

LA CONTRE REACTION

Conception d'un système asservi

La démarche conception...

un exemple réel

Merci d'éteindre vos portables...

LA CONTRE REACTION

Conception d'un système asservi

◆ Problème :

Optimiser les performances d'un
amplificateur bipolaire intégré
faible bruit

LA CONTRE REACTION

Conception d'un système asservi

◆ Problème :

Or, le bruit électronique dépend
essentiellement de ?

La température...

LA CONTRE REACTION

Conception d'un système asservi

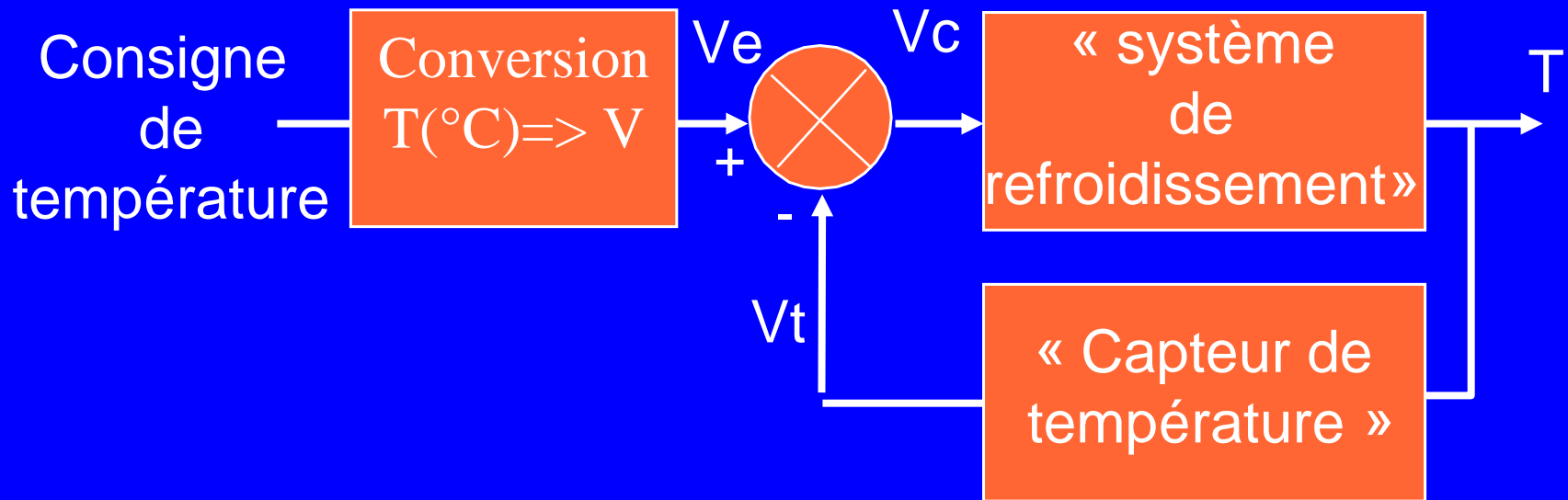
◆ Objectif :

asservir la température de
fonctionnement à une valeur aussi basse
que possible
(voisine de... $+5^{\circ}\text{C}$ par exemple
mais supérieure à 0°C)

LA CONTRE REACTION

Conception d'un système asservi

◆ Schéma de principe :



LA CONTRE REACTION

Conception d'un système asservi

◆ Première étape :

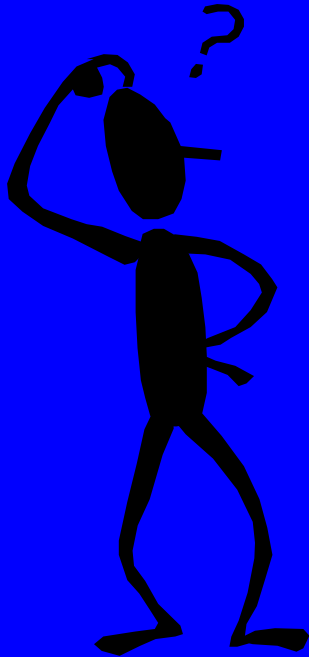
Choisir un système de refroidissement
adapté...

LA CONTRE REACTION

Conception d'un système asservi

◆ Première étape (suite) :

Mais lequel ?



Réfrigérateur ?

Azote liquide ?

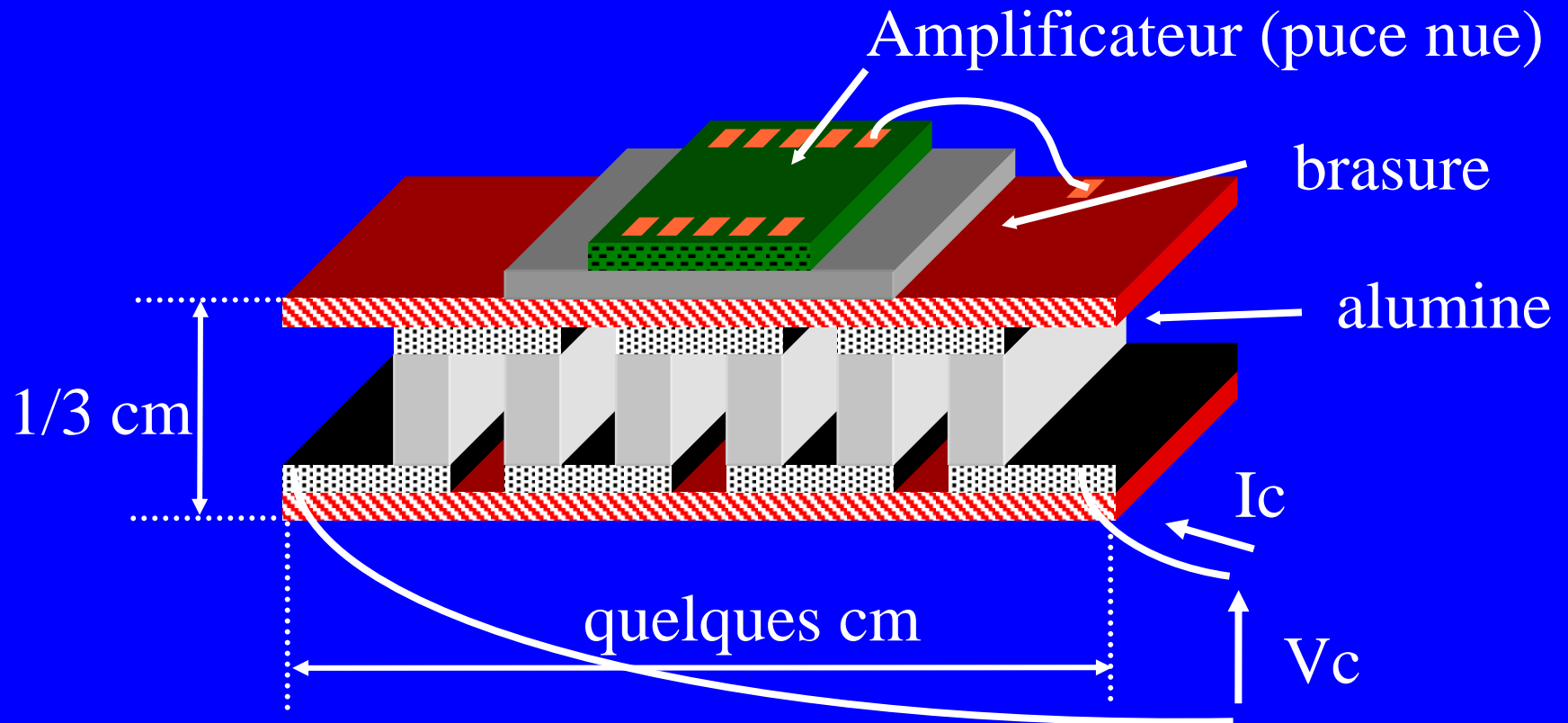
Module Peltier ?

Machine à cycle de Stirling ?

Autres ?

LA CONTRE REACTION

◆ *Module à effet Peltier*

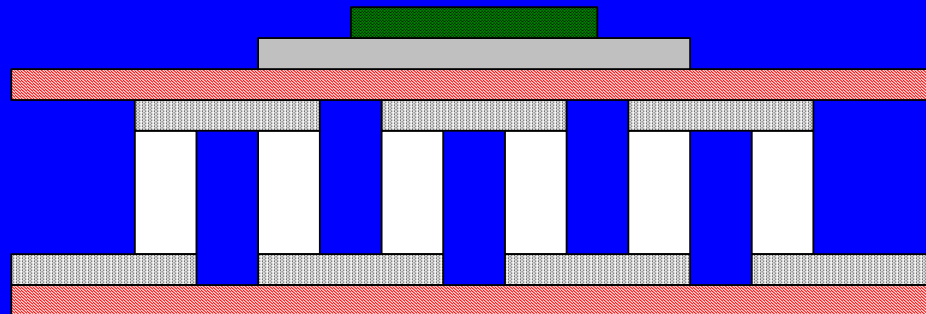


LA CONTRE REACTION

◆ *Module à effet Peltier*

Le module agit comme une pompe à chaleur :

la face supérieure se refroidit et la face inférieure se réchauffe...



