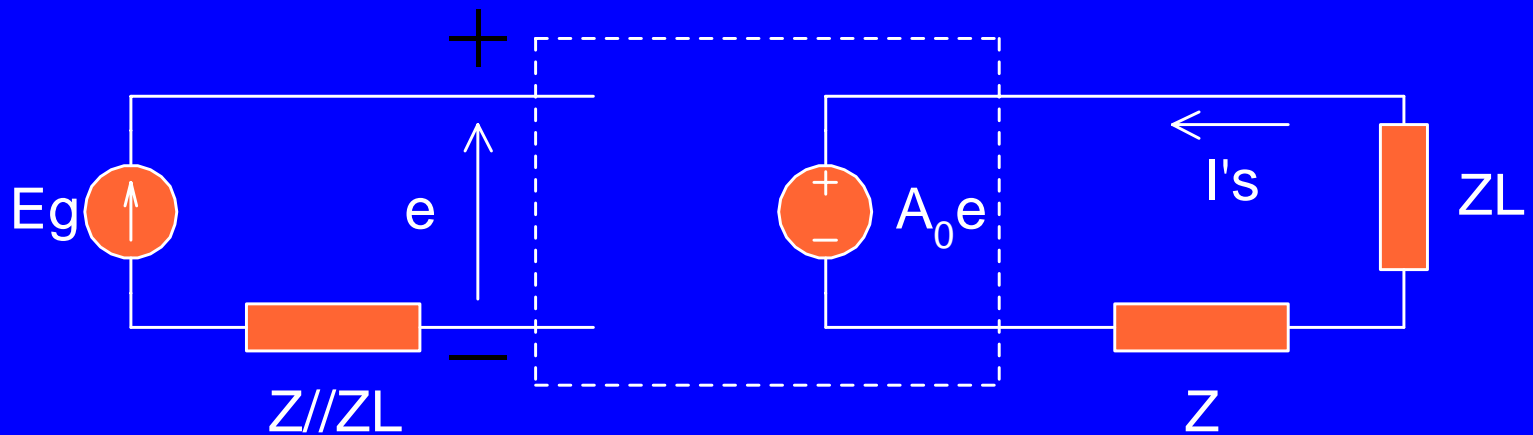
$$\text{d'où : } T = V_2/V_1$$

$$T = - \frac{Z}{Z + Z_L} \cdot A_0$$

# CONTRE REACTION SUR UN AMPLI

## 4 C.R courant-série

- ◆ gain sans contre réaction



Suppression C.R = Ouverture boucle, mais report impédance  $Z$  pour ne pas modifier le passage des courants

$$A = I's/Eg = -A_0/(Z+ZL)$$

# CONTRE REACTION SUR UN AMPLI

## 4 C.R courant-série

---

### ◆ paramètres

- Gain avec contre réaction :

$$A_r = \frac{I_s}{E_g} = \frac{-\frac{A_0}{Z + ZL}}{1 + \frac{A_0 \cdot Z}{Z + ZL}}$$

Si le gain de boucle est grand devant 1,

$$A_r = -1/Z$$

# CONTRE REACTION SUR UN AMPLI

## 4 C.R courant-série

---

### ◆ paramètres

- Impédance d'entrée avec CR : tend vers l'infini
- Impédance de maille de sortie avec CR :

