

CORRECTION DES SYSTEMES ASSERVIS

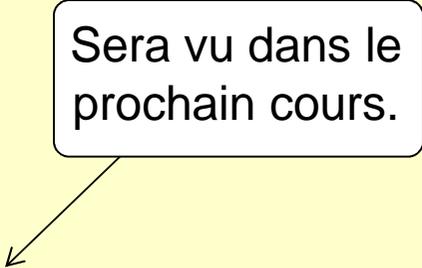
I- GENERALITES

II- CORRECTION P

III- CORRECTION PI

IV- CORRECTION A AVANCE DE PHASE

Sera vu dans le
prochain cours.



Un système possède des caractéristiques qui lui sont propres mais rarement satisfaisantes vis à vis des objectifs de bon fonctionnement que l'on souhaite :

Stabilité précision rapidité amortissement ...

Et notamment en présence d'une perturbation.

Il est donc souvent nécessaire d'améliorer les performances du système en lui ajoutant des composants, généralement standards, qui vont le corriger.

Programme : correction proportionnelle (**P**), proportionnelle intégrale (**PI**), à avance de phase («**PD**»).

Trois niveaux de correction sont possibles en fonction des caractéristiques sur lesquelles on veut agir :

 *Action proportionnelle*

 *Action à retard de phase (« intégrale »)*

 *Action à avance de phase (« dérivée »)*

Sera vu dans le prochain cours.

