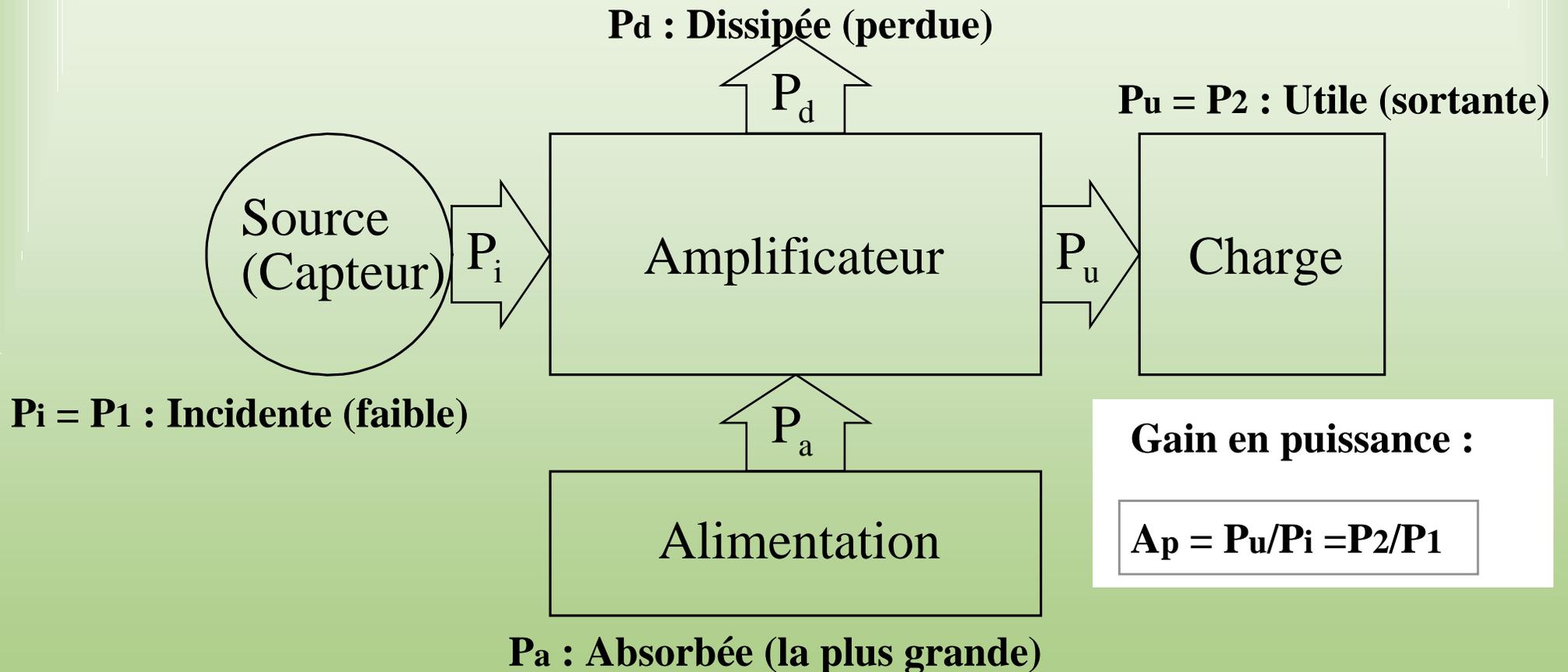


4ème leçon : l'amplification

- **I. L'amplification de puissance**
 - Principes
 - Définition du déciBel
- **II. L'amplification en électronique**
 - L'amplificateur de courant
 - » Schéma équivalent
 - L'amplificateur de tension
 - » Schéma équivalent
 - » les décibels
 - » mise en cascade
 - » adaptation d'impédance
- **III. Calculs d'impédances sur un quadripôle**

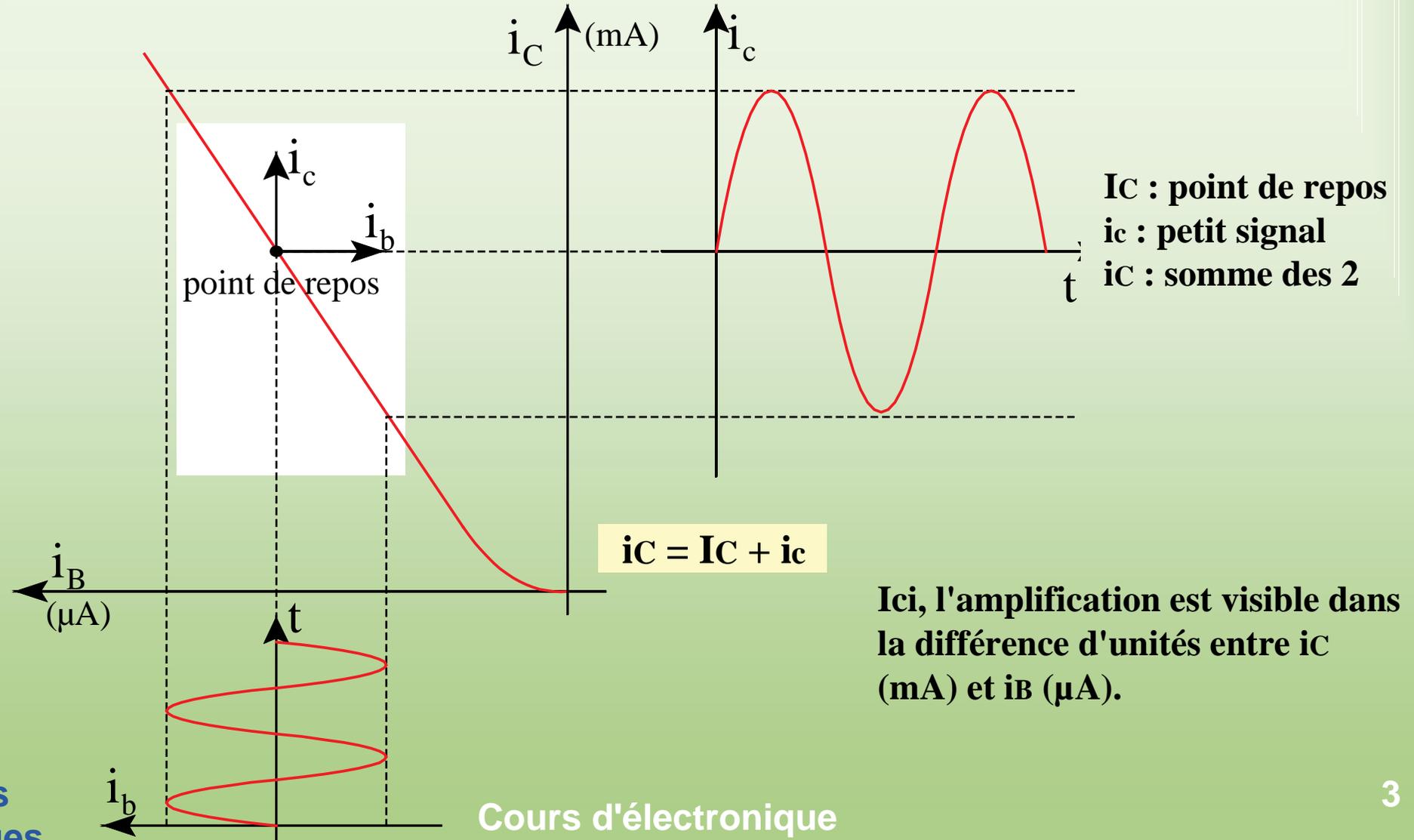
L'amplification (de puissance)

