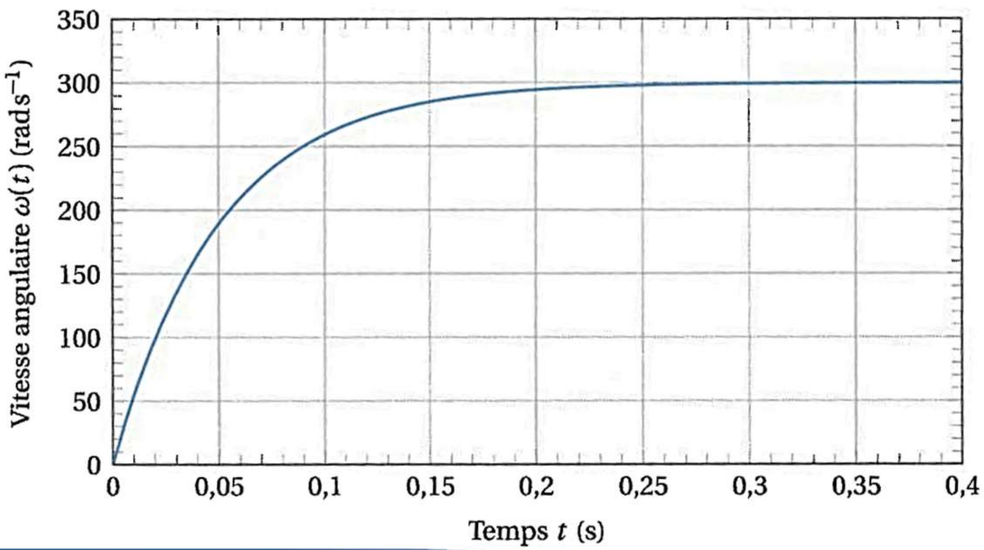
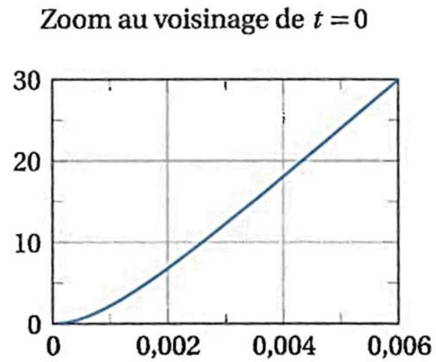
Réduction d’ordre et pôle dominant

Pôle dominant et réduction d'ordre

Certains des **pôles** de la **FTBF** du système ont une **contribution prépondérante** sur le **comportement dynamique** du système : il s'agit des pôles à **partie réelle négative** les **plus proches** de **l'axe** des **imaginaires**. Ils sont appelés "**pôles dominants**".

<u>Exemple :</u> Dans un moteur à courant continu, la très faible valeur de l'inductance L, amène à une « constante de temps électrique » (terme en $\frac{1}{Lp+R}$) très inférieure à la « constante de temps mécanique » (terme en $\frac{1}{Jp+f}$). Dans ce cas les pôles sont très éloignés les uns des autres, ce qui permet de le modéliser par un 1er ordre plutôt qu'un 2nd ordre.