Classiquement le correcteur est placé en sortie du comparateur

II- CORRECTION PROPORTIONNELLE

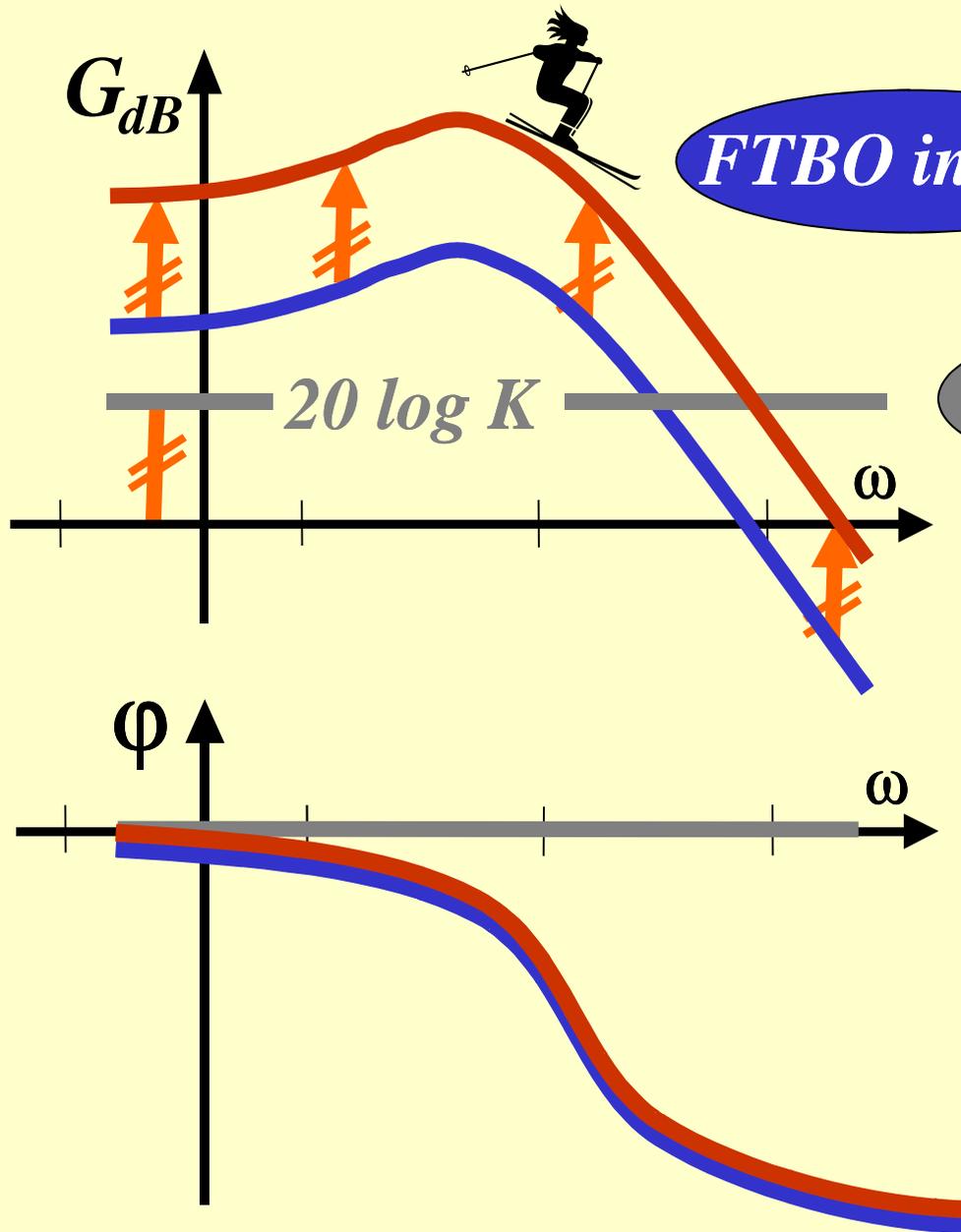
4/18

Il s'agit de modifier le gain global de la boucle ouverte. Généralement, le but recherché est d'agir sur la stabilité en permettant un réglage précis des marges de stabilité.

On peut également utiliser ce type de correcteur pour régler la précision (plus rare).

Bien noter cependant que ces deux critères sont incompatibles et qu'un compromis est à trouver.

Rappel : une augmentation du gain global de la **BO**
 la stabilité mais  la précision.



FTBO initiale

si $K > 1$
 ↓
 translation
 vers le haut

correcteur

⇒ diminution de la marge de gain.

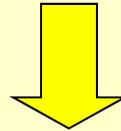
FTBO corrigée

Phases inchangées

III- CORRECTION INTEGRALE

a) Principe :

*L'idée consiste à augmenter la classe du système en ajoutant un intégrateur dans la **BO***