LA CONTRE REACTION

Conception d'un système asservi

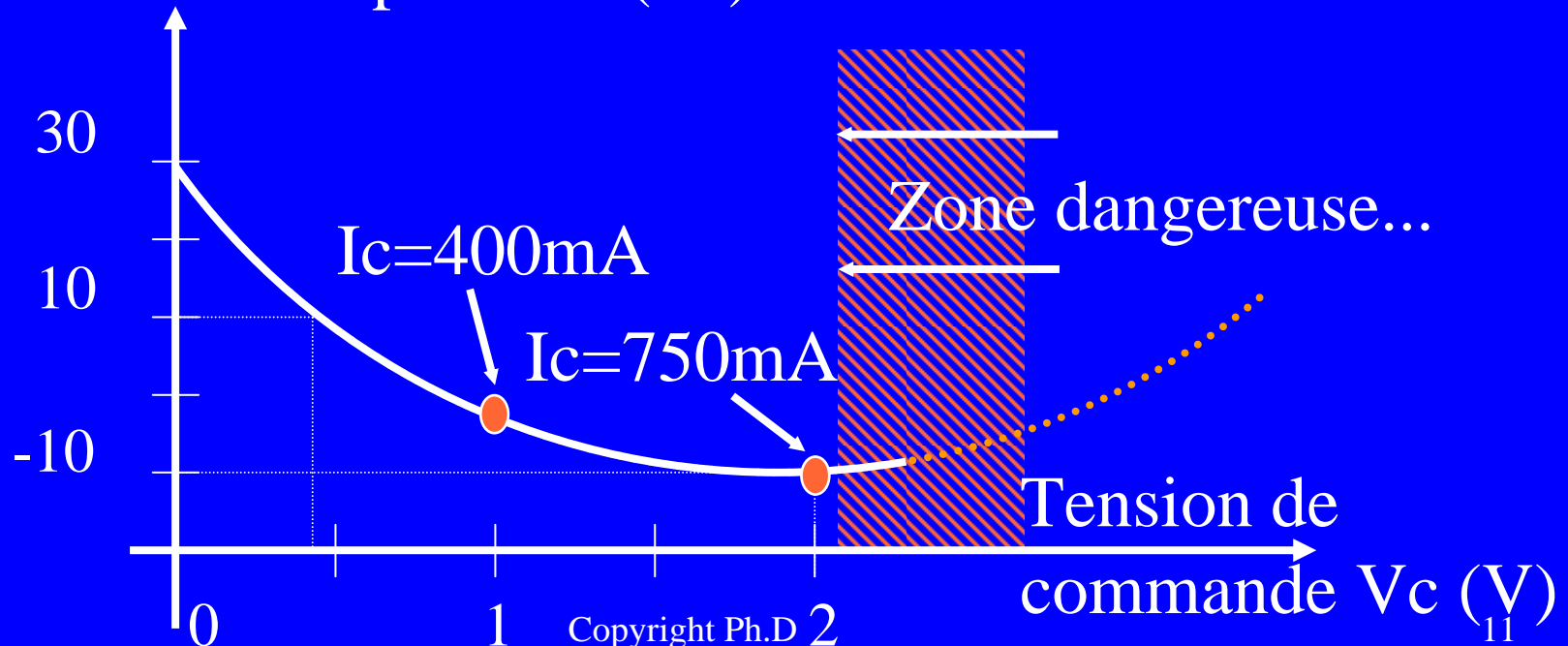
◆ Deuxième étape :

Caractériser le fonctionnement statique
système de refroidissement ...

LA CONTRE REACTION

- ◆ *Caractéristique statique d'un module à effet Peltier*

Température face supérieure (°C)



LA CONTRE REACTION

- ◆ *Caractéristique statique d'un module à effet Peltier*

$$T=f(V_c)= 28-26.V_c+5V_c^2$$

Température face supérieure (°C)

Tension de commande (V)

LA CONTRE REACTION

Conception d'un système asservi

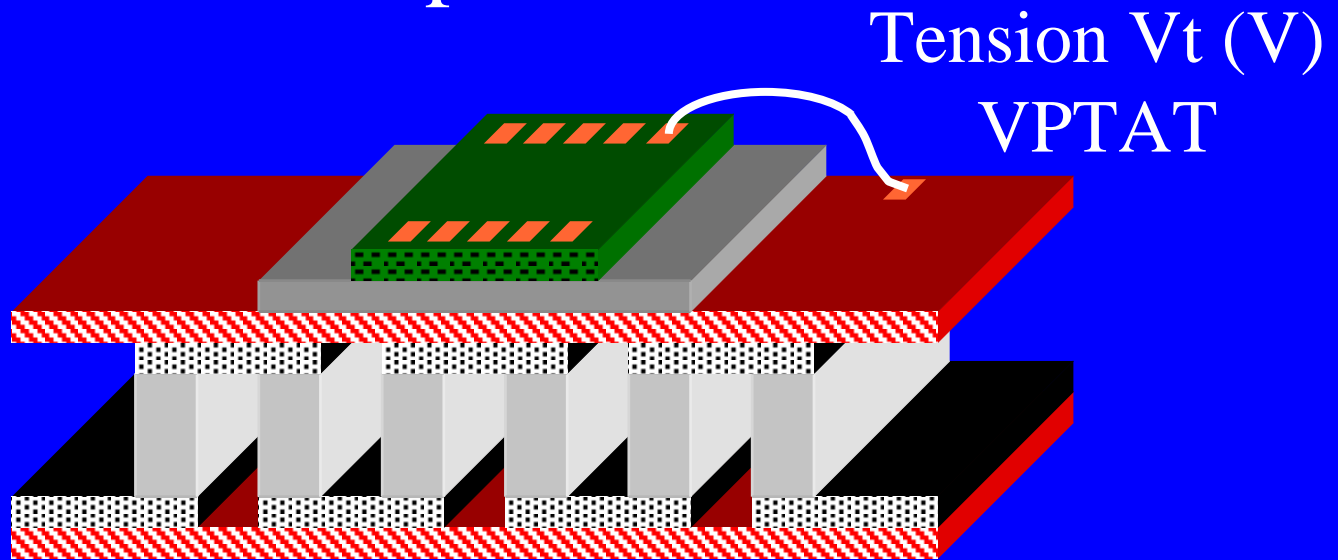
◆ Troisième étape :

Caractériser le comportement statique de
la puce intégrée...

LA CONTRE REACTION

Conception d'un système asservi

◆ Troisième étape :

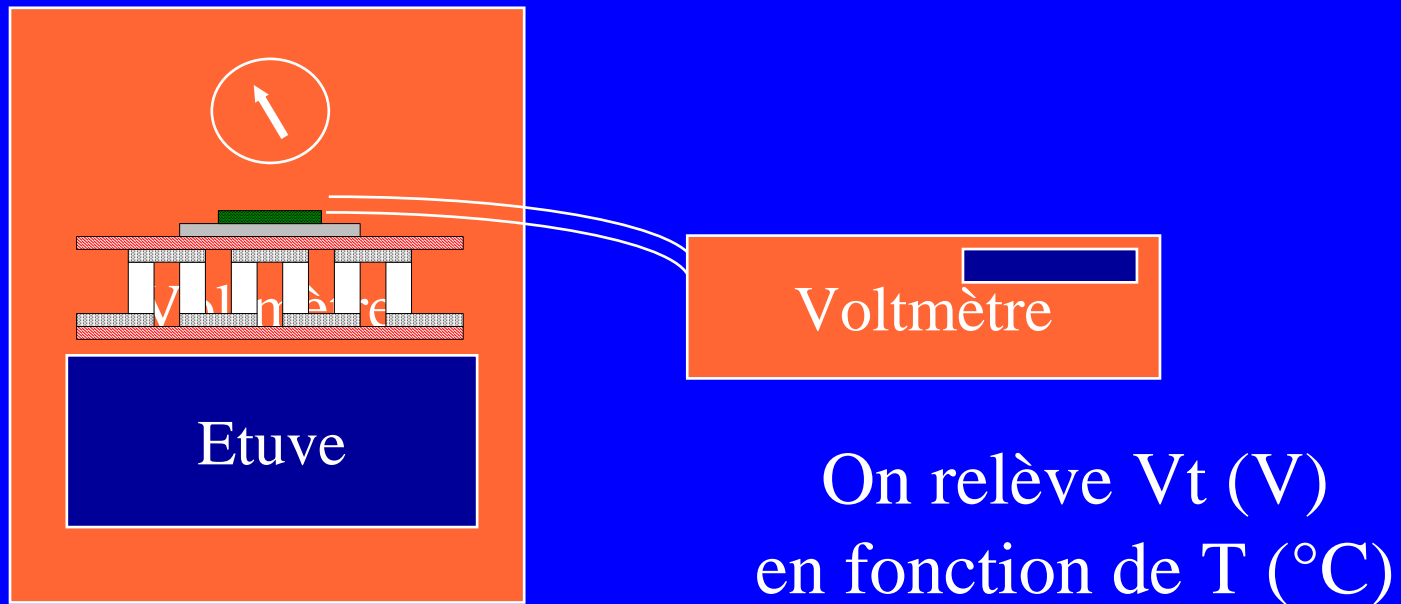


Hypothèse : le concepteur de la puce a prévu un capteur de température $V_t \propto T(^{\circ}\text{C})$