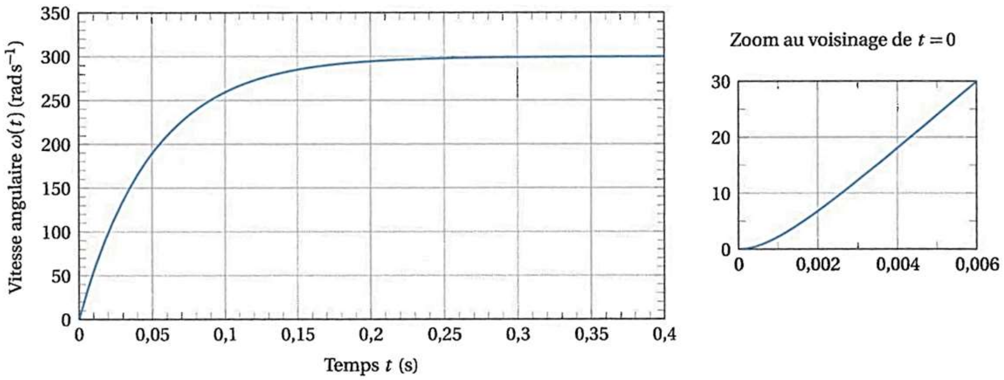


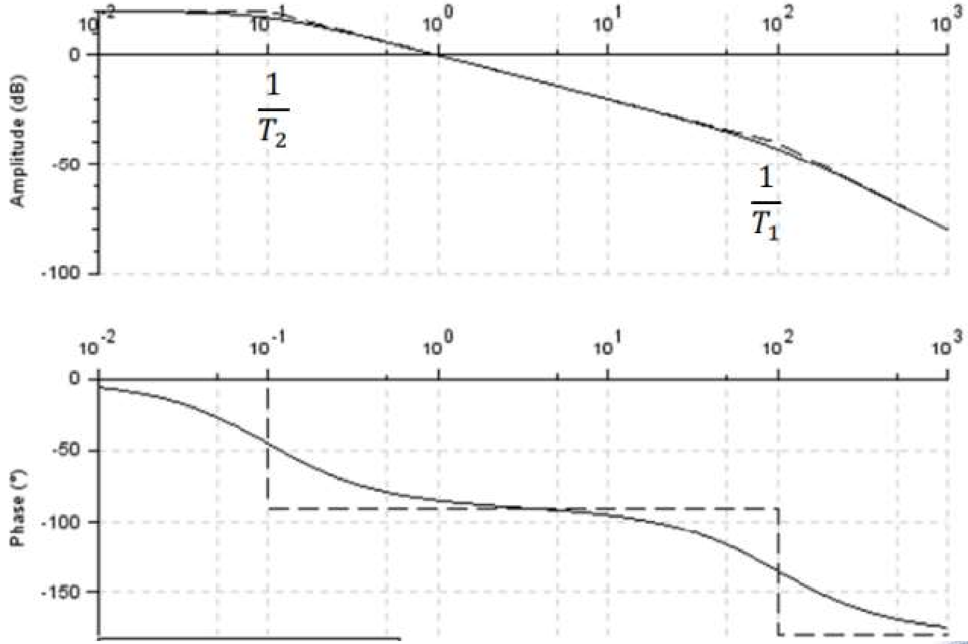


Pôle dominant et réduction d'ordre

<u>Attention</u> : les conséquences de ces simplifications ne sont valables que pour des études basées sur les réponses temporelles. La réponse à une excitation harmonique à haute fréquence peut être fortement influencée par les « pôles rapides » (non dominants), et pas du tout par les pôles « lents » (dominants).

Quelle plage de validité pour le fréquentiel ?