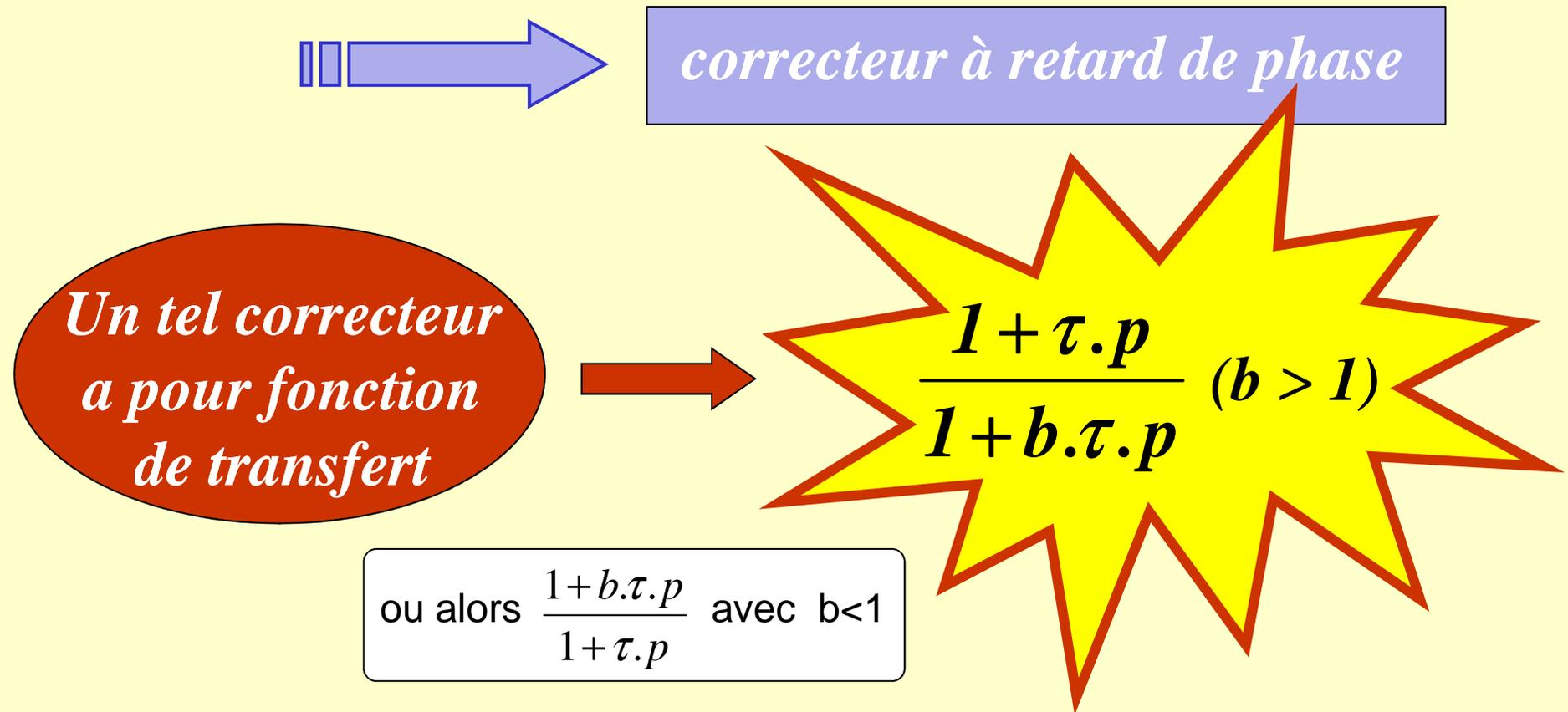


cela a pour effet immédiat d'améliorer la précision

Nota : *l'inconvénient d'utiliser un intégrateur pur est qu'il ajoute 90° de phase ce qui rend souvent le système instable.*

*En effet il faudrait que le système ait dès le départ une marge de phase bien supérieure à **90°** (assez rare).*

b) Forme approchée de l'action intégrale :

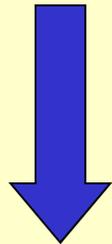


Nota: il s'agit d'un **premier ordre généralisé**.

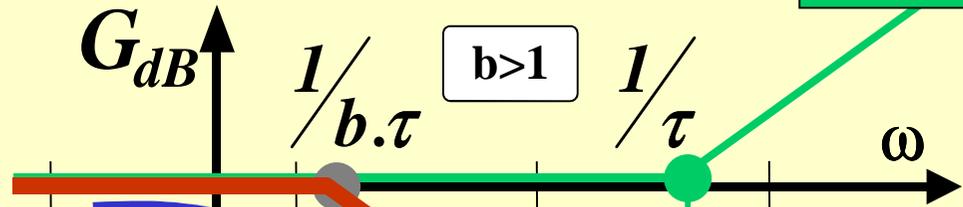
La classe du système n'est pas modifiée mais globalement ce correcteur permet de concilier **stabilité et précision**.

