

# ***CORRECTION DES SYSTEMES ASSERVIS***

***I- GENERALITES***

***II- CORRECTION P***

***III- CORRECTION PI***

***IV- CORRECTION A AVANCE DE PHASE***

Déjà vu  
précédemment.




## IV- CORRECTION A AVANCE DE PHASE

### a) Principe :

*L'idée d'une correction dérivée repose sur le fait que la mesure de la dérivée du signal de sortie **permet de prévoir son évolution** et donc de pouvoir réagir suffisamment tôt au niveau de la commande (**phénomène d'anticipation**).*

*Cette action a tendance à stabiliser la réponse, cependant :*

 *une action dérivée trop élevée peut arriver à provoquer l'instabilité (**pompage**) en engendrant des réactions finalement disproportionnées à la variation observée.*

 *elle a tendance à amplifier les bruits de fond.*

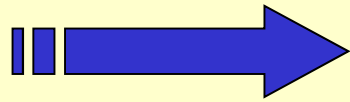
**Nota : un dérivateur pur présenterait un gain quasiment infini pour de grandes pulsations.**

***D'autre part le degré de son numérateur serait supérieur à celui de son dénominateur !***

***Un tel composant n'est donc que très difficilement réalisable.***

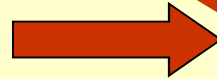


*b) Forme approchée de l'action dérivée :*



*Correcteur à avance de phase*

*Un tel correcteur  
a pour fonction  
de transfert*



$$\frac{1 + a \cdot \tau \cdot p}{1 + \tau \cdot p} \quad (a > 1)$$

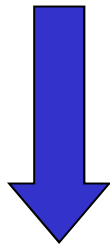
*Nota :* *il s'agit d'un premier  
ordre généralisé.*

ou alors  $\frac{1 + \tau \cdot p}{1 + a \cdot \tau \cdot p}$  avec  $a < 1$

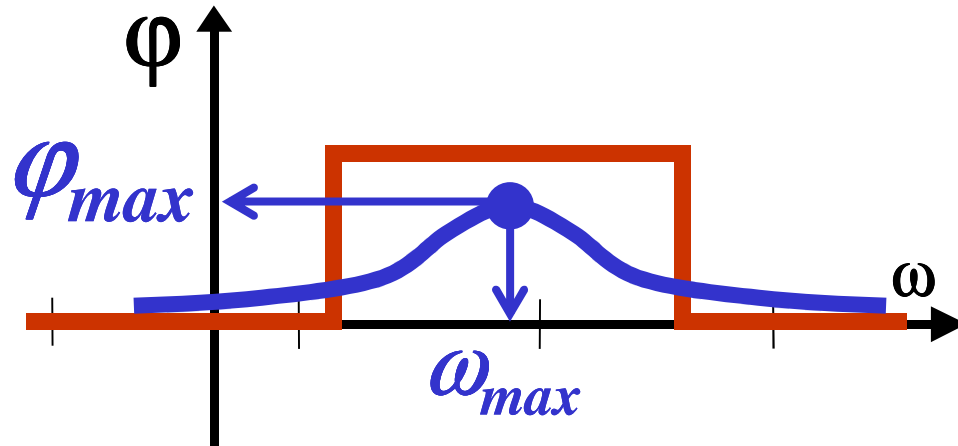
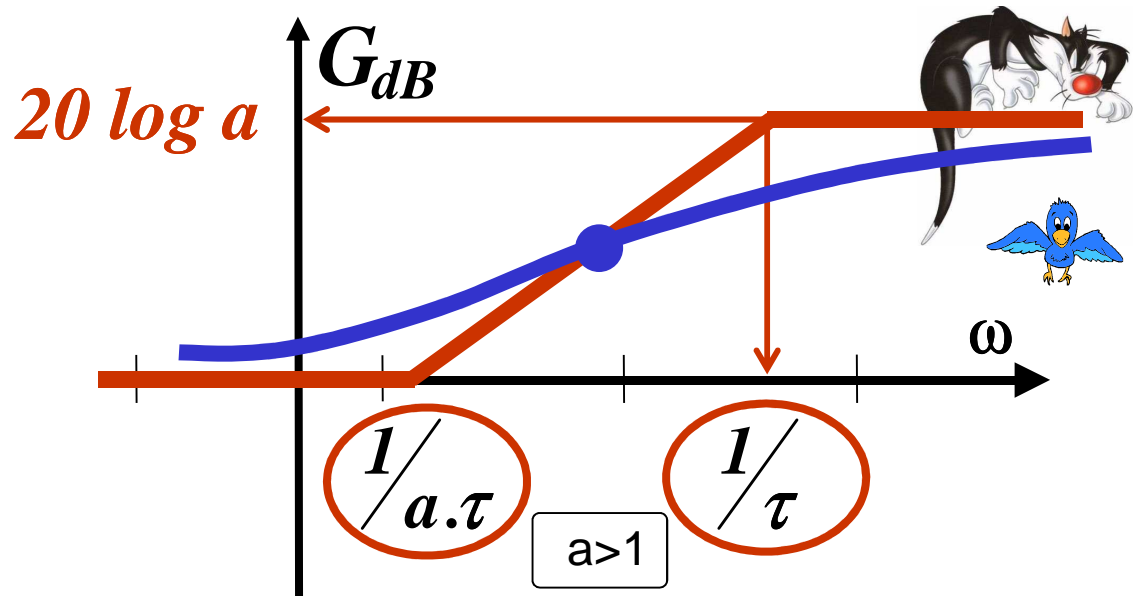
*La classe du système n'est pas modifiée mais il permet  
d'améliorer notamment la rapidité et la stabilité.*