- Bilan énergétique d'un ampli : $P_u = P_a + P_i - P_d \sim P_a - P_d$



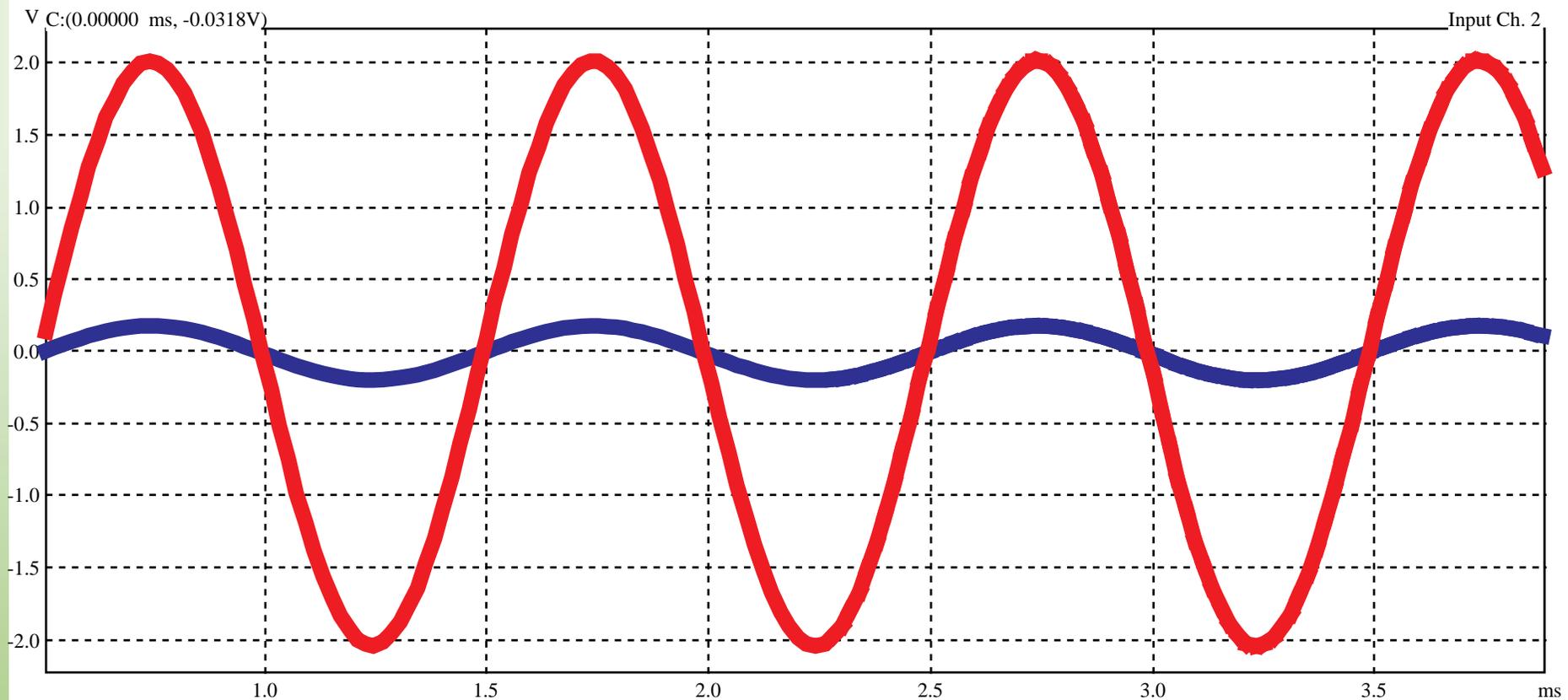
Approche graphique de l'amplification

- L'amplification est linéaire si la sortie a la même forme que l'entrée.