$$\frac{1 + \tau.p}{1 + b.\tau.p}$$

avec $b > 1$

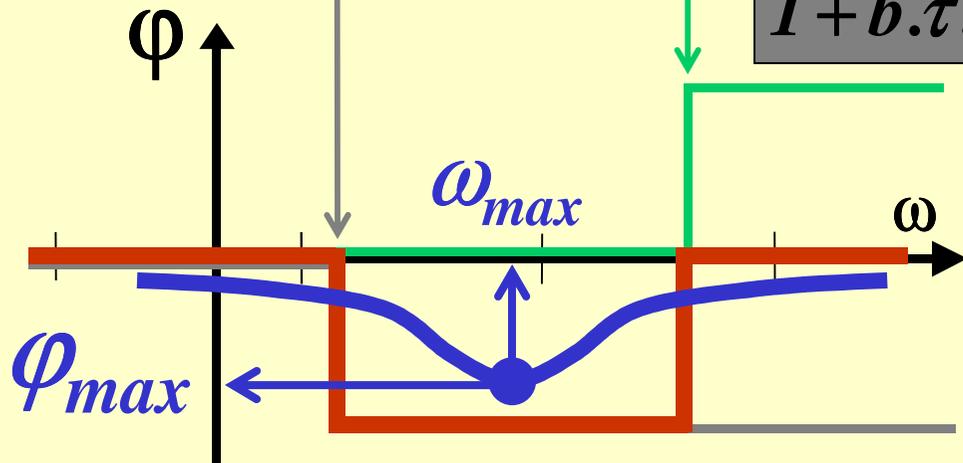


$$(1 + \tau.p) \times \frac{1}{1 + b.\tau.p}$$



$-20 \log b$

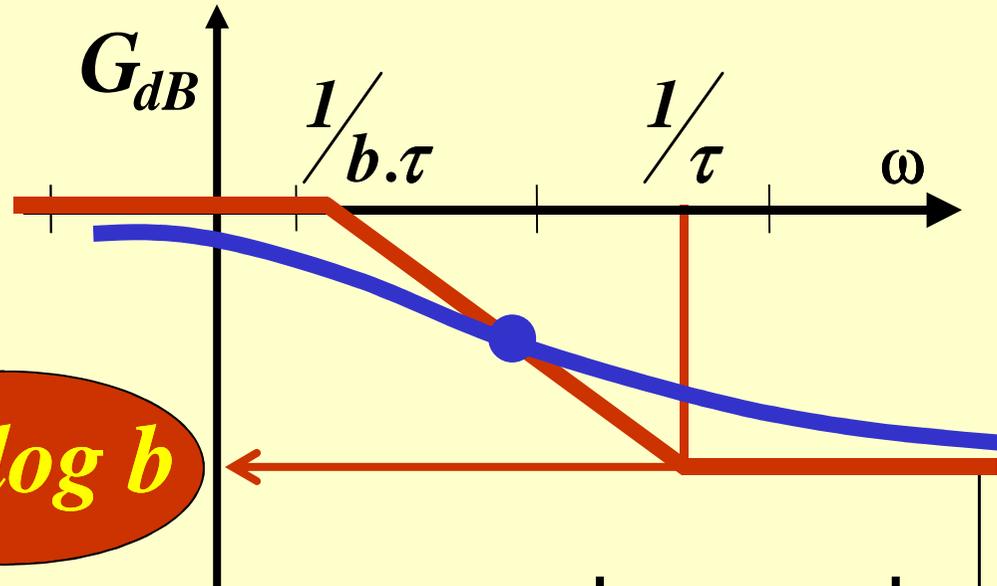
$$\frac{1}{1 + b.\tau.p}$$



Calcul du gain minimal

$$\frac{1 + \tau.p}{1 + b.\tau.p}$$

avec $b > 1$



-20 log b

$$20 \log \left| \frac{1 + j.\tau.\omega}{1 + j.b.\tau.\omega} \right| \xrightarrow{\omega \rightarrow \infty} 20 \log \left| \frac{j.\tau.\omega}{j.b.\tau.\omega} \right|$$

Simple calcul de limite.

Fonction de transfert harmonique.

soit : $20 \log \left| \frac{1}{b} \right| = -20 \log b$

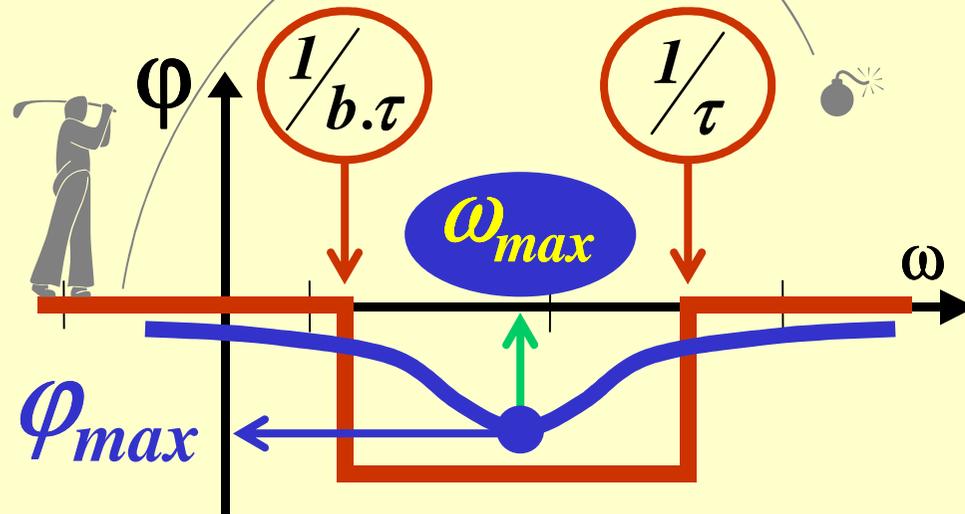


Calcul de ω_{max}

$$\frac{1 + \tau \cdot p}{1 + b \cdot \tau \cdot p}$$

avec $b > 1$

Par symétrie de la courbe
 \Rightarrow milieu des deux cassures
 (attention : échelle log !...).