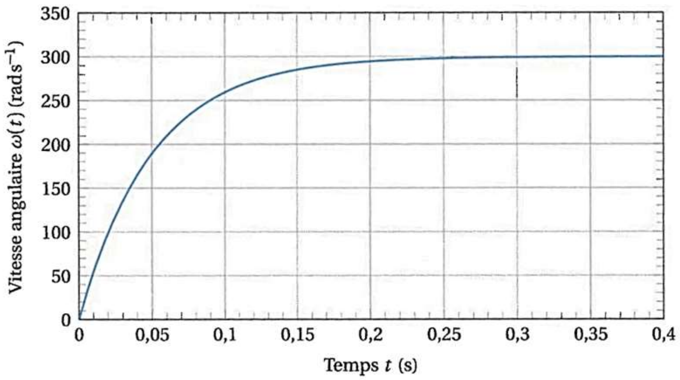


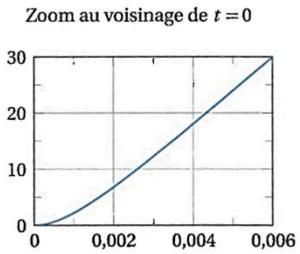
Pôle dominant et réduction d'ordre

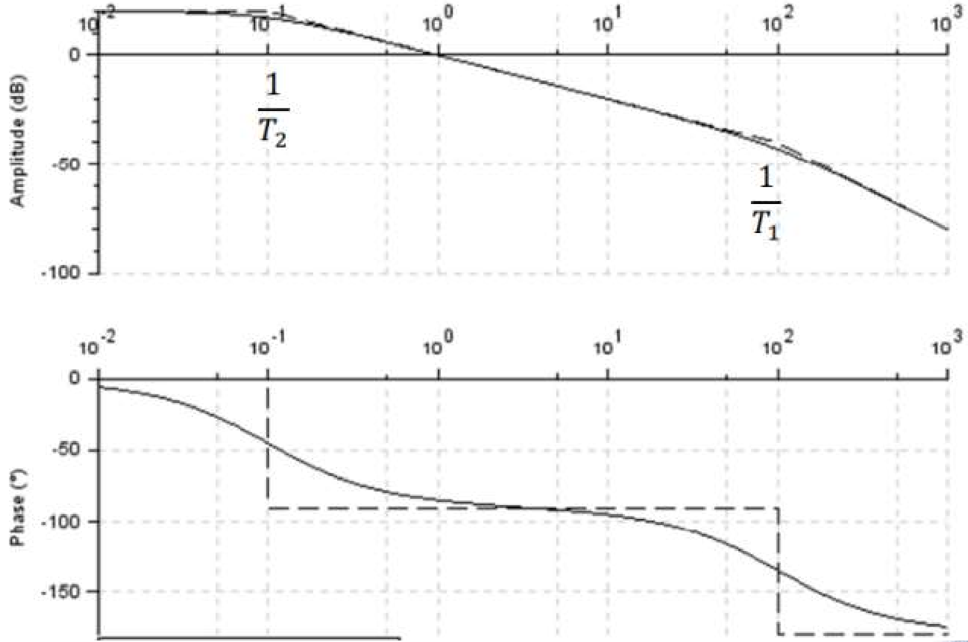
Attention : les conséquences de ces simplifications ne sont valables que pour des études basées sur les réponses temporelles. La réponse à une excitation harmonique à haute fréquence peut être fortement influencée par les « pôles rapides » (non dominants), et pas du tout par les pôles « lents » (dominants).

Quelle plage de validité pour le fréquentiel ?

En fréquentiel, on vérifie que le modèle simplifié d'un 1er ordre représente très bien la fonction de transfert en **basse** fréquence. Seules les composantes **rapides** des signaux temporels voient une différence de comportement entre le modèle non simplifié et le modèle simplifié.

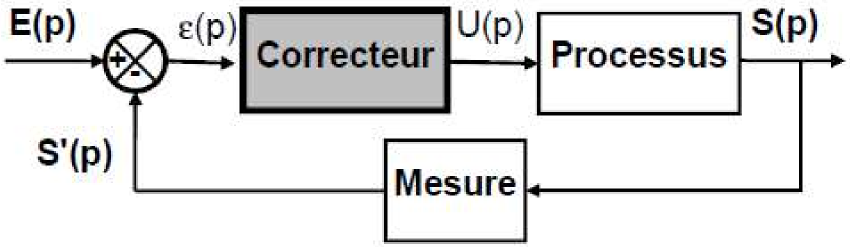






Compensation de pôle dominant

Soit le système asservi suivant:



Prenons l'exemple où le processus est une machine à courant continu en utilisation moteur, sa fonction de transfert pouvant se mettre sous la forme:

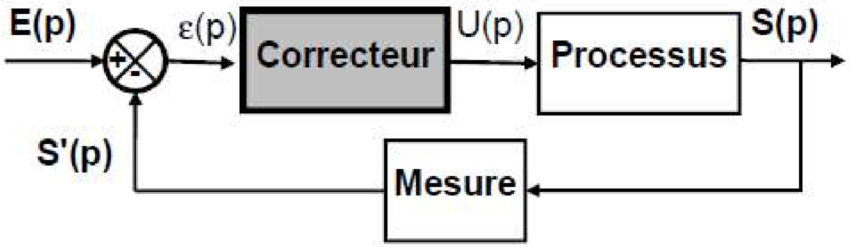
$$H_{processus}(p) = \frac{K}{(1+\tau_e p)(1+\tau_m p)}$$

Avec τ_e la constante de temps électrique du moteur et τ_m la constante mécanique. On sait que $\tau_e \ll \tau_m$.