Un ampli doit être linéaire

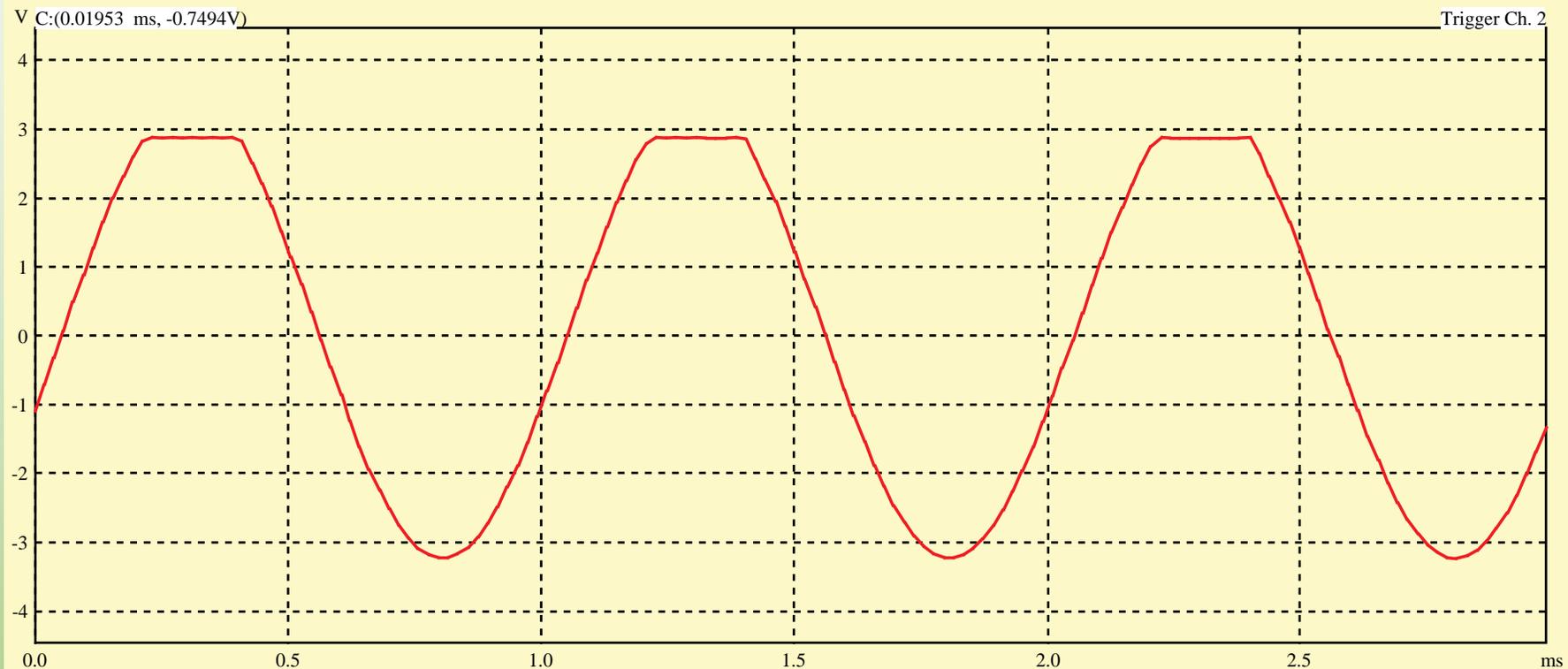
- La sortie doit être homothétique de l'entrée



Exemple expérimental d'un ampli de gain en tension $A_u = 10$

Mauvais exemple 1

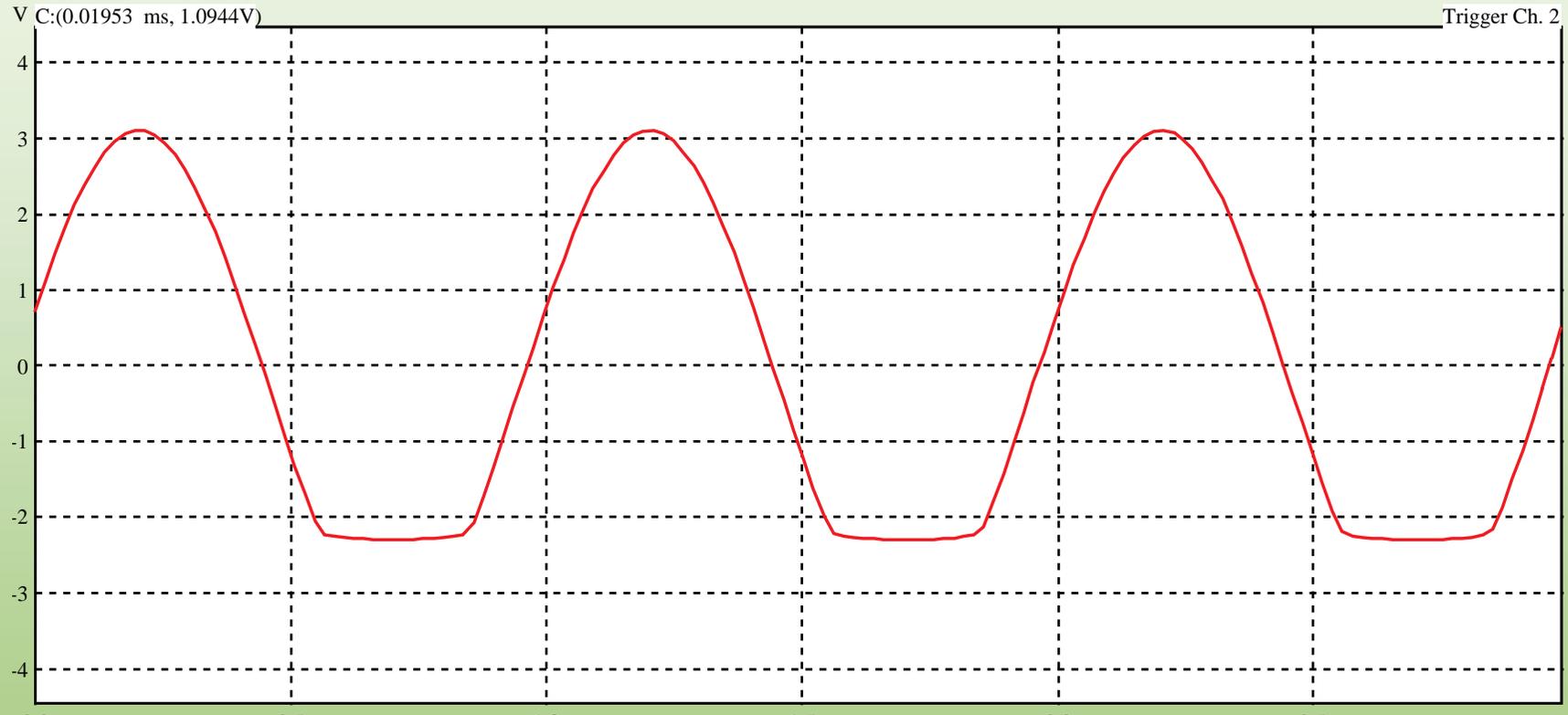
- **Exemple expérimental d'une saturation haute :**
le signal d'entrée a un OFFSET positif
ou le point de repos est trop élevé