$$\frac{1}{2} \cdot \left(\log \frac{1}{b \cdot \tau} + \log \frac{1}{\tau} \right) = \frac{1}{2} \cdot \log \frac{1}{b \cdot \tau^2} = \log \frac{1}{\tau \cdot \sqrt{b}}$$

$$\omega_{max} = \frac{1}{\tau \cdot \sqrt{b}}$$

Calcul de φ_{max}

$$\frac{1 + \tau.p}{1 + b.\tau.p}$$

avec $b > 1$

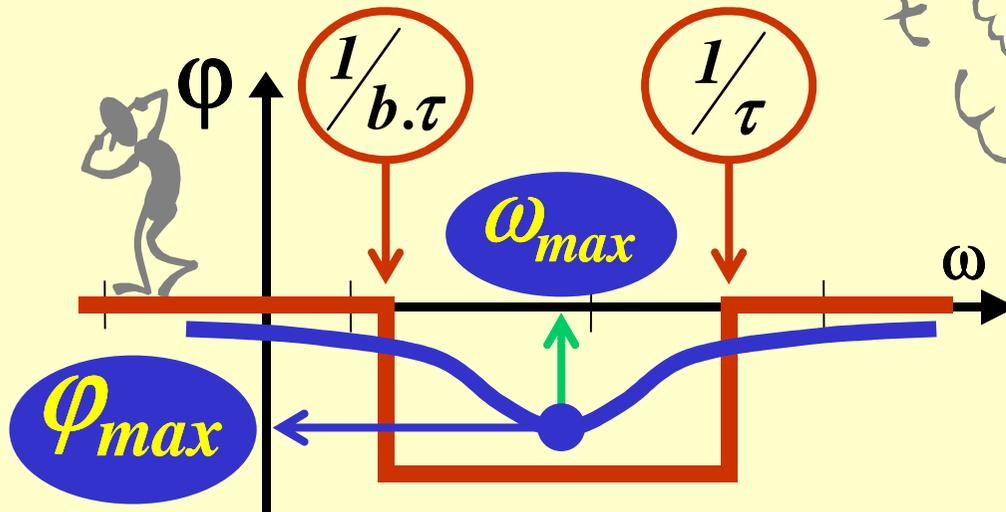
Pour $\omega = \frac{1}{\tau\sqrt{b}}$

$$\text{Arg} \left(\frac{1 + j.\tau.\omega}{1 + j.b.\tau.\omega} \right) = \text{Arg} (1 + j.\tau.\omega) - \text{Arg} (1 + j.b.\tau.\omega)$$

avec $\omega_{max} = \frac{1}{\tau\sqrt{b}}$

Fonction de transfert harmonique.

$$\varphi_{max} = \text{Arc tan} \frac{1}{\sqrt{b}} - \text{Arc tan} \sqrt{b}$$



Autre expression de φ_{max}

$$\text{Arc tan } \frac{1}{\sqrt{b}} - \text{Arc tan } \sqrt{b}$$

Utilisons

$$\tan(a - b) = \frac{\tan a - \tan b}{1 + \tan a \cdot \tan b}$$

$$\Rightarrow \tan \varphi = \frac{\frac{1}{\sqrt{b}} - \sqrt{b}}{1 + \frac{1}{\sqrt{b}} \cdot \sqrt{b}} = \frac{1 - b}{2 \cdot \sqrt{b}}$$

$$\text{or } (\tan \varphi)^2 = \left(\frac{\sin \varphi}{\cos \varphi} \right)^2 = \frac{\sin^2 \varphi}{\cos^2 \varphi} = \frac{\sin^2 \varphi}{1 - \sin^2 \varphi}$$



$$\frac{\sin^2 \varphi}{1 - \sin^2 \varphi} = \left(\frac{1-b}{2\sqrt{b}} \right)^2$$