LA CONTRE REACTION

Conception d'un système asservi

- ◆ *Caractéristique statique de la puce intégrée*



LA CONTRE REACTION

Conception d'un système asservi

- ◆ *Caractéristique statique de la puce intégrée*

$$V_t = f(T) = (T + 320) / 600$$

Tension de sortie (V)

Température (°C)

Sensibilité : 1,6mV/°C

LA CONTRE REACTION

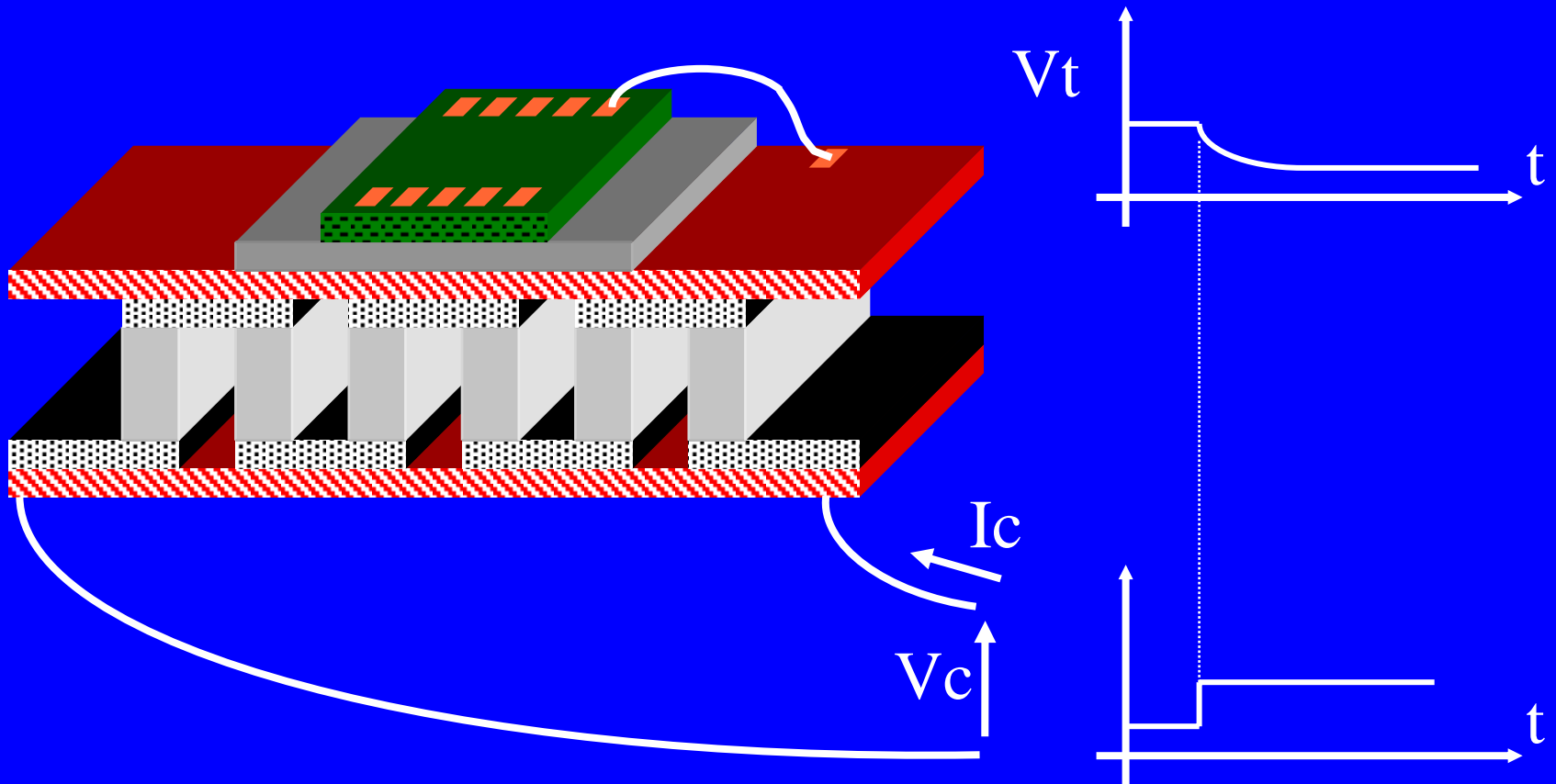
Conception d'un système asservi

◆ Quatrième étape :

Caractériser le comportement global dynamique du système de refroidissement et de l'amplificateur...

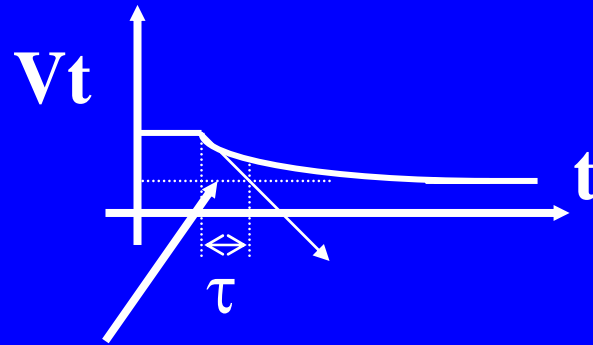
LA CONTRE REACTION

◆ *Comportement dynamique de l'assemblage*



LA CONTRE REACTION

- ◆ *Comportement dynamique de l'assemblage*



Systeme du premier ordre avec $\tau = 5s$

$$1/(1+\tau p)$$



LA CONTRE REACTION

◆ *Comportement de l'assemblage :*

impédance d'entrée vue sur l'entrée de commande V_c ?

$$R=2,5\Omega \quad L=85\text{nH}$$



LA CONTRE REACTION

◆ *Comportement de l'assemblage :*

impédance de sortie vue sur la sortie V_t ?

Résistive : $16\text{k}\Omega$ (donnée constructeur)

LA CONTRE REACTION

Conception d'un système asservi

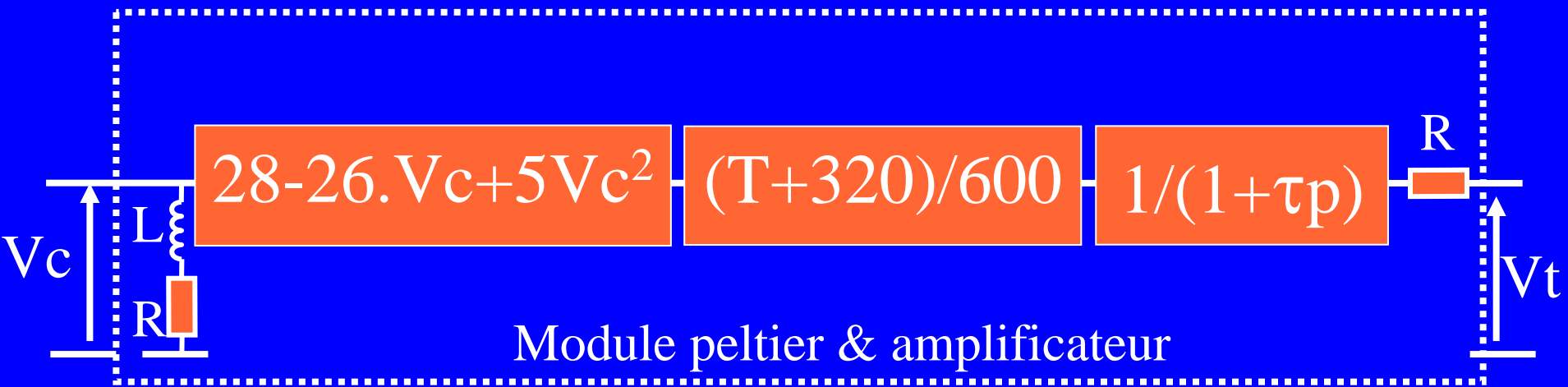
◆ Cinquième étape :

Modélisation du système complet...

LA CONTRE REACTION

Conception d'un système asservi

◆ Cinquième étape : modélisation



LA CONTRE REACTION

Conception d'un système asservi

◆ Sixième étape :

Conception du circuit d'asservissement...