Ce type de défaut est très audible pour les amplificateurs audiofréquences

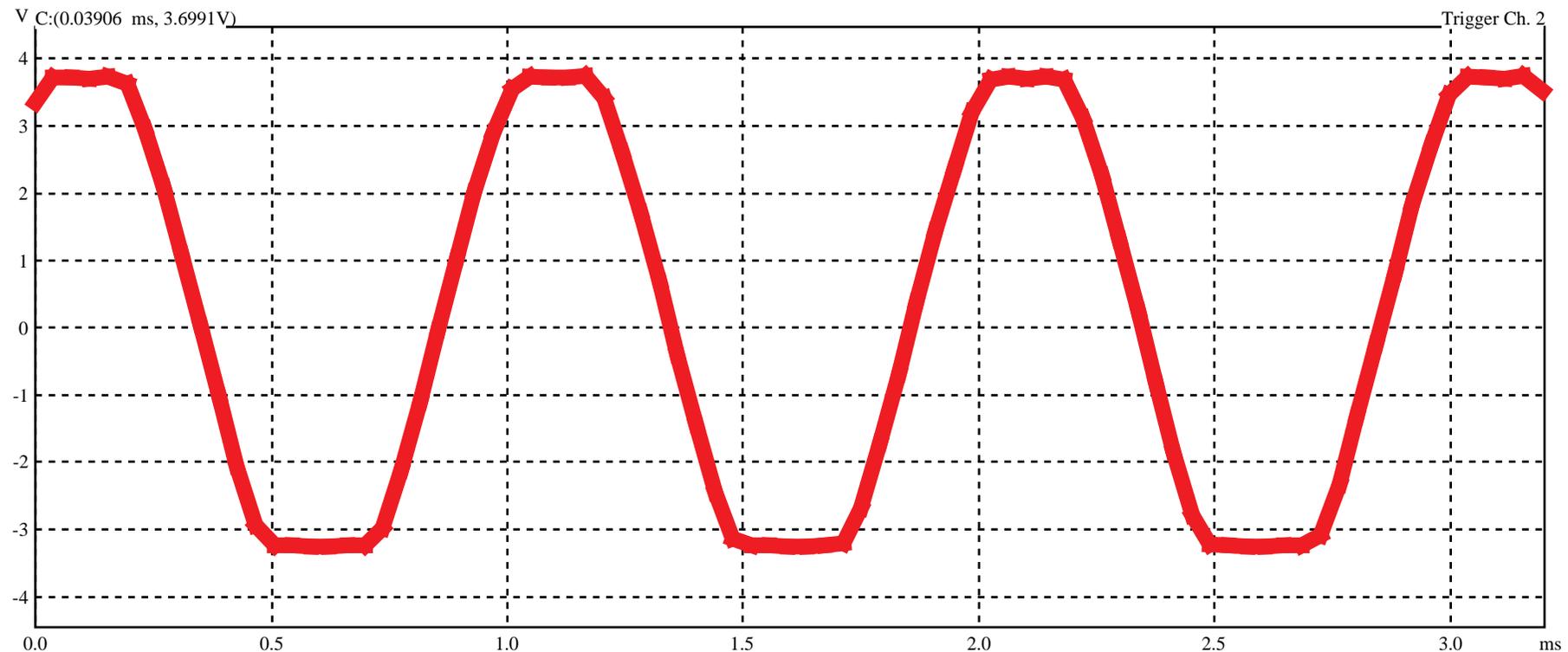
Mauvais exemple 3

- **Saturation basse (blocage d'un montage émetteur commun) :**
le signal d'entrée a un OFFSET négatif
ou le point de repos est trop bas



Très mauvais exemple

- **Amplificateur symétrique saturé :**
le signal d'entrée trop fort **ou** **le gain est trop élevé.**



Les décibels de puissance

- L'amplification en puissance A_p peut être très grande
Nous utilisons souvent le gain en puissance G_p :

$$A_p = P_2/P_1$$

$$G_p = \log(A_p) = \log (P_2/P_1)$$

G_p est exprimé en Bel (B) : +1 B \Leftrightarrow x10 sur P

Exemple : $A_p = 2 \cdot 10^4 \Leftrightarrow G_p = 4.3 \text{ B} = 4.3 \text{ dB}$