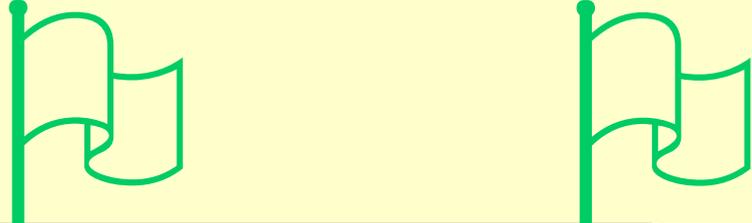
$$\rightarrow 4b \sin^2 \varphi = (1-b)^2 - \sin^2 \varphi \cdot (1-b)^2$$

$$\rightarrow \sin^2 \varphi \cdot (1 + 2b + b^2) = (1-b)^2$$

$$\rightarrow \sin^2 \varphi = \frac{(1-b)^2}{(1+b)^2}$$

soit finalement :

$$\text{Ou alors : } \varphi_{\max} = \text{Arc sin} \left(\frac{1-b}{1+b} \right)$$



$$\sin \varphi_{\max} = \frac{1-b}{1+b}$$

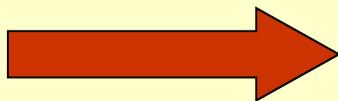
c) Réglage d'un tel correcteur à retard de phase :

On remarque que ce type de correcteur apporte de la phase négative dans une certaine plage de pulsations.

Il faut donc faire bien attention à ce que cette plage ne corresponde pas à la zone du point critique. En effet cela aurait pour effet de diminuer fortement la marge de phase.

D'autre part, pour les pulsations supérieures à $1/\tau$, le gain du système initial est assez sensiblement diminué alors que les phases ne sont pratiquement plus modifiées.

Cela a donc tendance à augmenter la marge de gain.



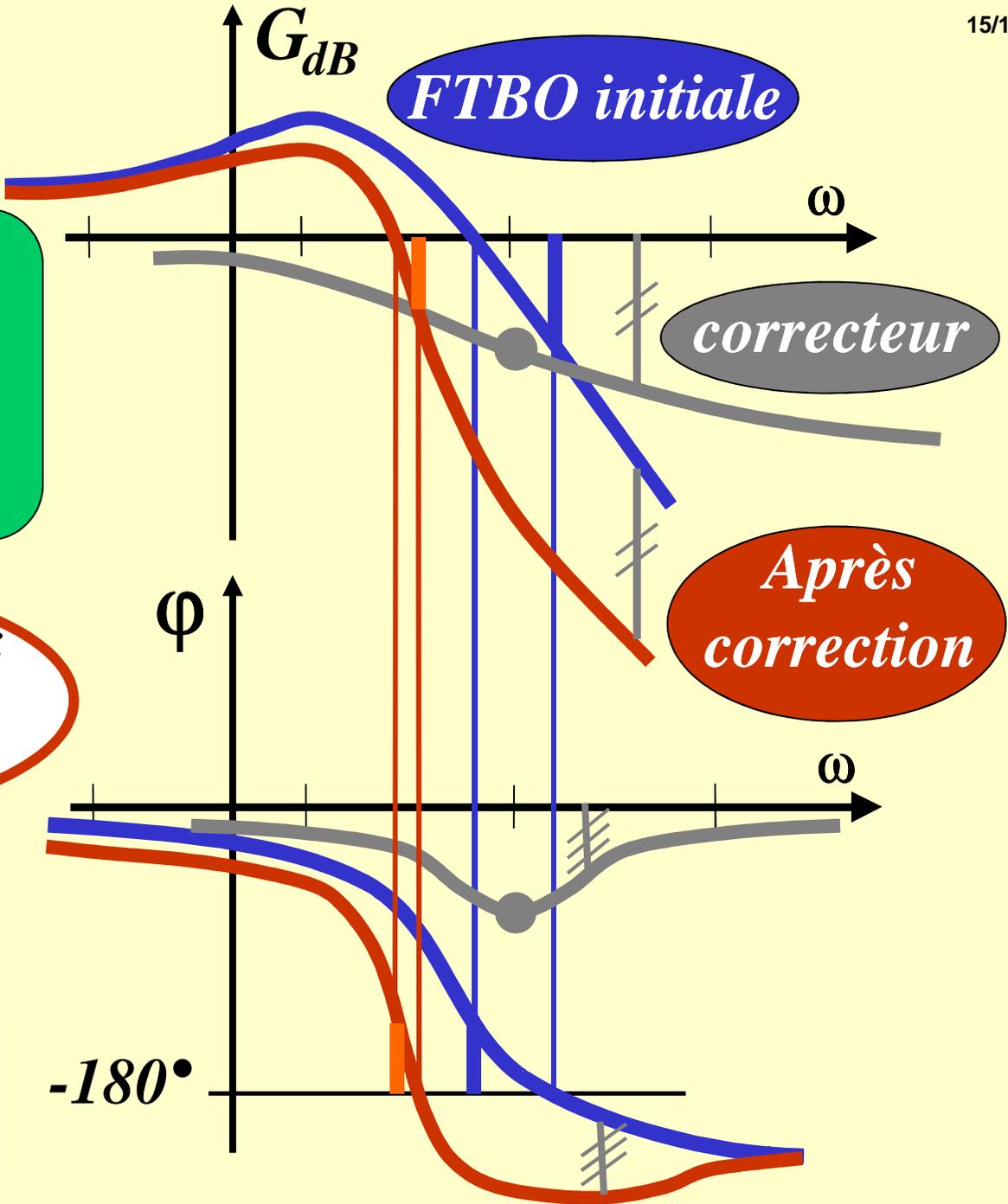
Possibilité d'augmenter le gain proportionnel et donc d'améliorer la précision.