LA CONTRE REACTION

Conception d'un système asservi

◆ Liste des contraintes :

- Gain de boucle le plus grand possible

(minimisation erreur statique)

- Tension de commande V_c écrêtée à 0 et 2V



(au delà danger de destruction)

- Courant de commande I_c 0 à 1A

- Consommation minimale

T.SV.P



LA CONTRE REACTION

Conception d'un système asservi

◆ Structure électronique minimale :

- un amplificateur de tension en sortie de V_t

(pour augmenter la sensibilité trop faible de $1,6\text{mV}/^\circ\text{C}$)

- un réglage de la consigne (potentiomètre)
- un comparateur (consigne-valeur de retour)
- un étage limiteur écrêteur (0V , 2V)
- un étage amplificateur de courant (0 à 1A)

LA CONTRE REACTION

Conception d'un système asservi

- ◆ Structure électronique minimale :

*Ne pas oublier un étage de correction de stabilité
(après étude de la boucle ouverte...)*

LA CONTRE REACTION

Conception d'un système asservi

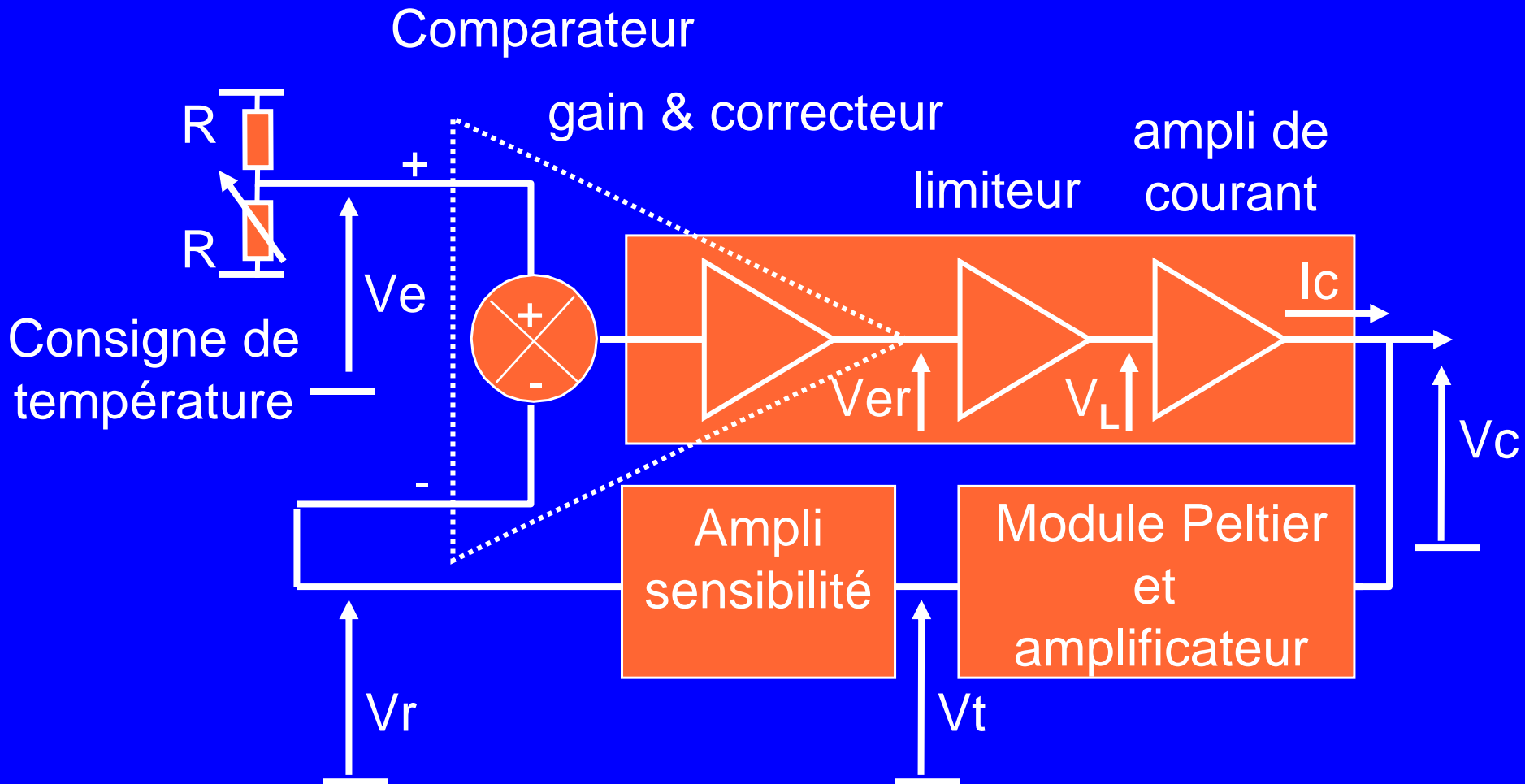
◆ Septième étape :

Y a plus qu'à ...

inventer le schéma électrique

LA CONTRE REACTION

Conception d'un système asservi

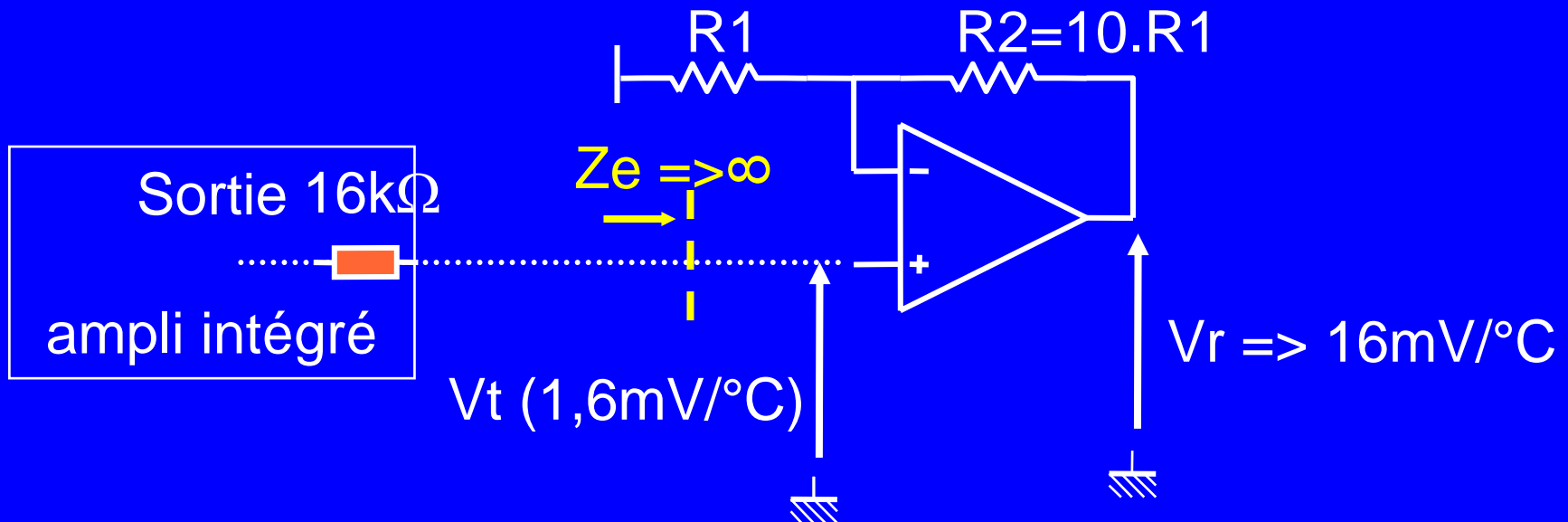


LA CONTRE REACTION

Conception d'un système asservi

◆ Ampli de sensibilité :

objet : faciliter le réglage de la consigne

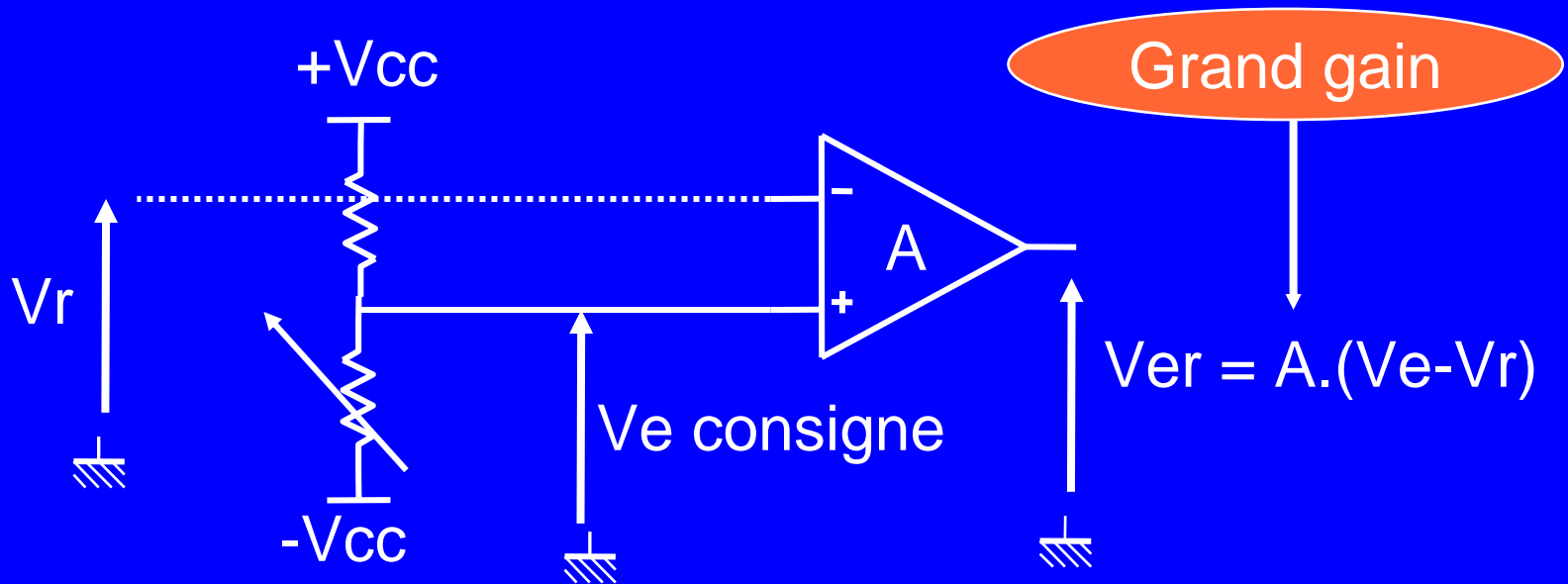


LA CONTRE REACTION

Conception d'un système asservi

◆ Comparateur :