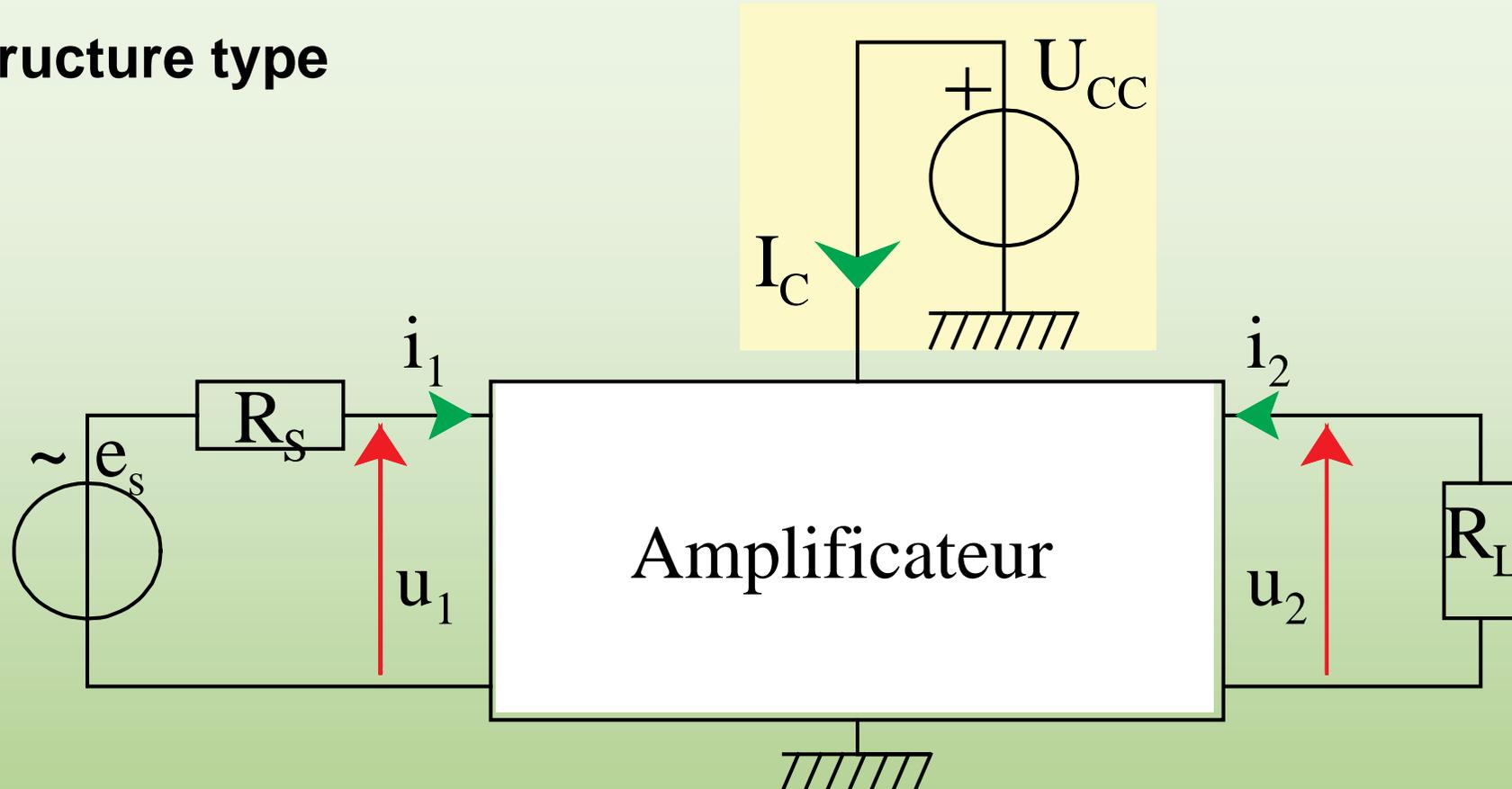
Le Bel produit beaucoup de décimales, l'usage privilégie le déciBel (dB)