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

avec  $a > 1$



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

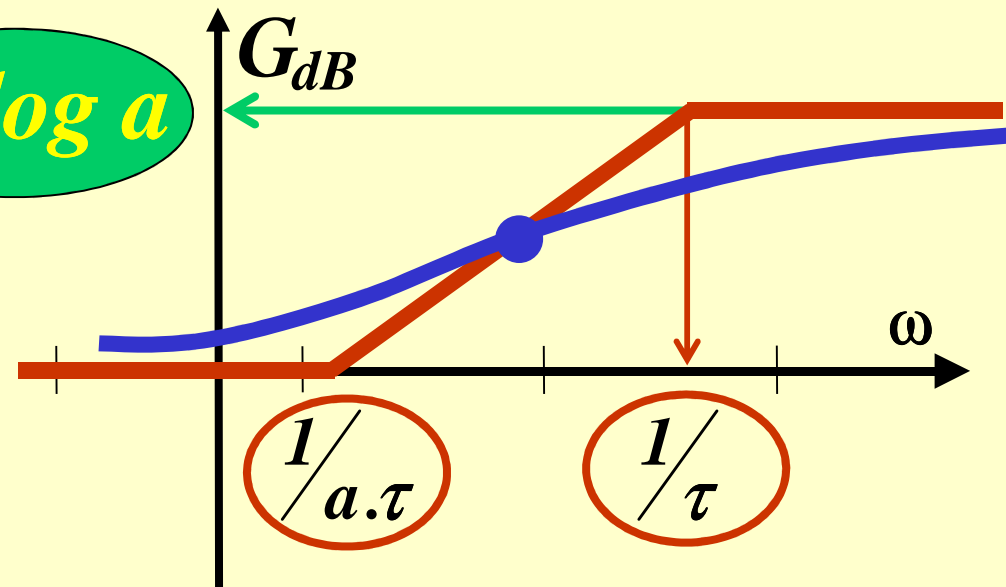


# Calcul du gain maximal

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

avec  $a > 1$

$$20 \log a$$



Simple calcul de limite.

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

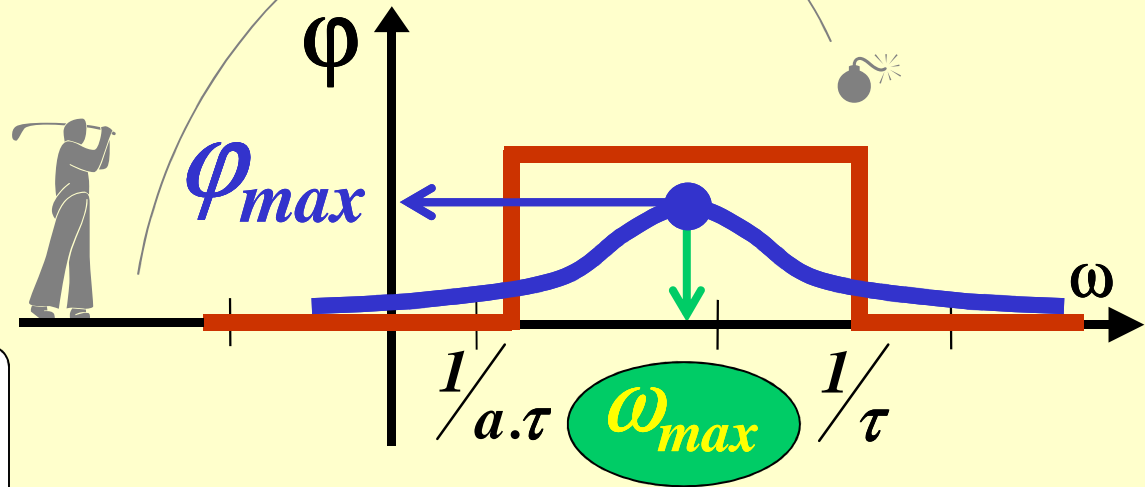
Fonction de transfert harmonique.