Ainsi $\boldsymbol{\tau_m}$ **est le pôle dominant.**

Compensation de pôle dominant

Soit le système asservi suivant:



Prenons l'exemple où le processus est une machine à courant continu en utilisation moteur, sa fonction de transfert pouvant se mettre sous la forme:

$$H_{processus}(p) = \frac{K}{(1+\tau_e p)(1+\tau_m p)}$$

Avec τ_e la constante de temps électrique du moteur et τ_m la constante mécanique. On sait que $\tau_e \ll \tau_m$.

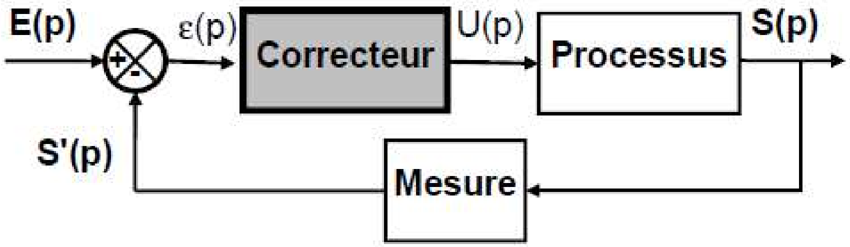
Ainsi $\boldsymbol{\tau_m}$ **est le pôle dominant.**

La fonction $H_{processus}(p)$ est issue des équations physiques, on ne peut pas la modifier. En revanche, on peut choisir la fonction $C(p)$ du correcteur afin d'atteindre les performances souhaitées.

On peut choisir $C(p) = 1 + \tau_m p$

Compensation de pôle dominant

Soit le système asservi suivant:



Prenons l'exemple où le processus est une machine à courant continu en utilisation moteur, sa fonction de transfert pouvant se mettre sous la forme:

$$H_{processus}(p) = \frac{K}{(1+\tau_e p)(1+\tau_m p)}$$

Avec τ_e la constante de temps électrique du moteur et τ_m la constante mécanique. On sait que $\tau_e \ll \tau_m$.

Ainsi $\boldsymbol{\tau_m}$ **est le pôle dominant.**

La fonction $H_{processus}(p)$ est issue des équations physiques, on ne peut pas la modifier. En revanche, on peut choisir la fonction $C(p)$ du correcteur afin d'atteindre les performances souhaitées.

On peut choisir $C(p) = 1 + \tau_m p$, dans ce cas $FTCD = \frac{K(1+\tau_m p)}{(1+\tau_e p)(1+\tau_m p)} = \frac{K}{(1+\tau_e p)}$

On parle de **compensation de pôle dominant.**

Remarque: il va de soit que τ_m n'étant plus présent, τ_e n'est plus négligeable…

Matrice de confusion

Matrice de confusion

- La matrice de confusion s'applique au problème de classification.
- Elle permet de représenter les résultats afin de les interpréter. Les colonnes représentent les données classifiées par la phase de test tandis que les lignes représentent les données labélisées. Ainsi, la diagonale montre les classifications correctes et les termes hors diagonaux les erreurs de classification.
- **Remarque** : Le principe est le même pour plus que de deux catégories de classification.

Labels issus du jeu de données	Positif	Vrai positif (VP)	Faux négatif (FN)
	Négatif	Faux positif (FP)	Vrai négatif (VN)
		Positif	Négatif
	Labels issus de la classification (phase de test)		

Matrice de confusion

Plusieurs métriques de performances sont définies, dont :

- La sensibilité est la probabilité que l'appartenance d'une donnée à une classe soit prédite vraie si elle l'est en réalité. C'est-à-dire que c'est la mesure de la capacité d'un test binaire à donner une réponse positive lorsqu'une réponse positive est attendue :