$$+10 \text{ dB} \Leftrightarrow \text{x10 sur P}$$

A_p	1	2	10	100	1000	...x10
G_p (dB) 0	3	10	20	30	...+10	

L'amplification en électronique

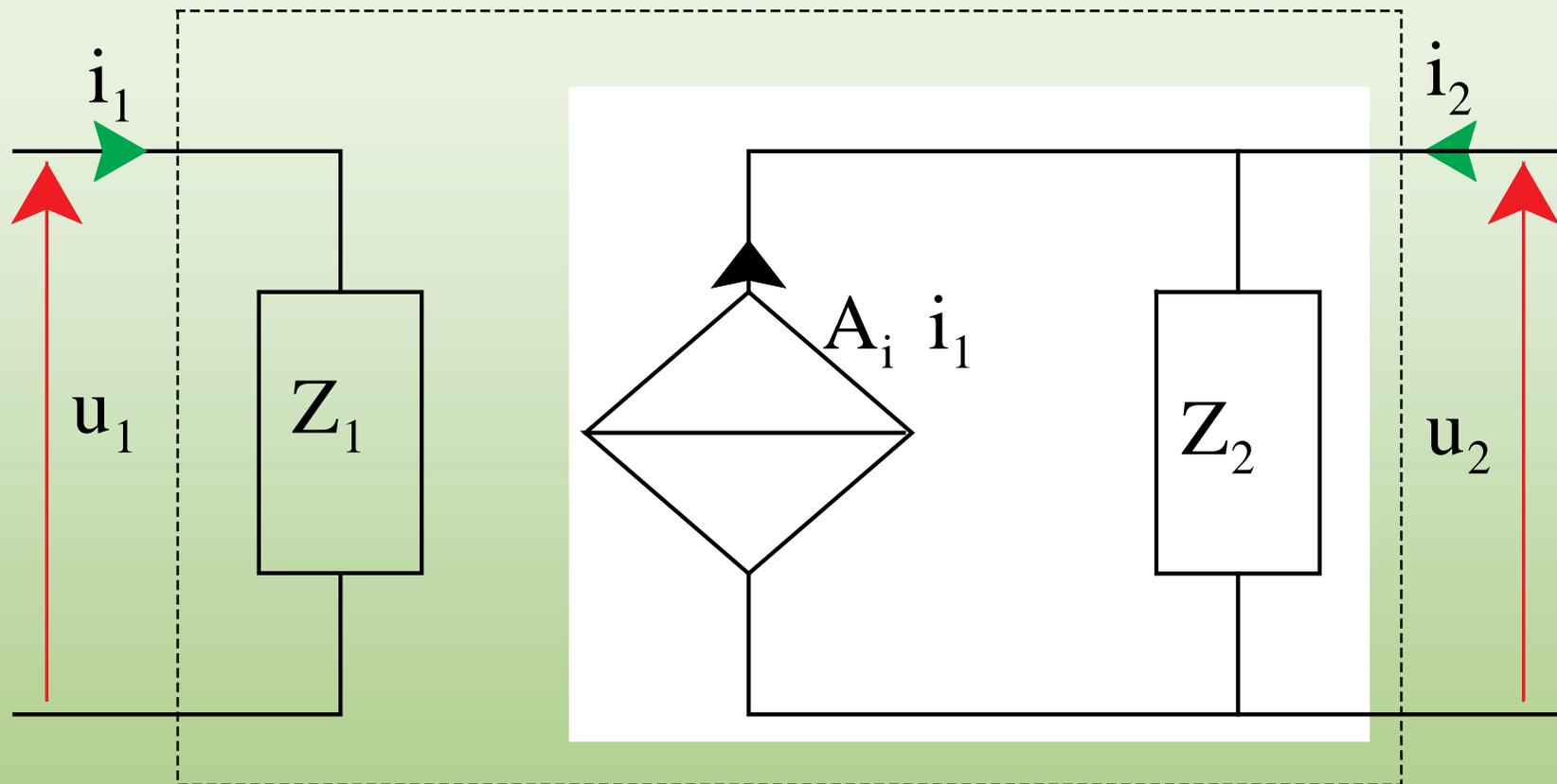
- Structure type



L'alimentation sert à la fois à fournir la puissance
et à polariser les composants

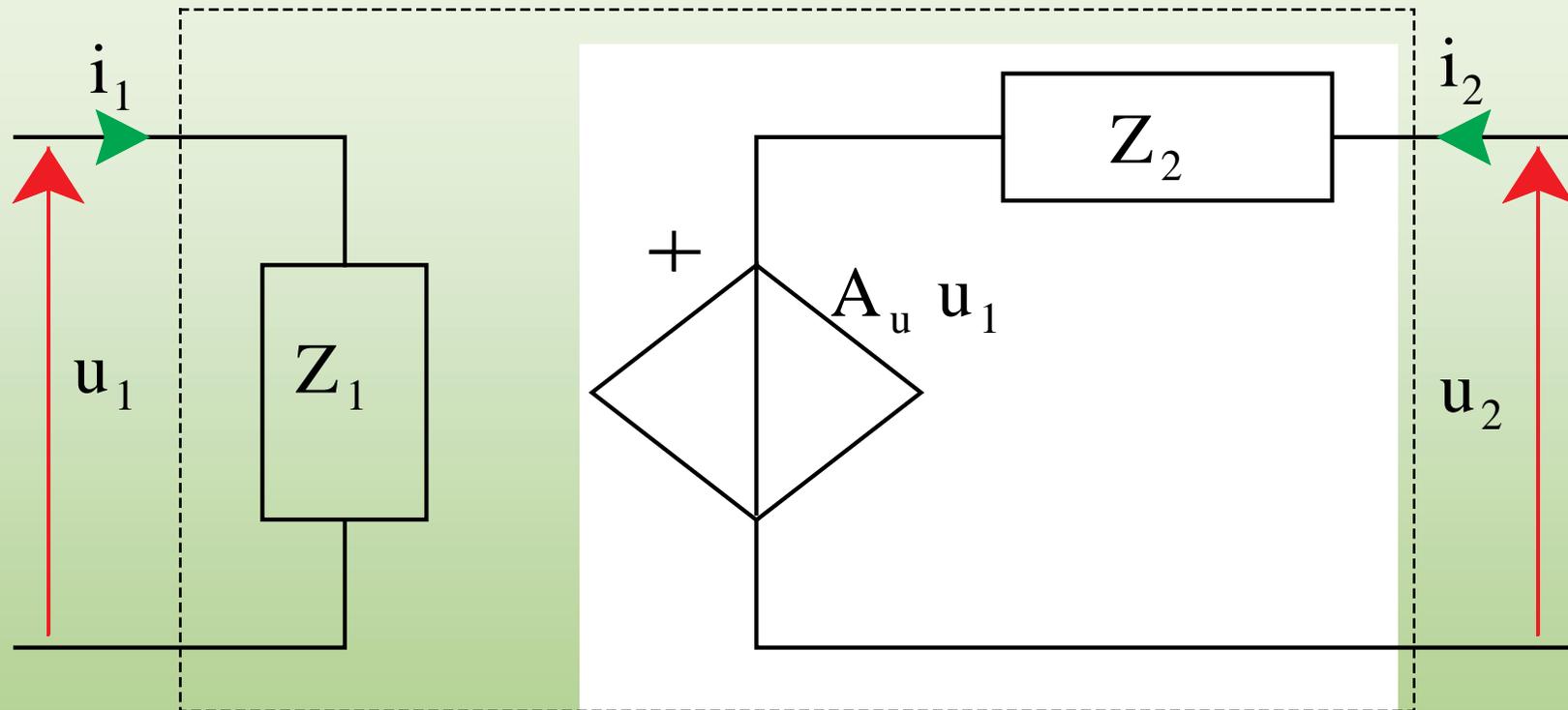
L'amplificateur de courant

- Utilisé avec parcimonie (gourmand en puissance) : $A_i > 1$ ($G_i > 0$)



L'amplificateur de tension

- Le plus fréquent en électronique : $A_u > 1$ ($G_u > 0$)



Z_1 : Impédance (résistance) d'entrée

Z_2 : Impédance de sortie

Les décibels de tension

- L'amplification en tension est la plus courante en électronique, aussi il convient de bien connaître la conversion tension \Leftrightarrow dB
- Il s'agit de la même échelle (dB) que pour la puissance, mais $P = U^2/R$