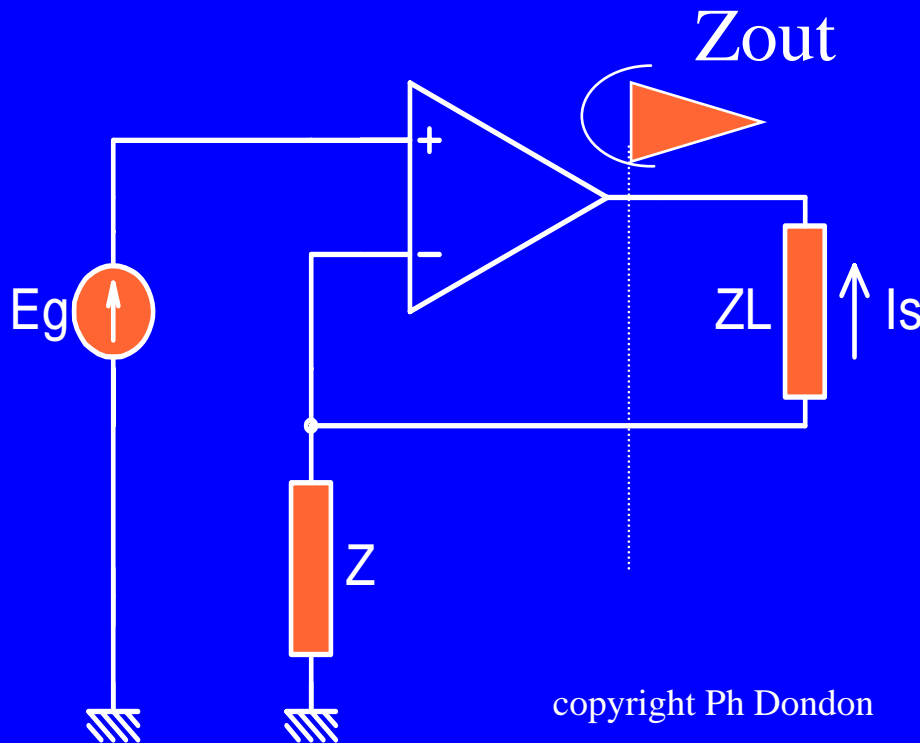
$$Z_{sxr} = (Z + ZL) \cdot \left(1 + \frac{A_0 \cdot Z}{Z + ZL}\right)$$

# CONTRE REACTION SUR UN AMPLI

## 4 C.R courant-série

### ◆ paramètres

- Impédance de sortie avec CR vue par  $Z_L$  :

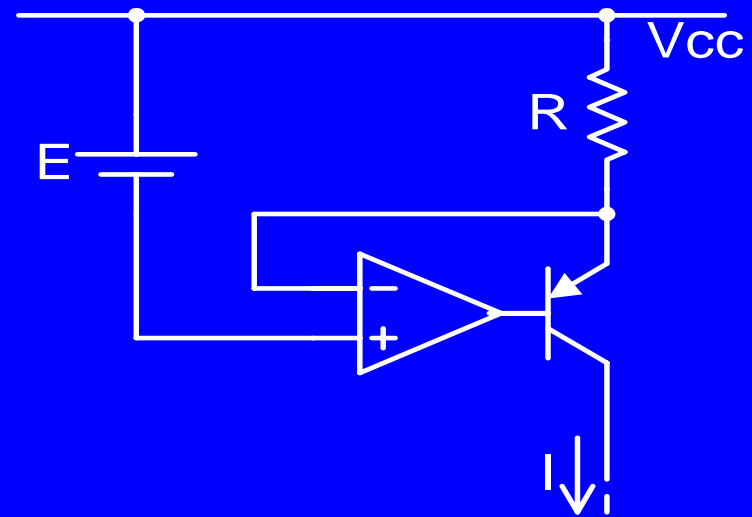
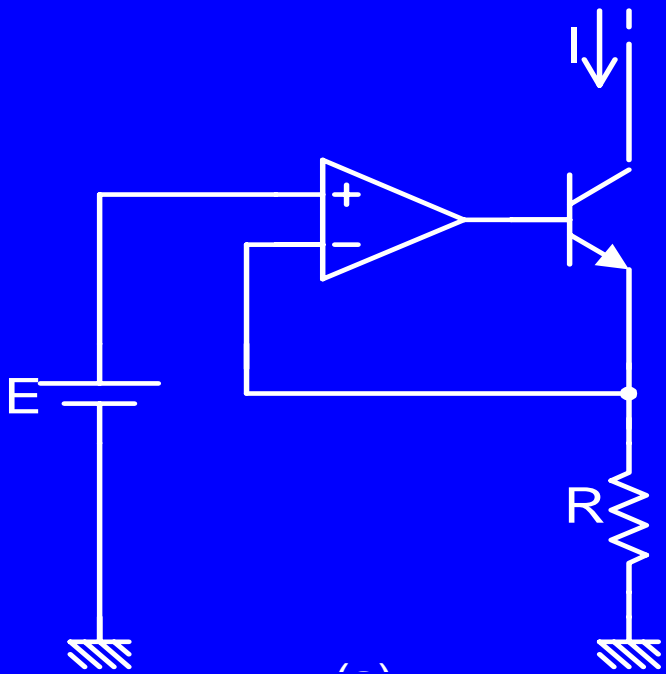


$$Z_{out} = Z \cdot (1 + A_o)$$

# CONTRE REACTION SUR UN AMPLI

## 4 C.R courant-série

### ◆ exemples



Sources de courant constant