soit :  $20 \log |a| = 20 \log a$

## calcul de $\omega_{max}$

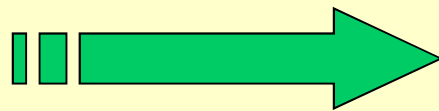
$$\frac{1+a.\tau.p}{1+\tau.p}$$

avec  $a > 1$



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

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



$$\omega_{max} = \frac{1}{\tau.\sqrt{a}}$$

## Calcul de $\varphi_{max}$

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

avec  $a > 1$

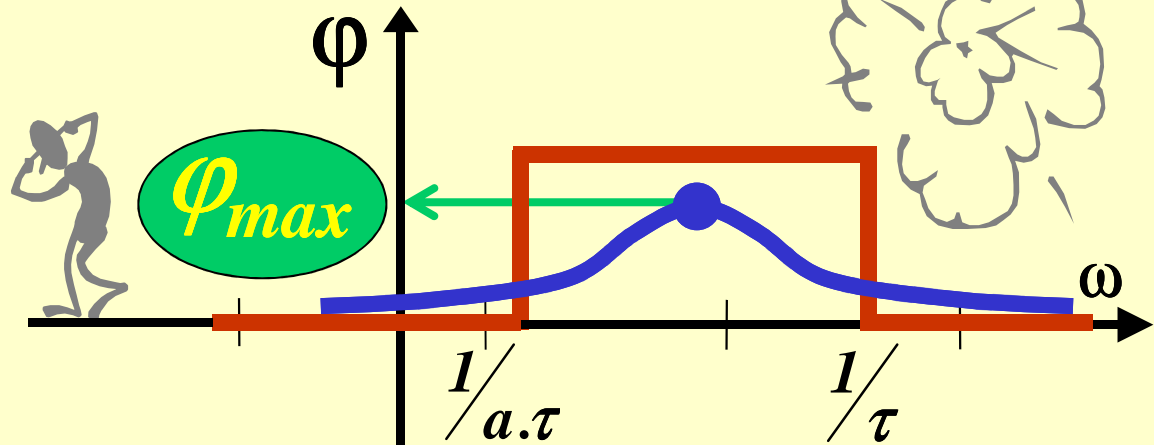
Pour  $\omega = \frac{1}{\tau\sqrt{a}}$

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

Fonction de transfert harmonique.

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

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





## Autre expression de $\varphi_{max}$

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

Utilisons :

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

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

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



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

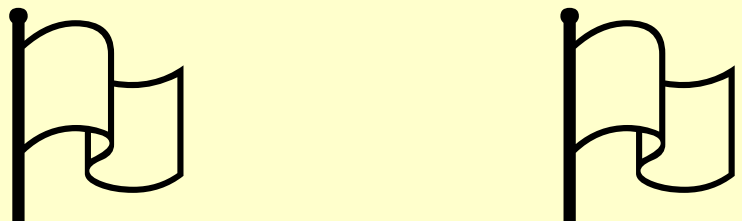
$$\rightarrow 4.a.\sin^2 \varphi = (a-1)^2 - \sin^2 \varphi.(a-1)^2$$

$$\rightarrow \sin^2 \varphi . (a^2 + 2.a + 1) = (a-1)^2$$

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

*Soit finalement :*

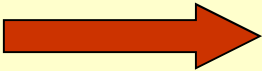
$$\text{Ou alors : } \varphi_{\max} = \text{Arc sin} \left( \frac{a-1}{a+1} \right)$$



$$\sin \varphi = \frac{a-1}{a+1}$$

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

*On remarque que ce type de correcteur apporte de la phase positive dans une certaine plage de pulsations (sans pour autant modifier profondément les gains).*

 *il faut donc **placer cette plage dans la zone du point critique** pour augmenter ainsi la marge de phase.*