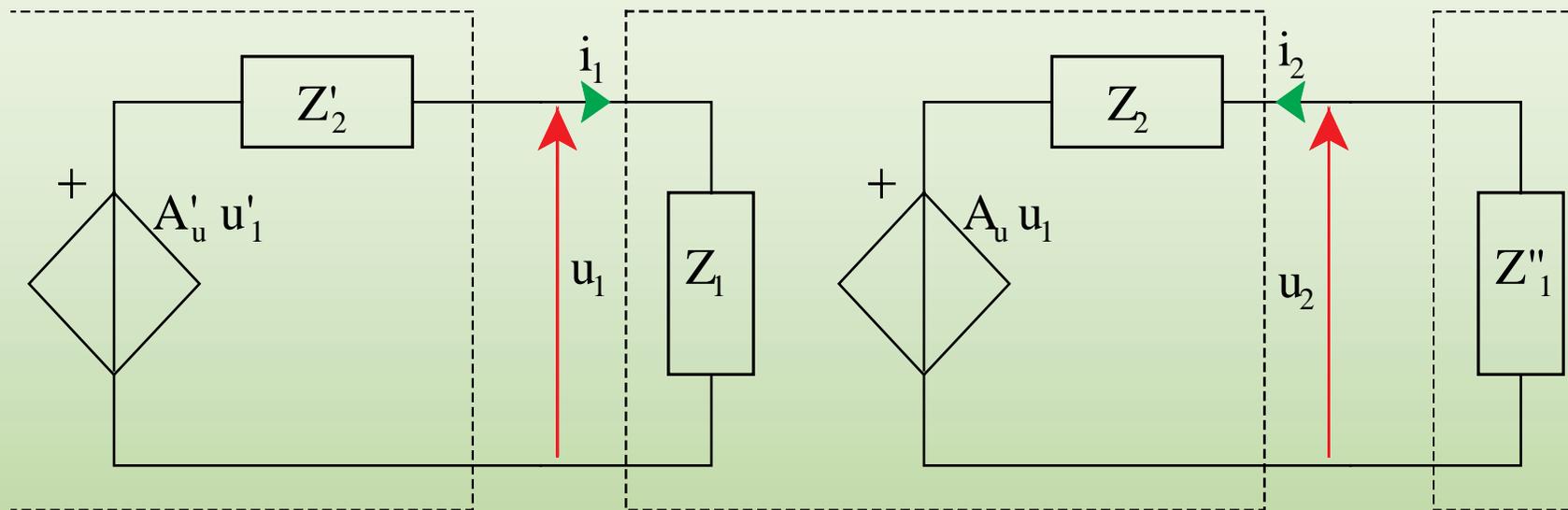
$$G_u = 20 \log(A_u) = 20 \log(U_2/U_1) \quad (\text{en dB})$$

$$+20 \text{ dB} \Leftrightarrow \times 10 \text{ sur } U_{\text{eff}}$$

A_u	1	√2	2	3	5	10	100	1000	...x10
G_u (dB)	0	3	6	9.5	14	20	40	60	...+20

La mise en cascade d'amplis de tension

- Le schéma équivalent habituel des amplis de tension simplifie les calculs de chaîne d'amplification.



Aux fréquences habituelles (audio)

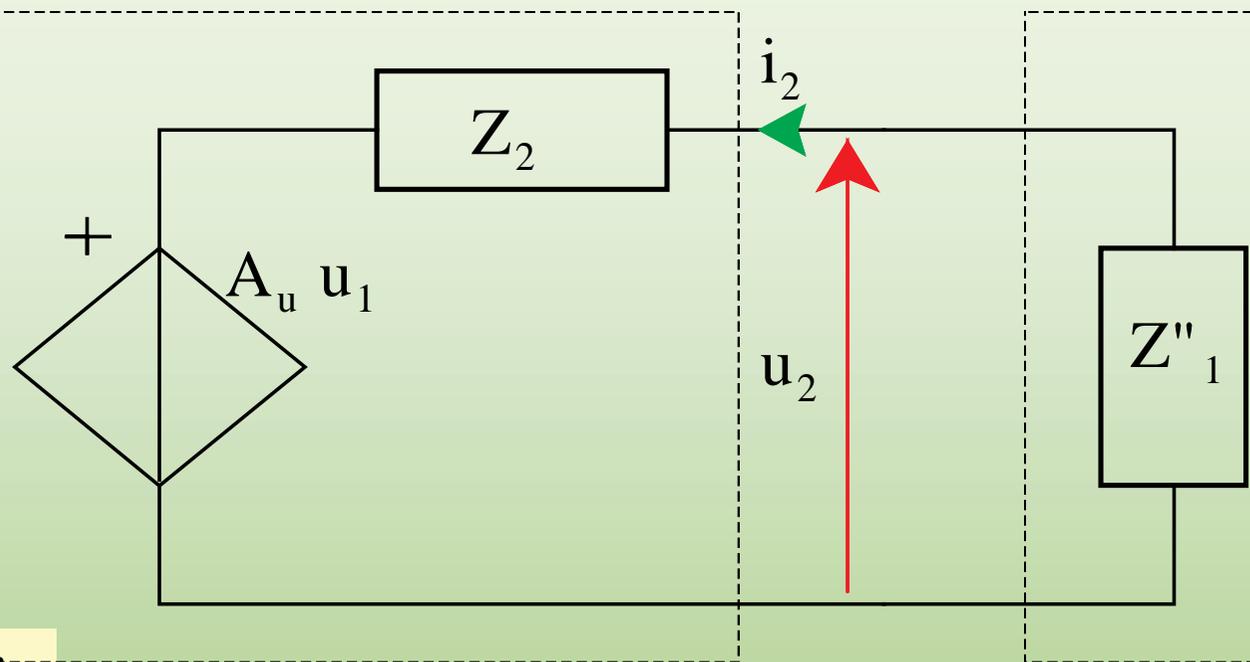
pour ne rien perdre du gain en tension nous avons intérêt à avoir

Z_1 le plus grand possible

Z_2 le plus petit possible

L'adaptation d'impédance

- Pour favoriser le transfert de puissance ...