objet : maintenir le retour égal à la consigne

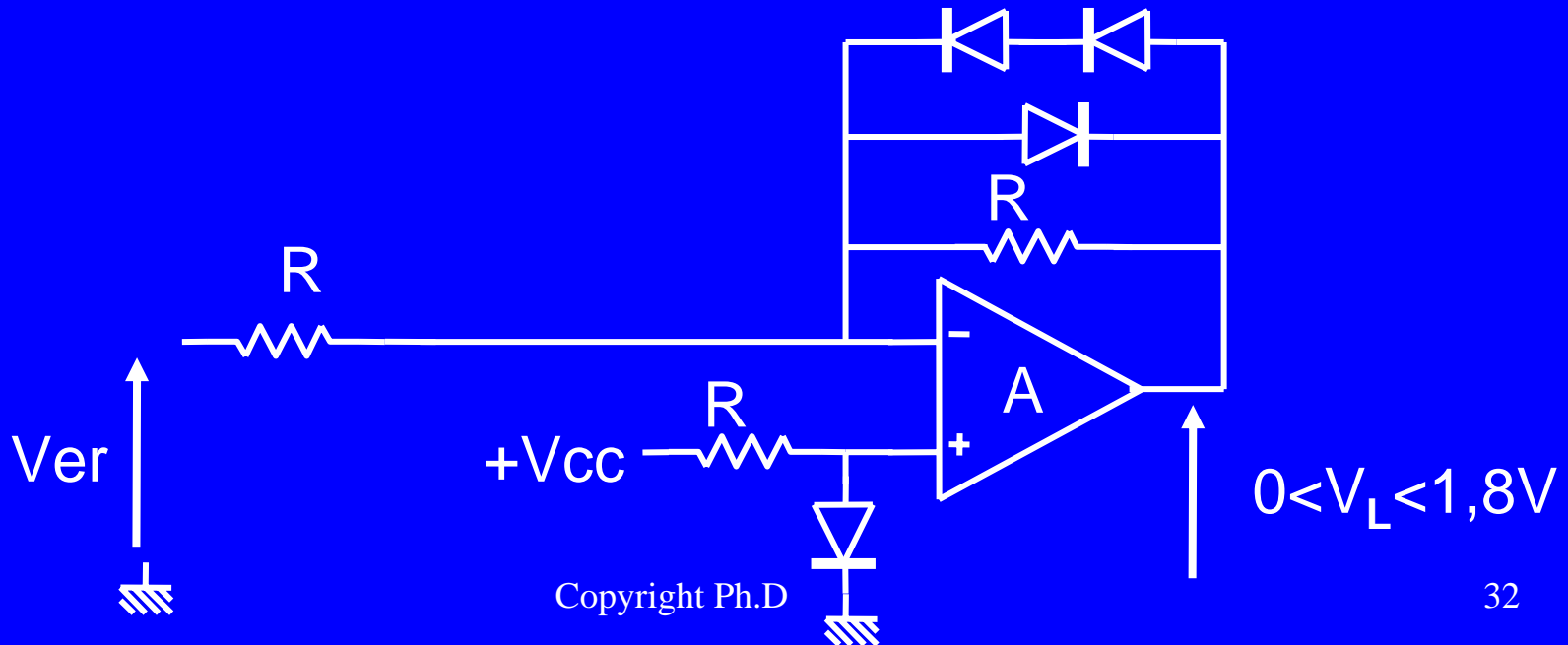


LA CONTRE REACTION

Conception d'un système asservi

◆ Limiteur :

objet : maintenir la tension V_c dans la plage de fonctionnement sécurisée $0V-2V$

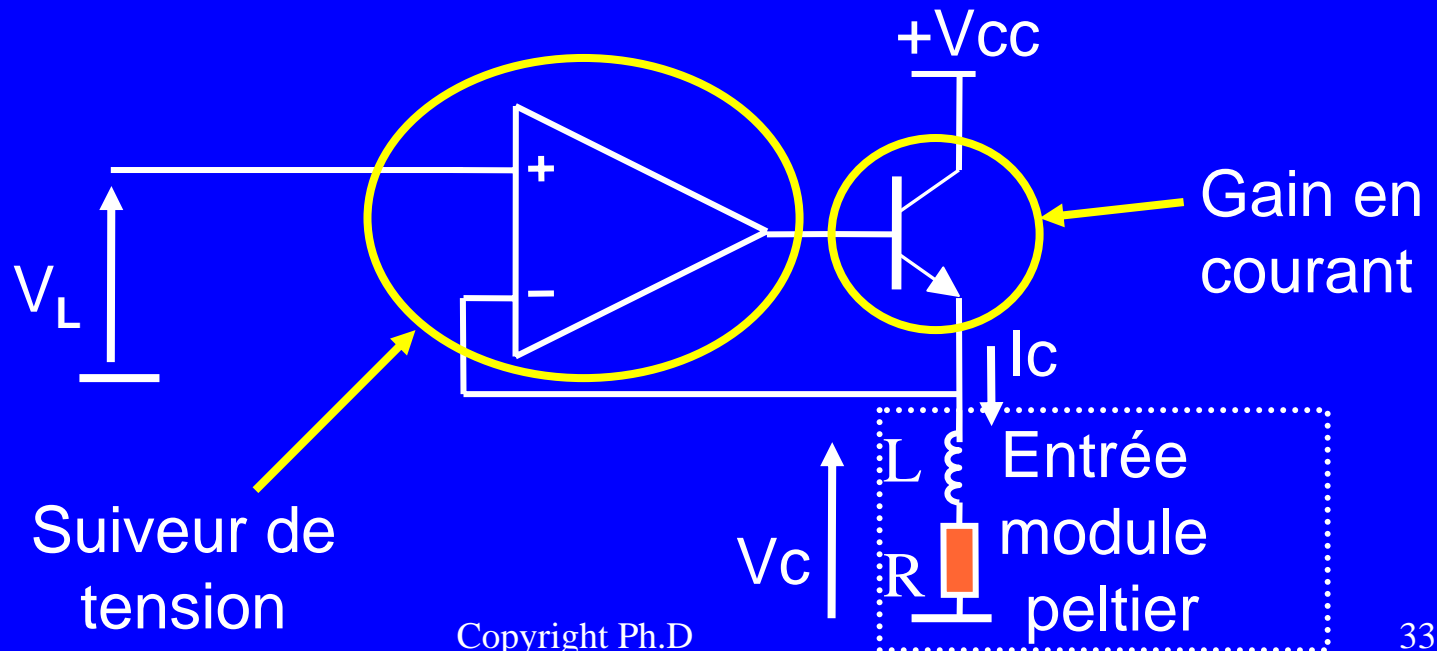


LA CONTRE REACTION

Conception d'un système asservi

◆ Amplificateur de courant :

