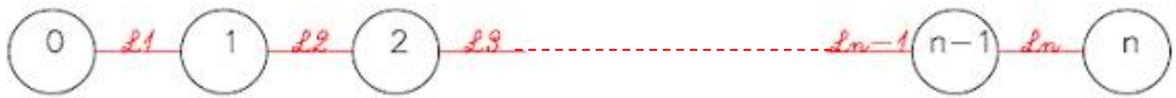
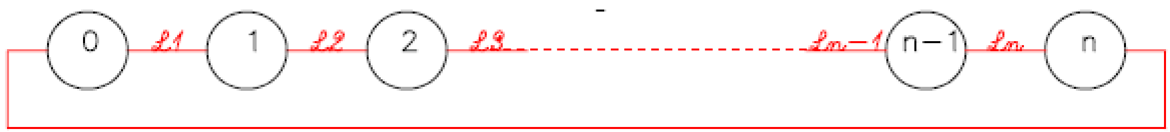
S7 - association de liaisons

Chaine de liaisons :

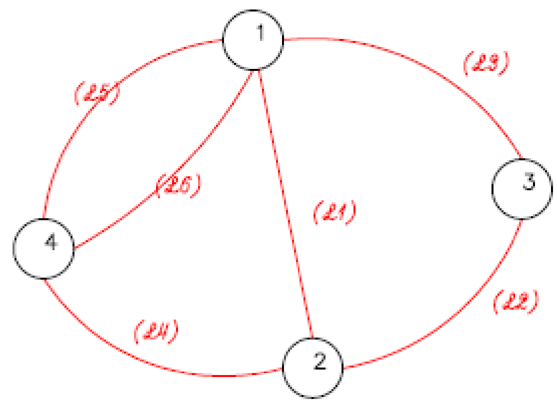
Chaîne ouverte :



Chaîne fermée :



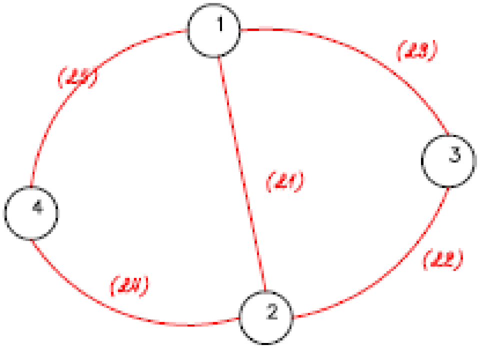
Chaîne complexe :



Nombre cyclomatique :

$$\gamma = l - n + 1$$

Exemple :



n = 4

l = 5

γ = 5 – 4 + 1 = 2

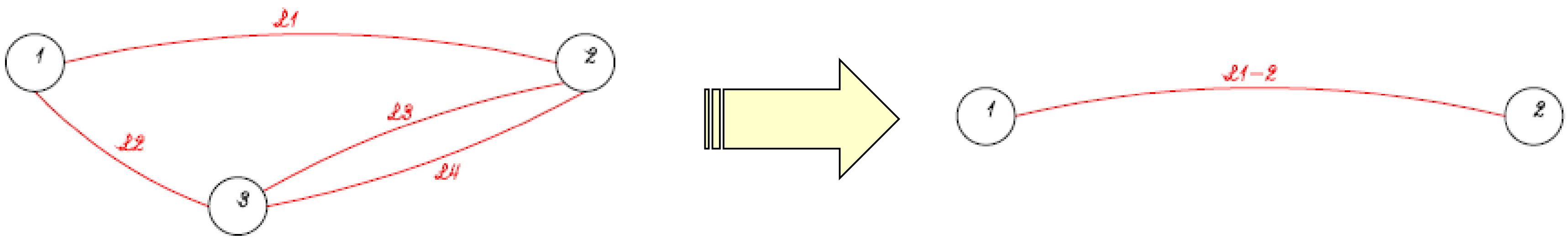
La chaîne comporte deux chaînes indépendantes.