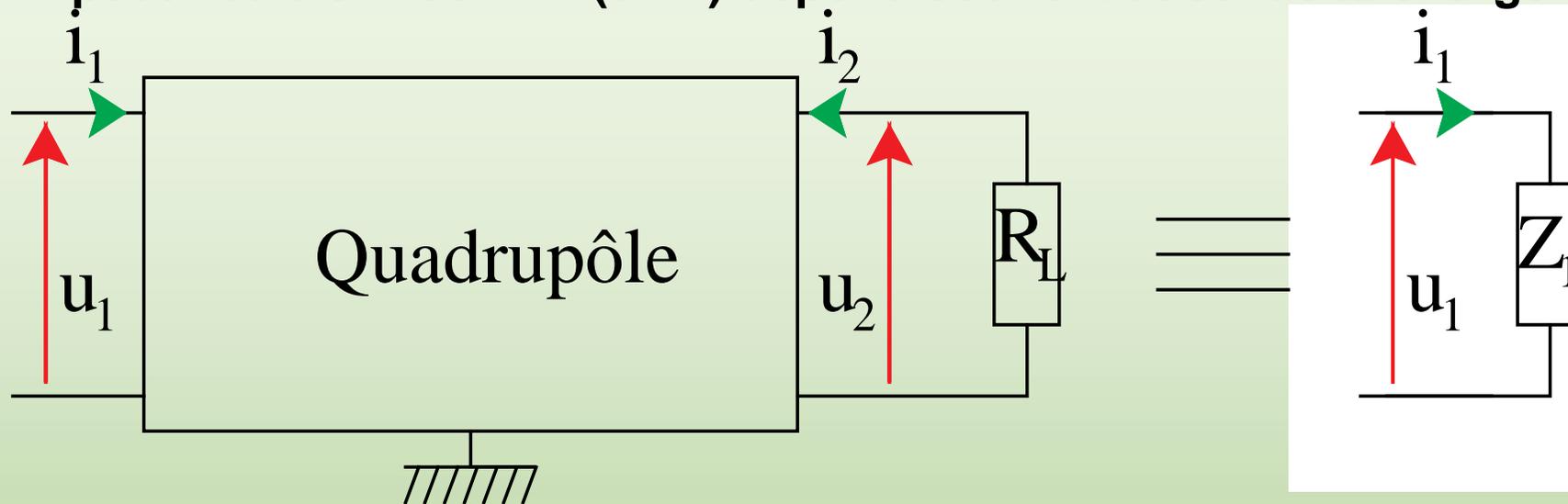


C'est en particulier
le cas pour les
hautes fréquences

... Nous avons intérêt à avoir $Z_1 = Z_2$
d'un bout à l'autre de la chaîne d'amplification

Calculs d'impédance d'entrée

- L'impédance d'entrée $Z_1 = (u_1/i_1)$ dépend souvent aussi de la charge.



Conditions limites du calcul :

Sortie ouverte $\Leftrightarrow i_2 = 0$

(pas de charge)

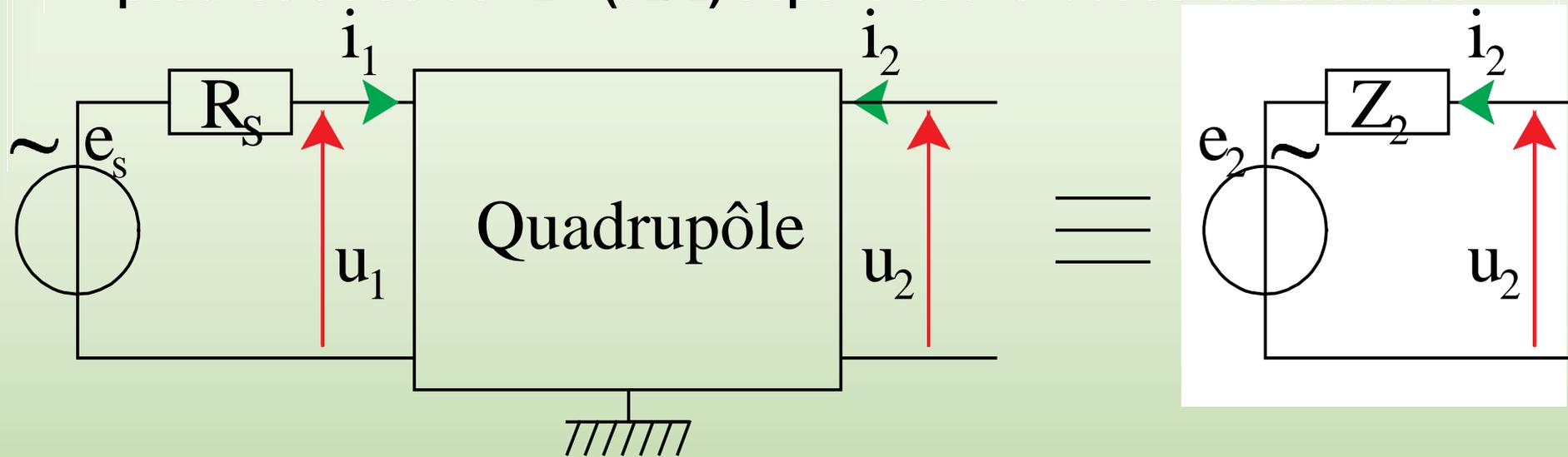
Sortie en court-circuit $\Leftrightarrow u_2 = 0$

(charge maximum)

Méthode : exprimer u_1 et i_1 en fonction d'une même variable (tension ou courant) de telle façon que celle-ci s'élimine dans la fraction

Calculs d'impédance de sortie

- L'impédance de sortie $Z_2 = (u_2/i_2)$ dépend souvent aussi de la source.



Conditions limites du calcul :

Entrée ouverte $\Leftrightarrow i_1 = 0$

Entrée en court-circuit $\Leftrightarrow u_1 = 0$

Ne pas supposer éteintes les sources commandées (transistors).