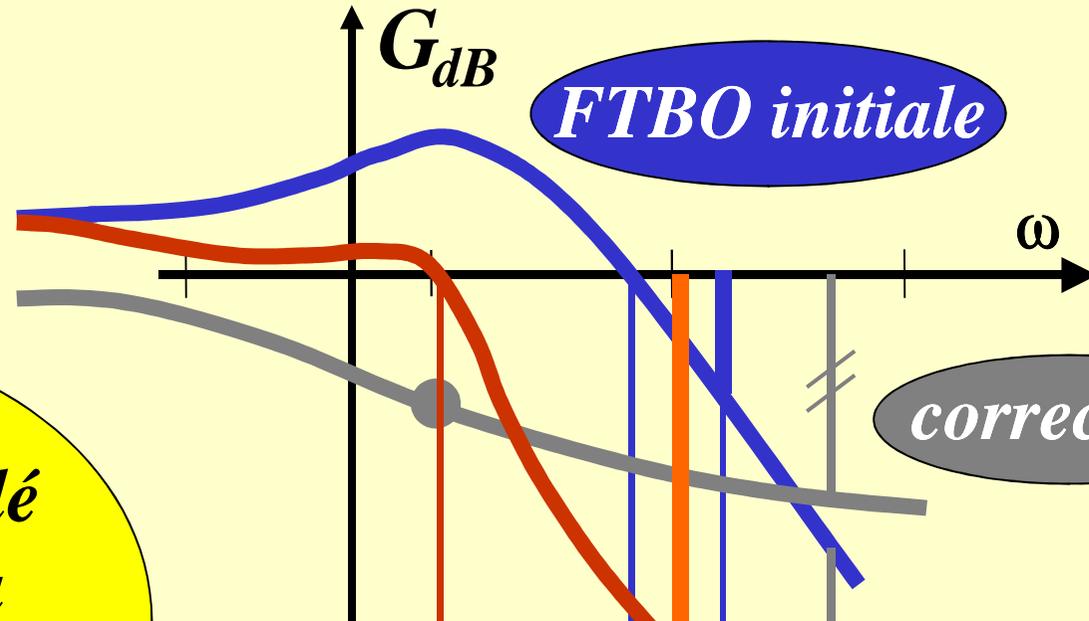
Effet de cette correction à retard de phase