$$sensibilité = \frac{VP}{VP + FN}$$

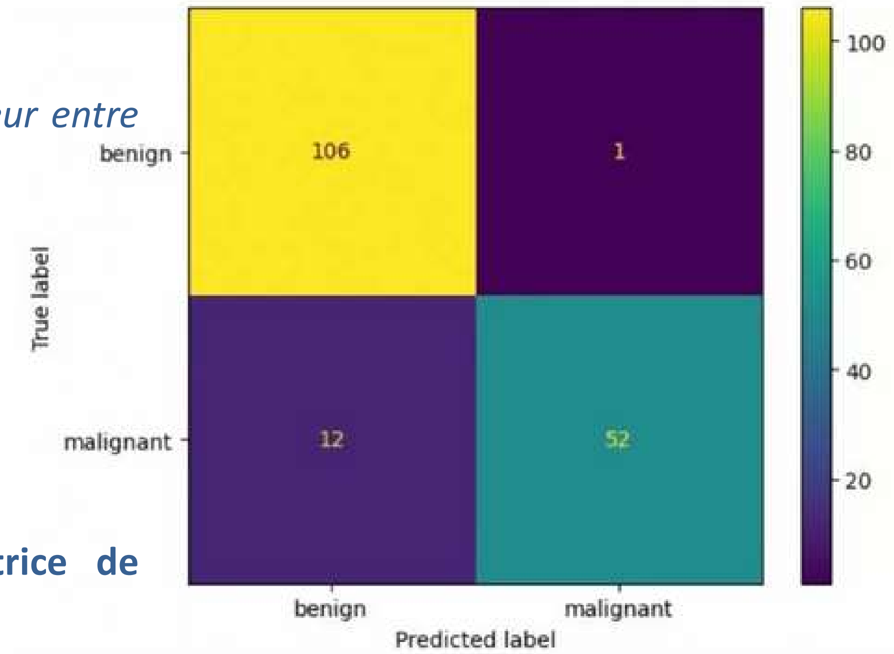
- La spécificité est l'analogue pour une réponse négative, c'est-à-dire la mesure de la capacité d'un test binaire à donner une réponse négative lorsqu'une réponse négative est attendue :

$$spécificité = \frac{VN}{VN + FP}$$

Labels issus du jeu de données	Positif	Vrai positif (VP)	Faux négatif (FN)
	Négatif	Faux positif (FP)	Vrai négatif (VN)
		Positif	Négatif
	Labels issus de la classification (phase de test)		

Matrice de confusion

Exemple de matrice de confusion sur la classification de tumeur entre bénigne et maligne.



$$sensibilité = \frac{VP}{VP + FN}$$

$$spécificité = \frac{VN}{VN + FP}$$

1. **Déterminer la sensibilité du modèle liée à la matrice de confusion ci-dessus.**

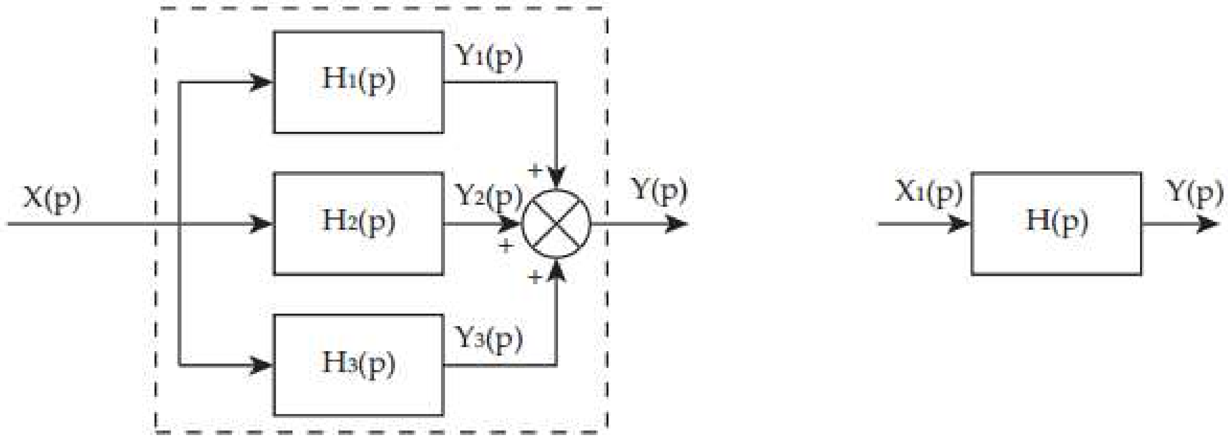
2. **Déterminer maintenant la spécificité.**