S7 - association de liaisons

Définition :

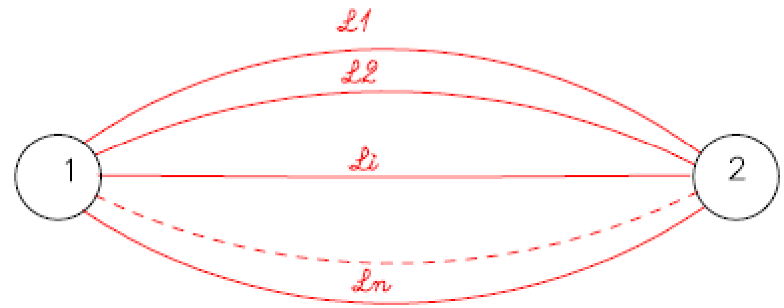
Liaison équivalente :

liaison qui se substituerait à l'ensemble des liaisons réalisées entre ces ensembles avec ou sans pièce intermédiaire.



S7 - association de liaisons

Association en parallèle :



$\{V_i\}$: champ de vecteurs cinématique de la liaison L_i.

$\{V\}$: champ de vecteurs cinématique de la liaison équivalente.

$\forall i \quad \{V\} = \{V_i\}$ c'est-à-dire $\{V\} = \{V_1\} = \{V_2\} = \{V_3\} = \ldots = \{V_n\}$

Calcul du champ de vecteur des AM : $\{\tau_{eq}\} = {}_O\{\tau_1\} + {}_O\{\tau_2\} + \ldots + {}_O\{\tau_n\}$

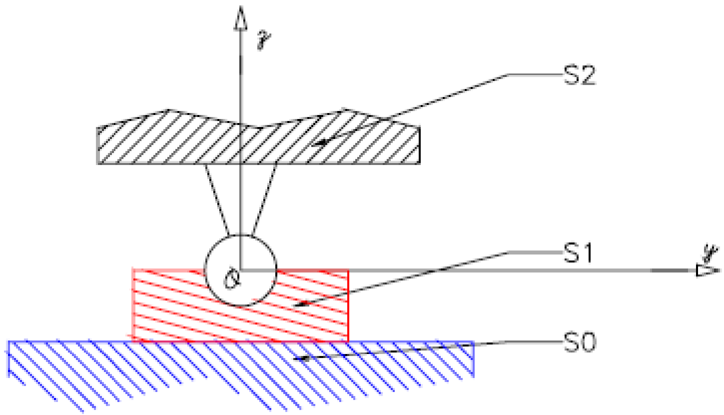
Association en série :

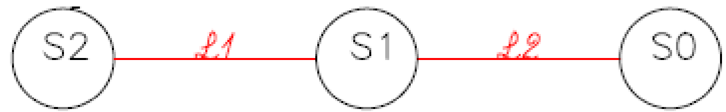
$$\left\{V_{S_n/S_0}\right\} = \sum_{i=1}^{n} \left\{V_{S_i/S_{i-1}}\right\}$$

c'est-à-dire $\left\{V\right\} = \left\{V_1\right\} + \left\{V_2\right\} + \left\{V_3\right\} + \ldots + \left\{V_n\right\}$

Calcul du torseur cinématique $\left\{\mathcal{V}_{eq}\right\} = {}_O\left\{\mathcal{V}_1\right\} + {}_O\left\{\mathcal{V}_2\right\} + \ldots + {}_O\left\{\mathcal{V}_n\right\}$

Exemple d'association en série :