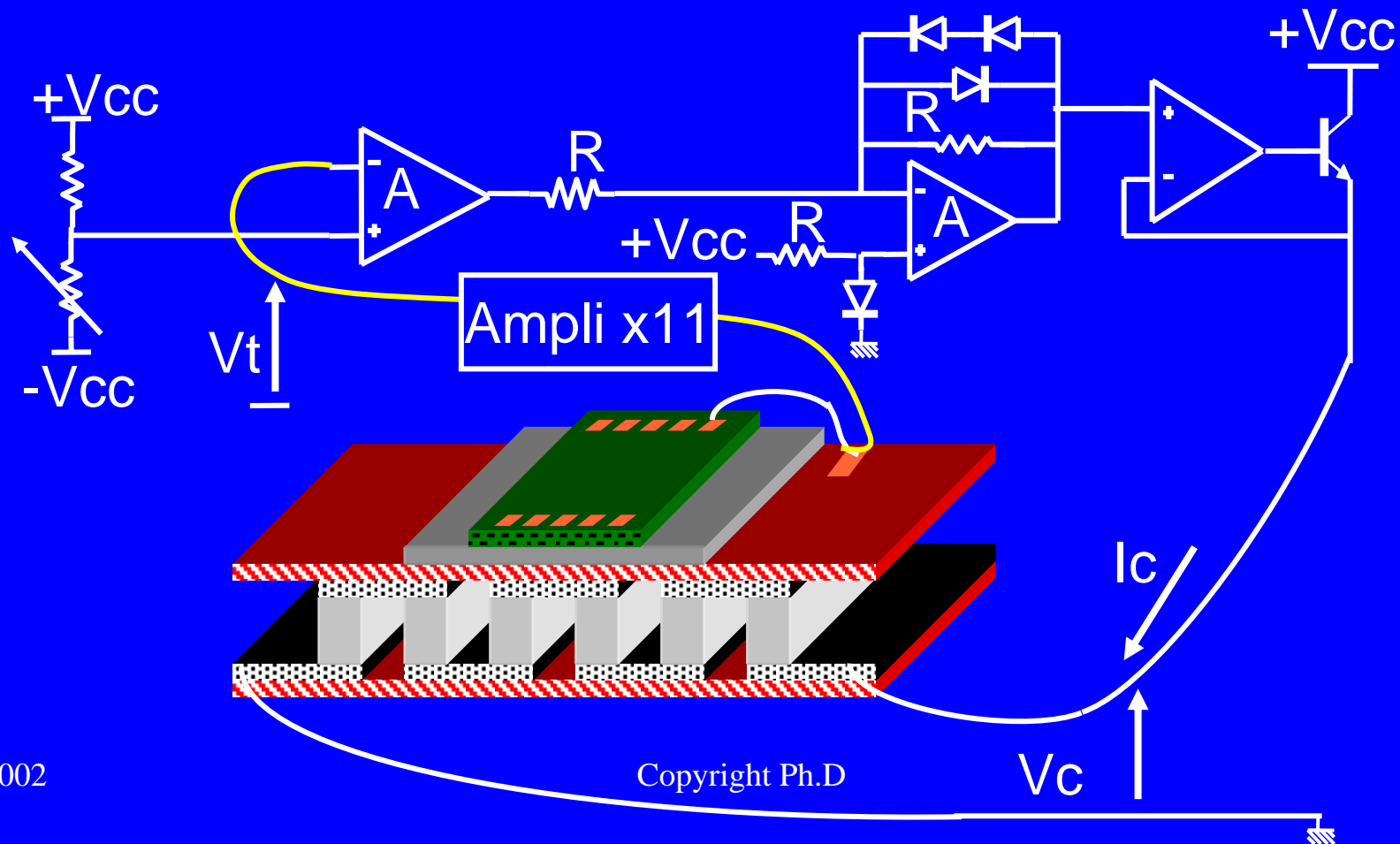
objet : fournir au module Peltier le courant nécessaire



LA CONTRE REACTION

Conception d'un système asservi

◆ D'où le schéma complet :



LA CONTRE REACTION

Conception d'un système asservi

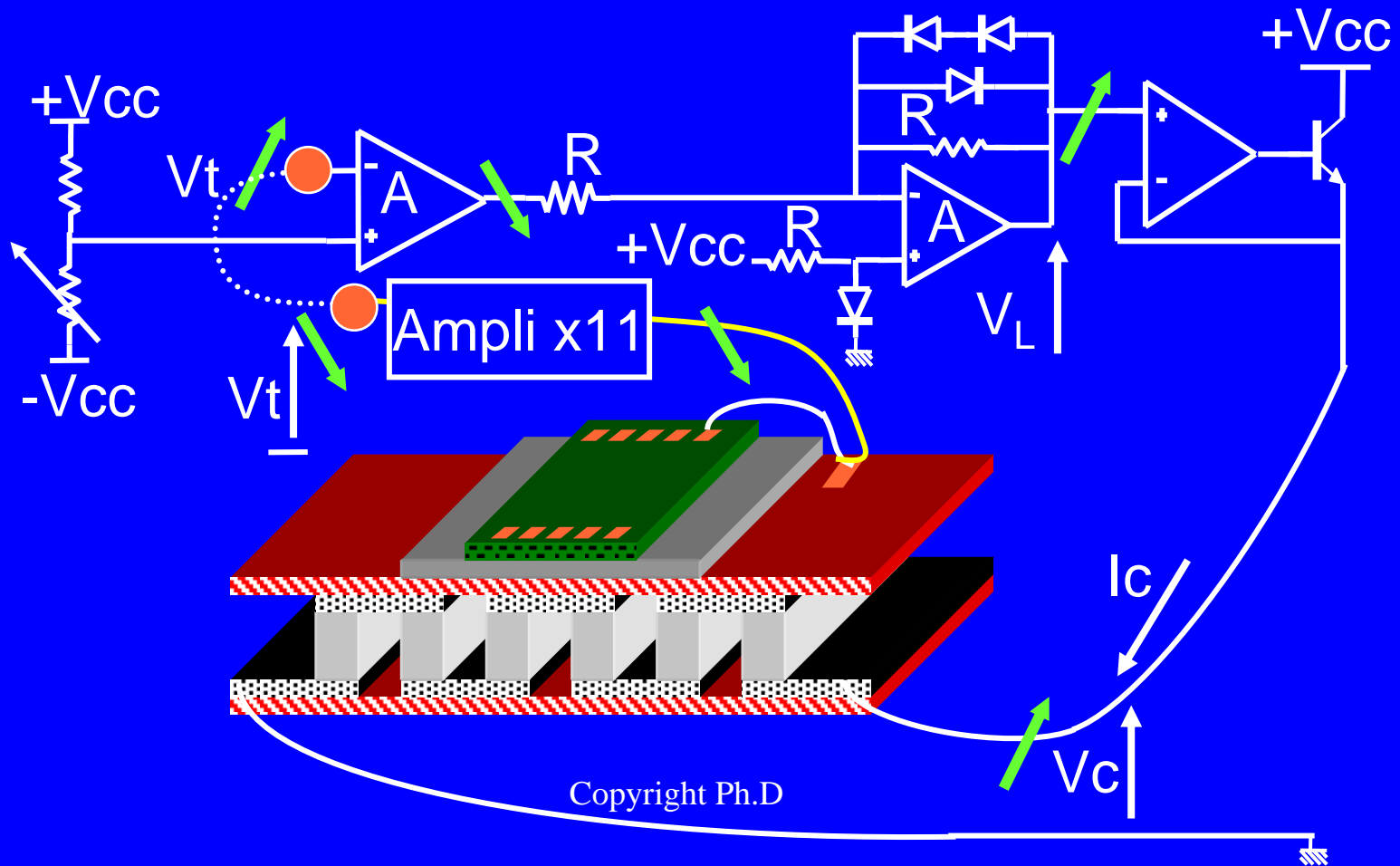
◆ Huitième étape :

Quid de la stabilité du montage
réalisé ?

LA CONTRE REACTION

Conception d'un système asservi

- ◆ Stabilité (à la main) : ouverture boucle en V_t



LA CONTRE REACTION

Conception d'un système asservi

◆ Stabilité (à la main) :

Ouverture boucle en V_t :

=> effet stabilisateur car la boucle s'oppose
aux variations,

donc :

Bouclage statique correct, mais...

T.SV.P



LA CONTRE REACTION

Conception d'un système asservi

◆ Stabilité :

On localise dans la boucle :

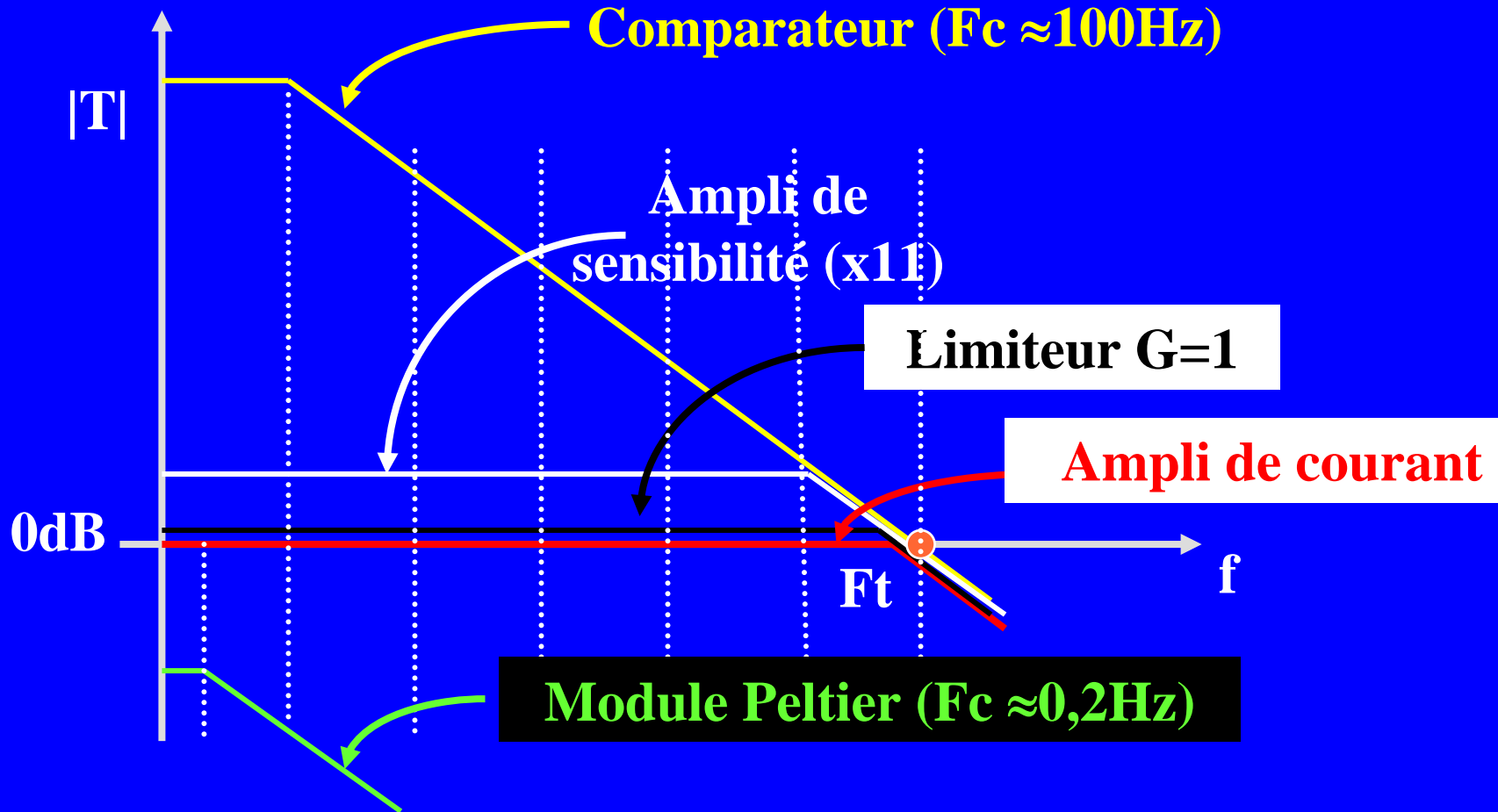
- 3 étages à AOP (donc 3 pôles)
- 1 comparateur (donc 1 pôle)
- le module Peltier (donc 1 pôle)