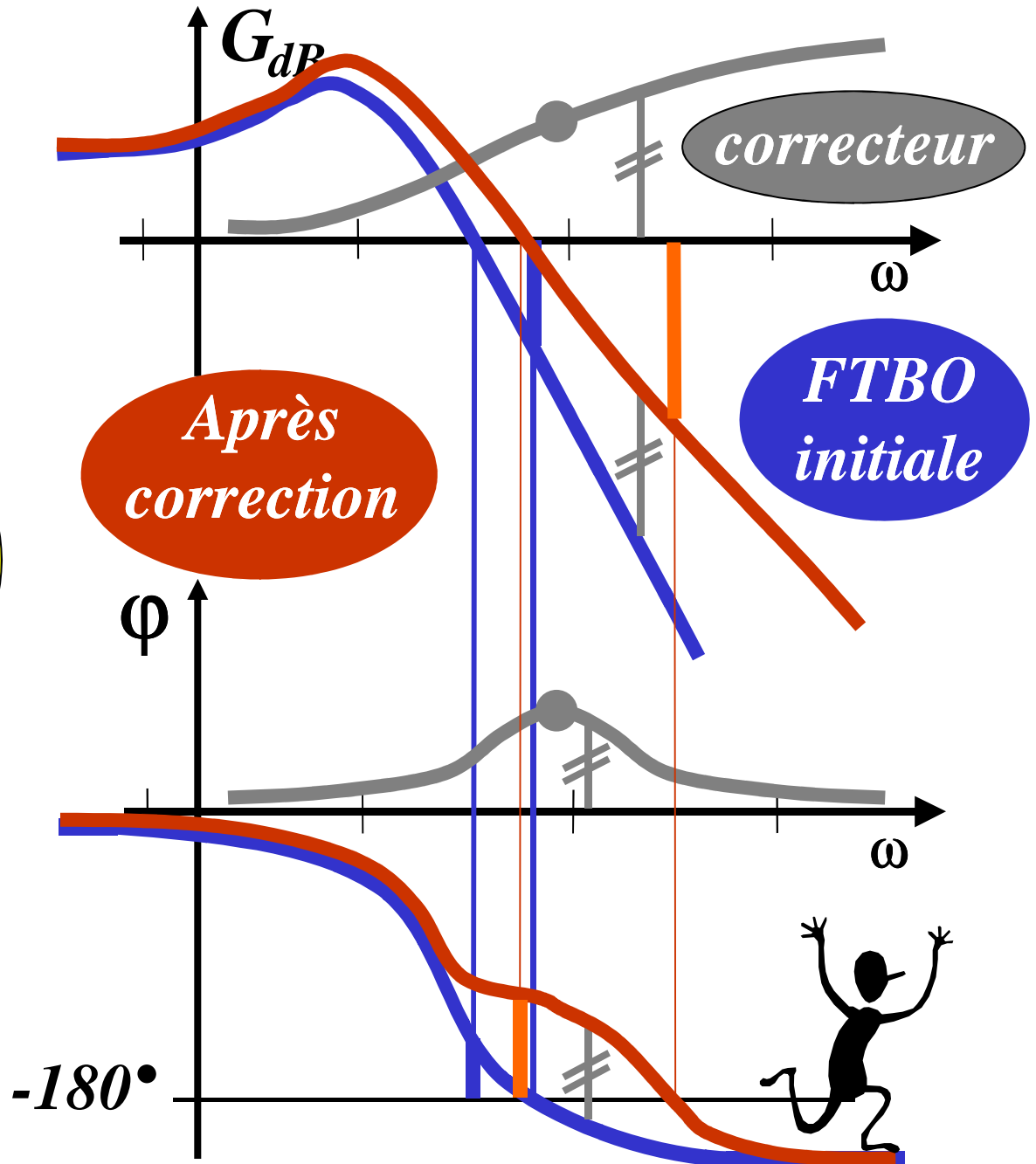
*D'autre part, pour les **pulsations supérieures à  $1/\tau$**  le gain du système initial est assez sensiblement augmenté alors que les phases ne sont pratiquement plus modifiées.*

 *cela a donc tendance à diminuer la marge de gain si le point critique est dans cette zone.*

*Effet de cette correction à avance de phase*

*Correcteur décalé « un peu » à droite par rapport au point critique*

*MG et MP ↗  
BP ↗*



## Nota:

- ▶ *Un correcteur à avance de phase tel que celui décrit précédemment est assez peu utilisé car on ne dispose finalement que d'un réglage assez limité.*
- ▶ *Il est souvent préférable de l'associer à un correcteur proportionnel qui permet de mieux affiner les réglages.*
- ▶ *Il est évidemment intéressant d'associer les trois types de correction possibles permettant ainsi de disposer de **trois paramètres de réglage** pour agir notamment sur :*

*Stabilité      Précision      Rapidité*  
***P                      I                      D***

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

- ▶ Connaître l'expression de la fonction de transfert d'un correcteur à avance 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 rapidité par augmentation de la bande passante.
- ▶ Savoir qu'un tel correcteur se place « *un peu à droite* » du point critique.
- ▶ Savoir retrouver rapidement les caractéristiques d'un correcteur à avance de phase.

Peut également être  
utilisé pour améliorer  
la précision...