3. **Que signifie la case en bas à gauche ?**

Manipulation de schéma bloc

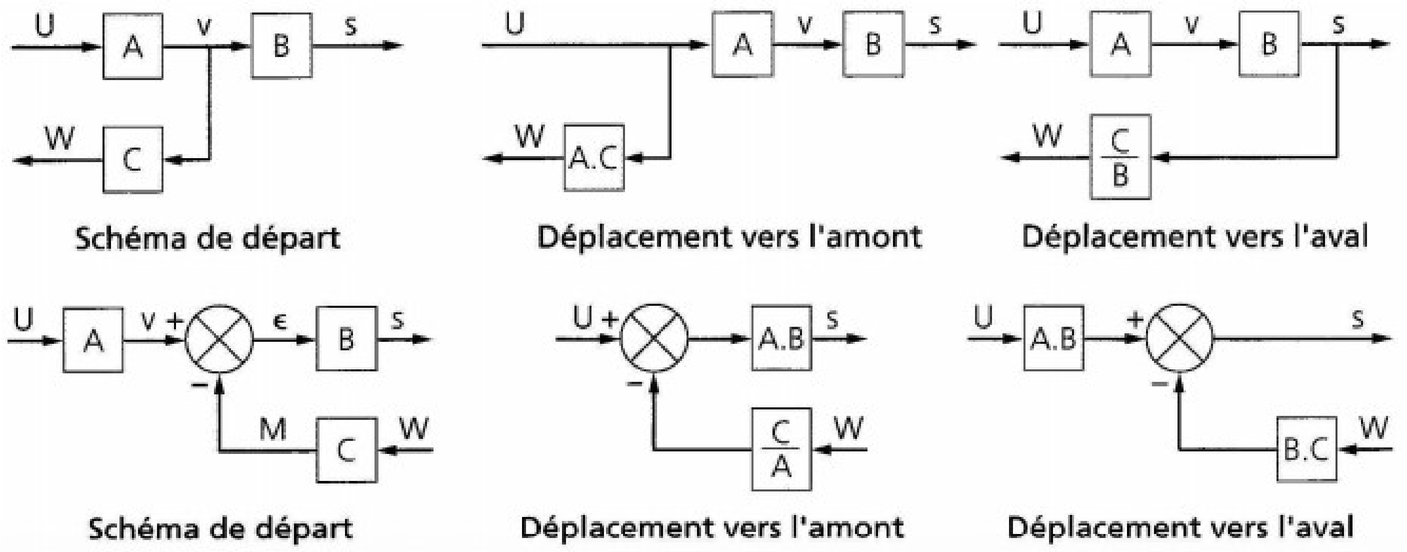
Association de blocs en série

Association de blocs en parallèle



Modifications de schéma-blocs

Les schémas blocs peuvent être modifiés pour être capable de calculer la fonction de transfert globale à l'aide de la formule de Black. Les opérations simples de modifications de schéma-blocs à connaître ou à savoir faire sont les suivantes :

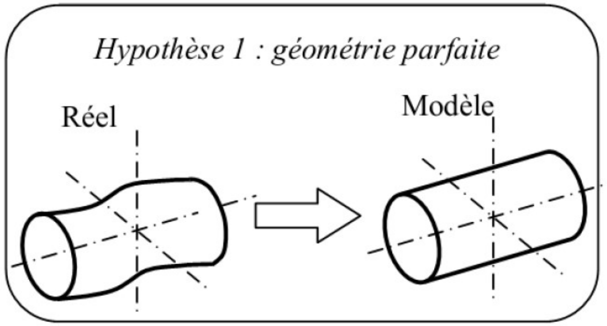


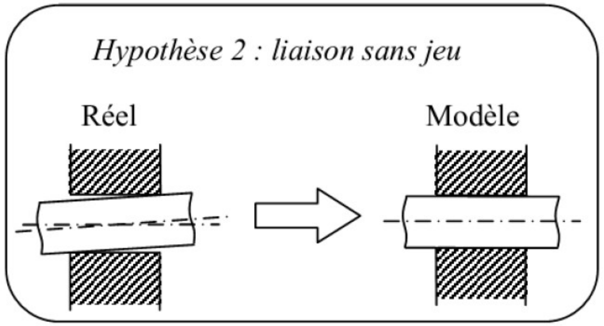
Remarque : Les schéma-blocs représentent des équations, on peut les manipuler tant que le nouveau schéma-bloc représente toujours la même équation