Si correcteur centré sur le point critique



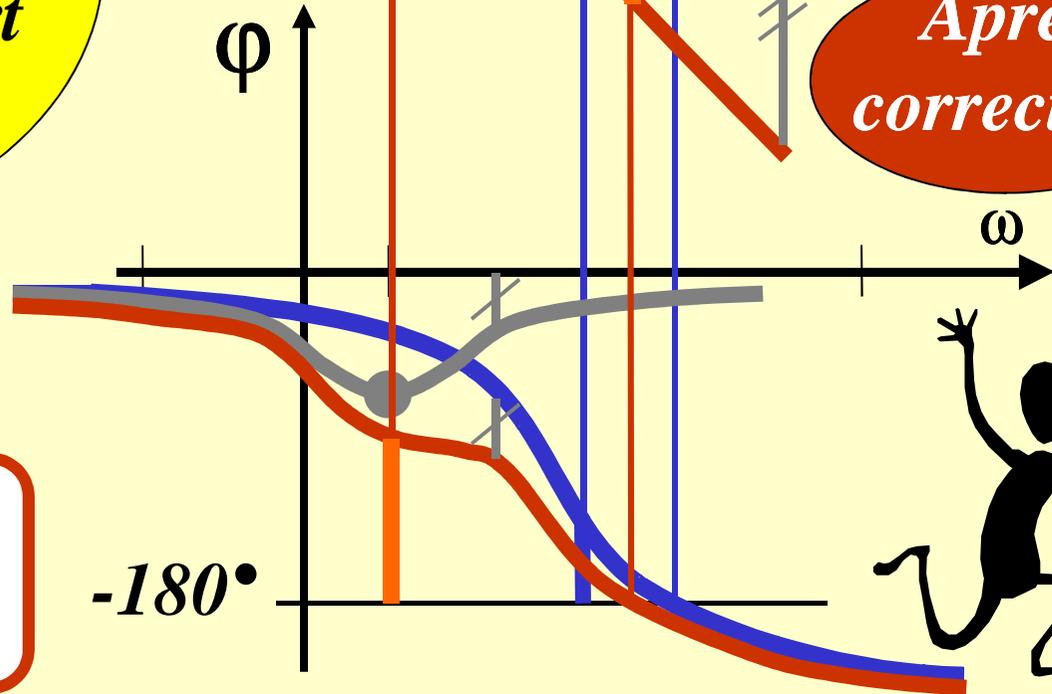
*perte de stabilité
MG et MP*





Si correcteur décalé d'une décade à gauche par rapport au point critique

Après correction

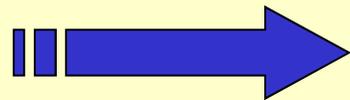


gain de stabilité MG et MP ↗

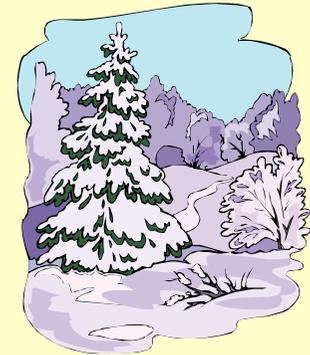


d) Correction PI :

Un correcteur à retard de phase tel que celui précédent est assez peu utilisé car on ne dispose finalement que d'un réglage assez limité.



un seul paramètre de réglage



*Il est souvent préférable d'utiliser un correcteur **PI** qui permet de régler correctement **la stabilité** et **la précision**.*



deux paramètres de réglage.

Ce qu'il faut avoir retenu (minimum « vital »...)

- ▶ Se rappeler qu'une augmentation du gain de la boucle ouverte fait « monter » la courbe des gains sans modifier celle des phases d'où :
 - ⇒ { diminution de la marge de gain ⇒ diminution de la stabilité.
amélioration de la précision.
- ▶ Un correcteur intégral pur fait augmenter la classe du système d'où :
 - ⇒ { amélioration de la précision.
rajout de -90° des phases ⇒ diminution forte de la marge de phase.
- ▶ Connaître l'expression de la fonction de transfert d'un correcteur à retard de phase en sachant qu'il ne change pas la classe du système mais qu'il a un effet positif sur la stabilité, d'où possibilité d'augmenter le gain proportionnel et donc une amélioration (indirecte) de la précision.
- ▶ Savoir qu'un tel correcteur se place à « une décade » à gauche du point critique.
- ▶ Savoir retrouver rapidement les caractéristiques d'un correcteur à retard de phase.