Risque d'instabilité...

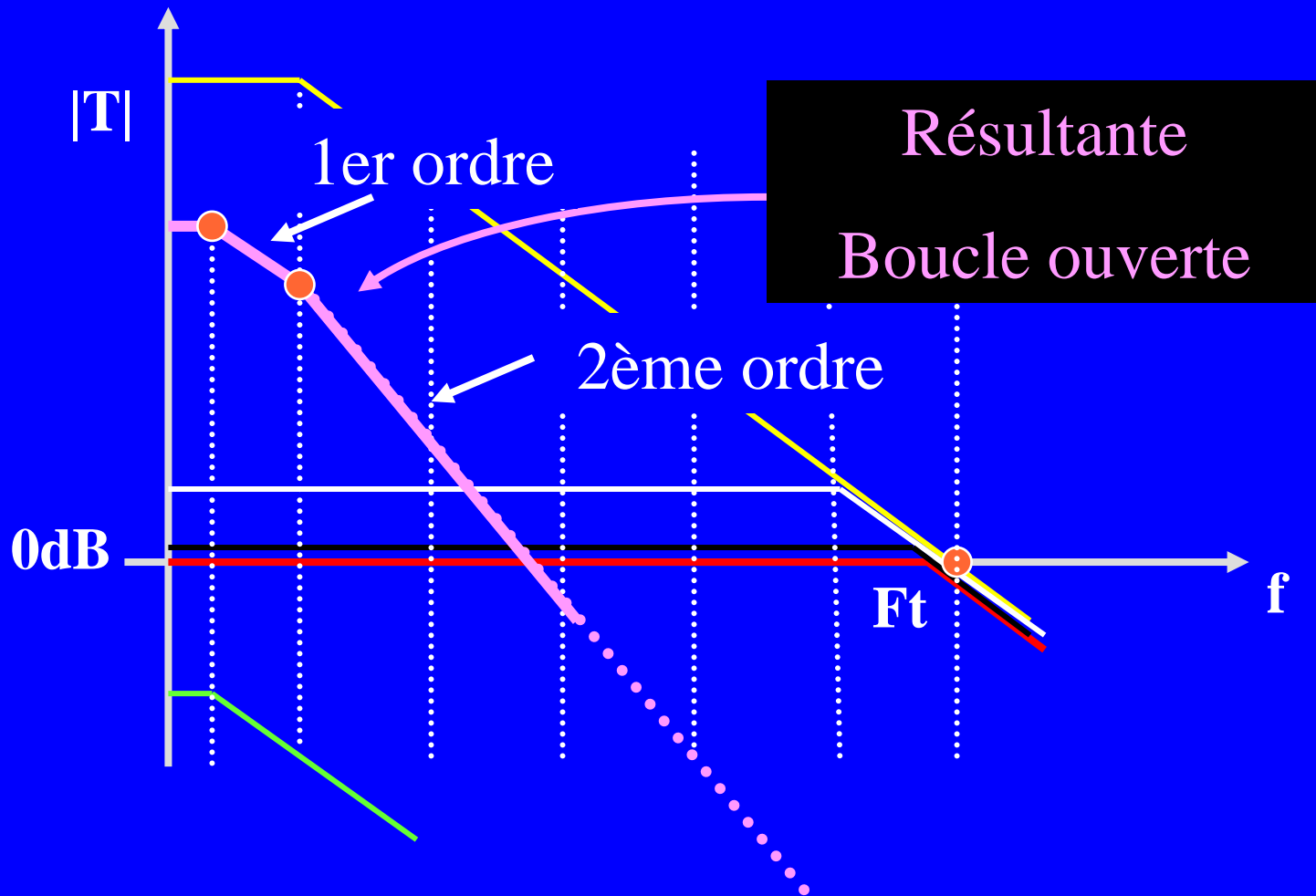
LA CONTRE REACTION

Conception d'un système asservi



LA CONTRE REACTION

Conception d'un système asservi



LA CONTRE REACTION

Conception d'un système asservi

◆ Quelle type de correction ?

Température : phénomène continu
à évolution très lente...

Correcteur à pôle dominant
ou intégral pur...