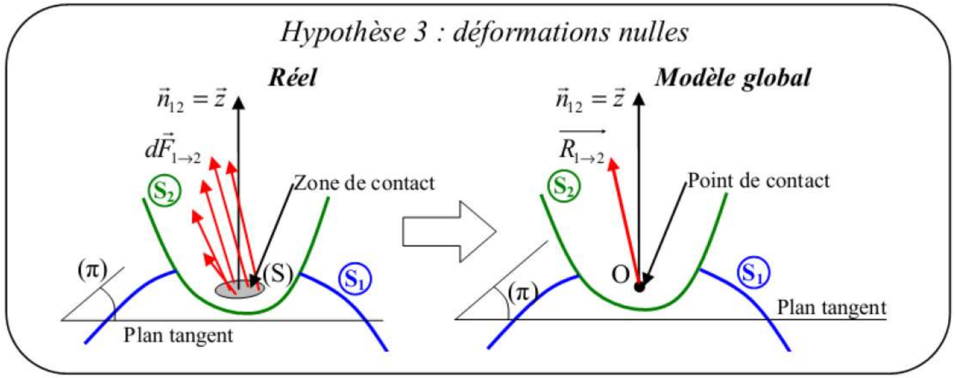
Frottements et statique

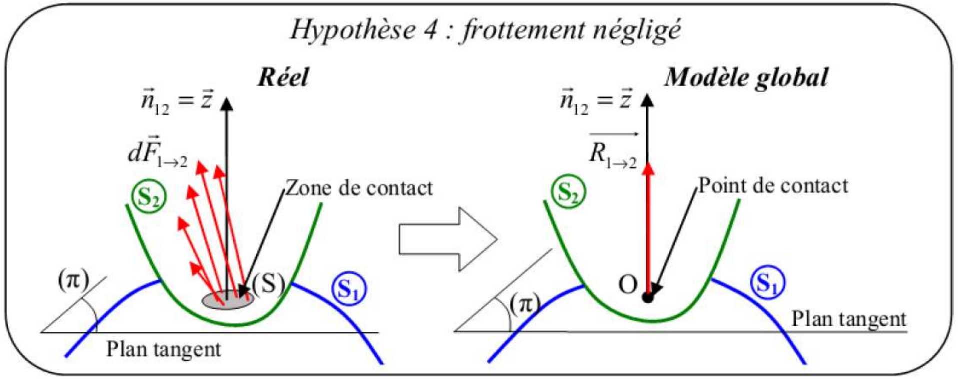
Deux hypothèses fondamentales supplémentaires sont nécessaires à la mise en place du modèle d'action mécanique transmissible :

Liaison parfaite (modélisation)









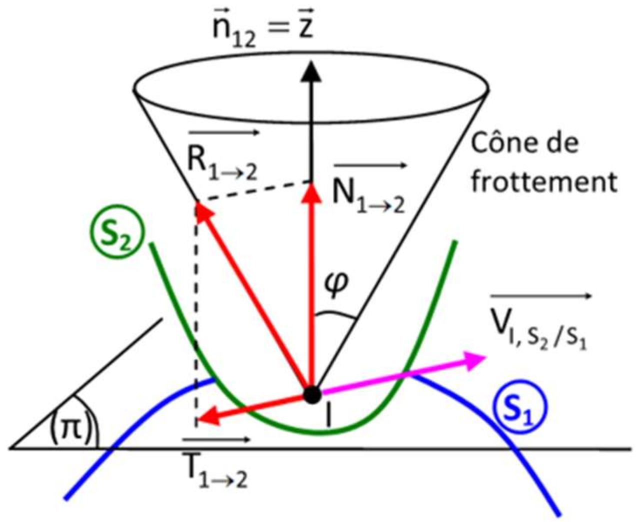
Modélisation du frottement

1ère loi de Coulomb :

Glissement en $I \Rightarrow \overrightarrow{V_{I,S_2/S_1}} \neq \vec{0}$

On définit un coefficient de frottement f tel que $f = \tan\varphi$ où φ est le demi angle au sommet du cône de frottement.