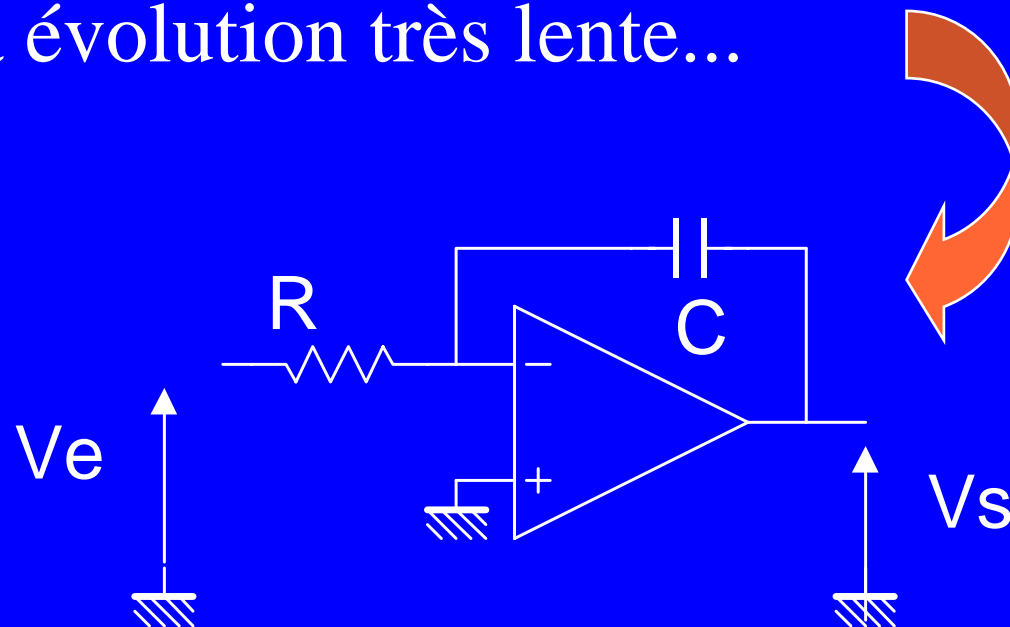


LA CONTRE REACTION

Conception d'un système asservi

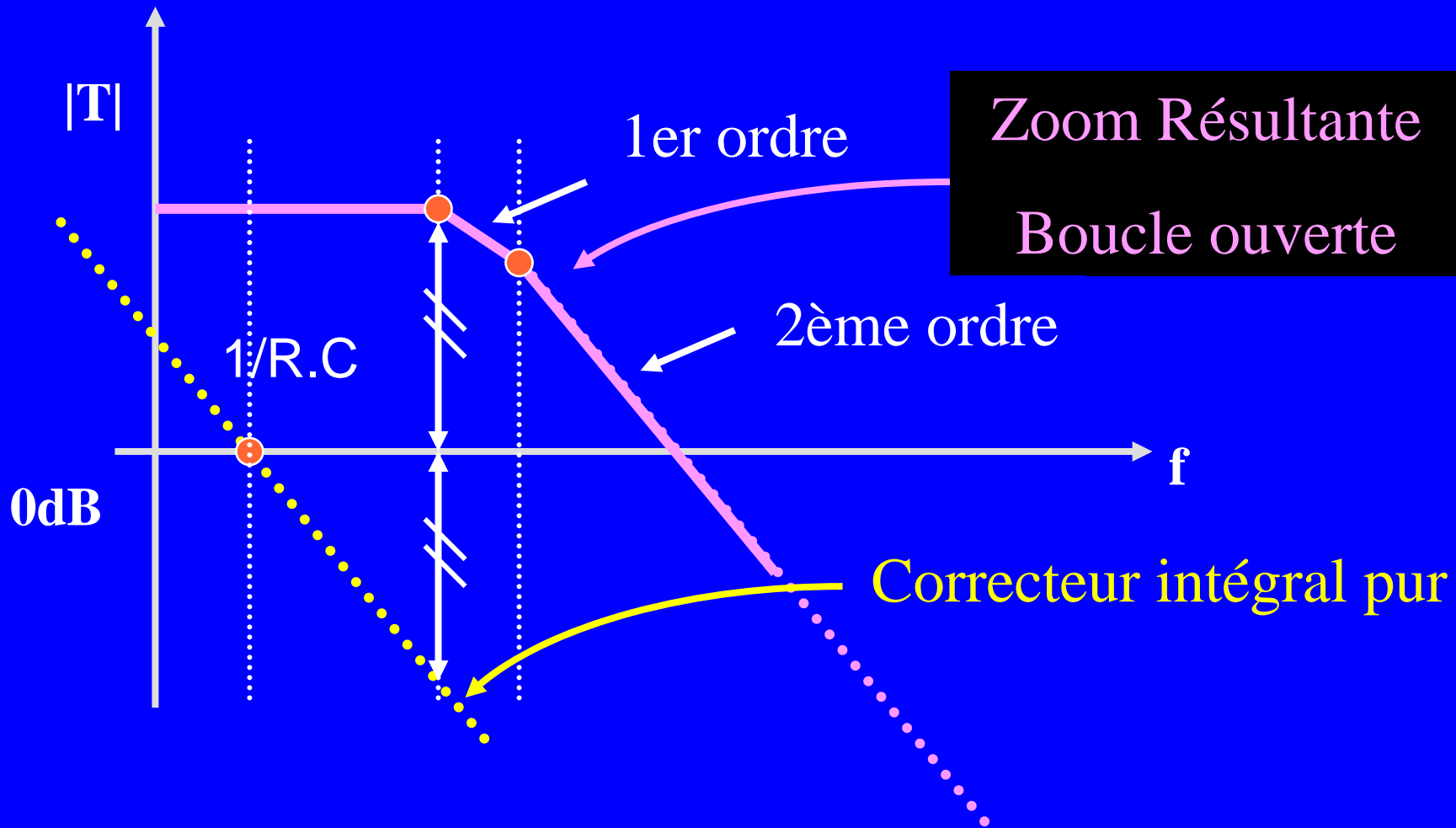
◆ Quelle type de correction ?

Température : phénomène continu à évolution très lente...



LA CONTRE REACTION

Conception d'un système asservi

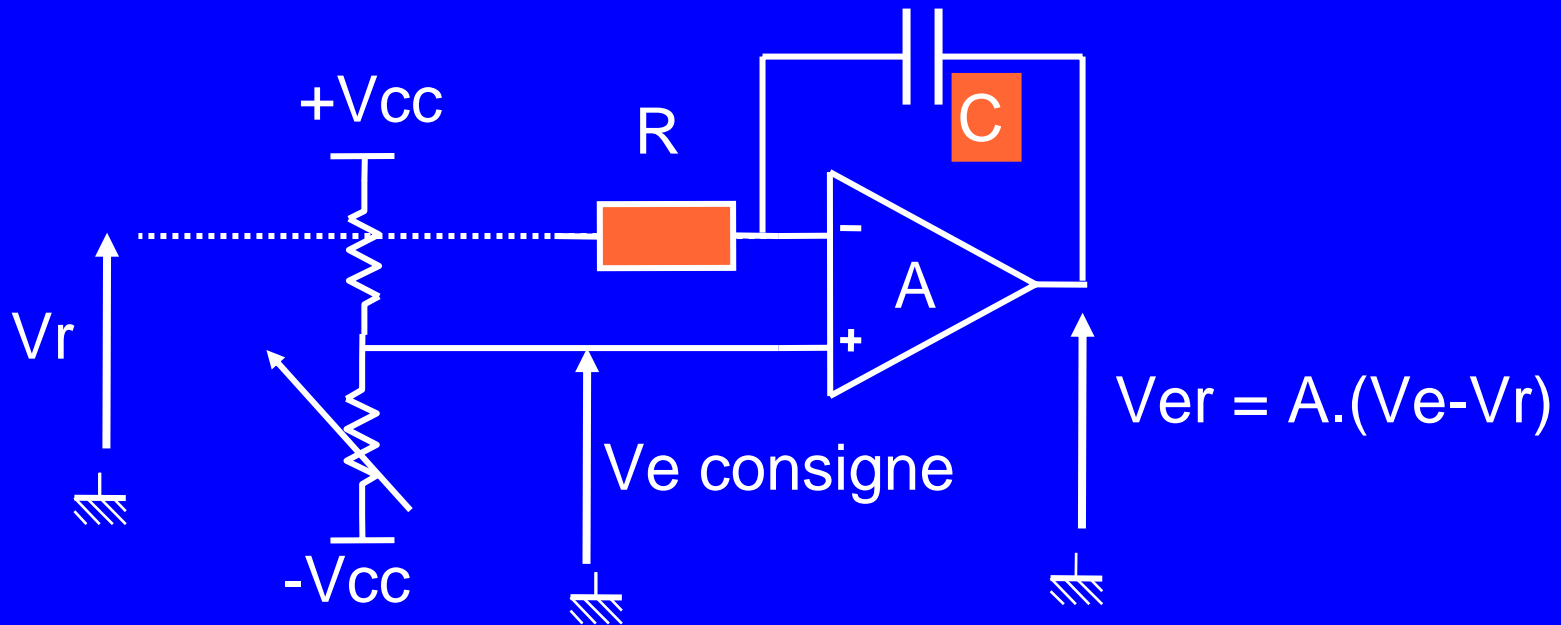


LA CONTRE REACTION

Conception d'un système asservi

- ◆ Stabilité assurée mais système très lent...

En pratique; on peut mettre le correcteur sur l'étage comparateur

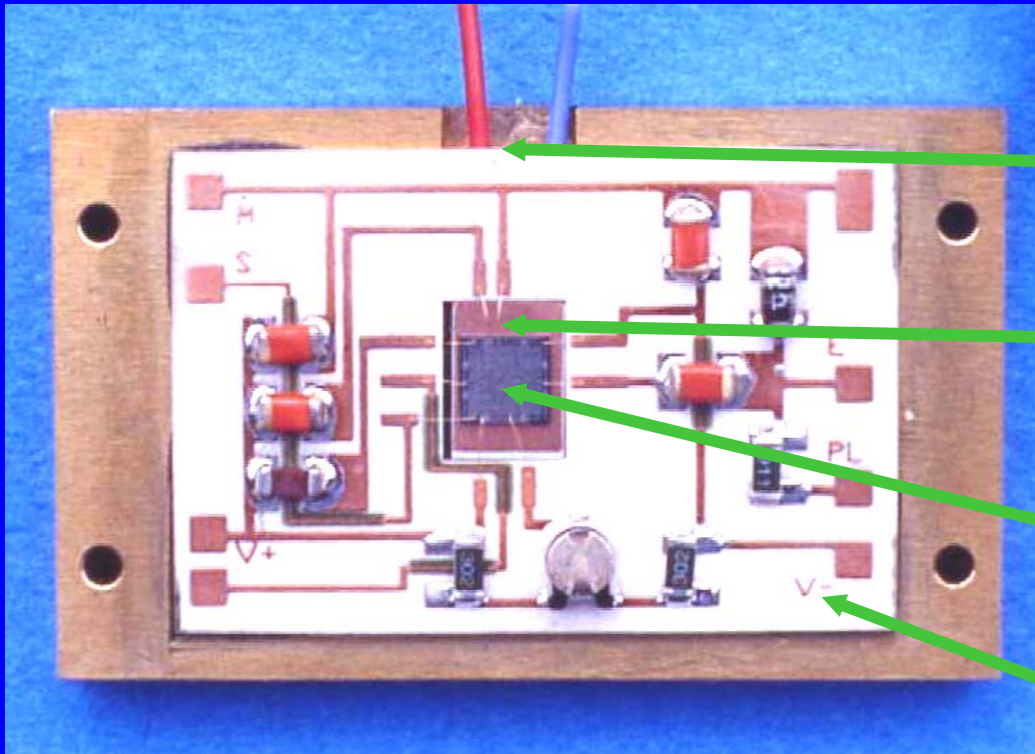


LA CONTRE REACTION

Conception d'un système asservi

◆ Neuvième étape :

Réalisation 3D
du montage



Alimentation
Module peltier

Module peltier

Ampli intégré

Substrat alumine