- La composante tangentielle $\overrightarrow{T_{1\to2}}$ est opposée à la vitesse de glissement $\overrightarrow{V_{I,S_2/S_1}}$.
- $\overrightarrow{R_{1\to2}}$ est toujours sur le cône de frottement.
- On connaît exactement $\|\overrightarrow{T_{1\to2}}\| = f.\|\overrightarrow{N_{1\to2}}\|$

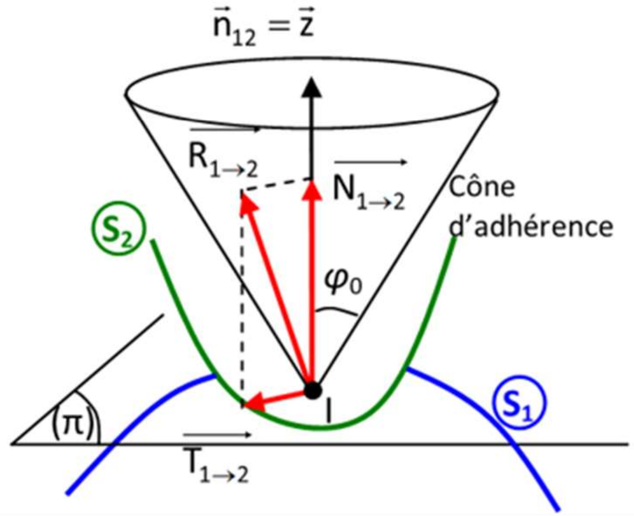


2ème loi de Coulomb :

Non glissement en $I \Rightarrow \overrightarrow{V_{I,S_2/S_1}} = \vec{0}$

On définit un coefficient d'adhérence f_0 tel que $f_0 = \tan\varphi_0$ où φ_0 est le demi angle au sommet du cône d'adhérence.

- $\overrightarrow{R_{1\to2}}$ est toujours dans le cône d'adhérence.
- On ne connaît pas exactement $\|\overrightarrow{T_{1\to2}}\| \leq f_0.\|\overrightarrow{N_{1\to2}}\|$



Modélisation du frottement

En première approximation, on considère que le facteur prépondérant du coefficient de frottement concerne uniquement la nature des matériaux en contact.

Matériaux en contact	Coefficient de frottement
Acier sur acier	De 0,2 à 0,3
Acier sur bronze	De 0,12 à 0,2
Acier sur PTFE	De 0,02 à 0,08
Acier sur garniture de friction	De 0,25 à 0,4
Pneu neuf sur chaussée	De 0,3 à 0,6

Le coefficient de frottement f est un coefficient adimensionnel qui ne dépend pas de l'effort normal appliqué !

Pour étudier l'équilibre d'un solide lorsque celui-ci adhère (non-glissement en I), **on peut se placer à la limite du glissement** (c'est-à-dire dans l'hypothèse limite où le solide commence à glisser). Il n'y a donc pas encore de mouvement relatif mais on peut appliquer la première loi de Coulomb. Se placer à la limite du glissement revient donc à considérer que $\overrightarrow{R_{1\to2}}$ est sur le cône de frottement.

$$\left\|\overrightarrow{T_{1\to2}}\right\| = f.\left\|\overrightarrow{N_{1\to2}}\right\|$$

Résolution statique avec frottement

La méthode de résolution analytique des problèmes de statique **reste la même** que celle vue dans le cours de statique analytique. **La prise en compte du frottement permet d'ajouter une équation scalaire supplémentaire** (du type $\boldsymbol{T_{ij} = f_0 . N_{ij}}$ **à la limite du glissement**) pour chaque couple de solides en contact avec frottement lors de l'étape de résolution du système d'équation.

Au programme

Jeudi prochain (14h-16h)

- Exercices divers (cahier de prepa)
- Sujet de concours
- Rappel de cours/méthodes

Aujourd'hui

- Exercices de statique avec frottement (Cahier de prepa):
    - *Application: Frottement et statique (1.Révisions/statique/cours)*
    - *Modèle local avec frottement: Frein TGV (1.Révisions/statique/TD/TD statique suite)*
    - *Classique véhicule en pente: 4x4 (1.Révisions/statique/TD/TD1)*
- Continuer les exercices précédents