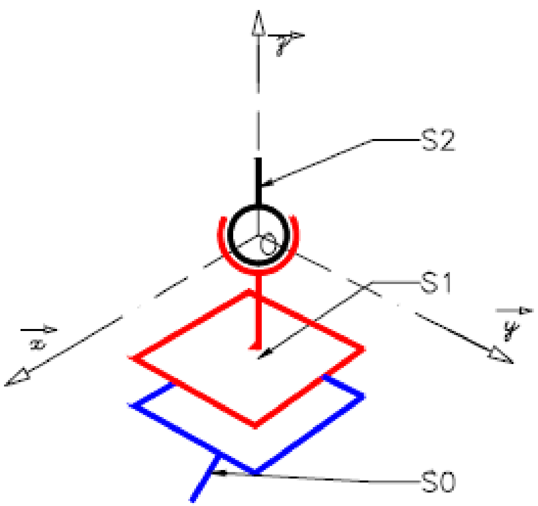




L_1 : liaison rotule entre S_2 et S_1

L_2 : liaison appui plan entre S_1 et S_0

$$\left\{V_{S_2/S_0}\right\} = \left\{V_{S_2/S_1}\right\} + \left\{V_{S_1/S_0}\right\}$$

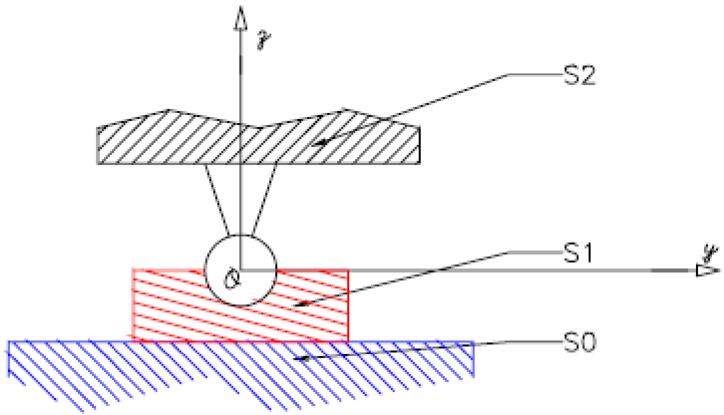


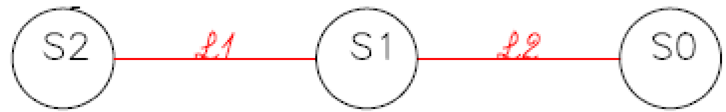
$$\left\{V_{S_2/S_1}\right\} = {}_O\begin{Bmatrix} \alpha_2 & 0 \\ \beta_2 & 0 \\ \gamma_2 & 0 \end{Bmatrix}_{\Re} \qquad \left\{V_{S_1/S_0}\right\} = {}_O\begin{Bmatrix} 0 & u_1 \\ 0 & v_1 \\ \gamma_1 & 0 \end{Bmatrix}_{\Re}$$

$$\left\{V_{S_2/S_0}\right\} = {}_O\begin{Bmatrix} \alpha & u \\ \beta & v \\ \gamma & 0 \end{Bmatrix}_{\Re}$$

S7 - association de liaisons

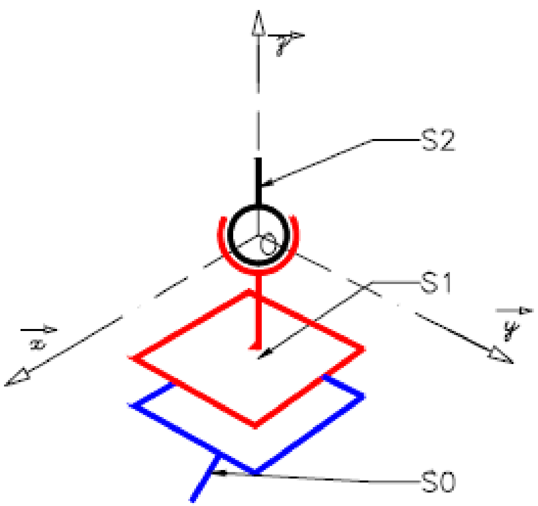
Exemple d'association en série :





L_1 : liaison rotule entre S_2 et S_1
L_2 : liaison appui plan entre S_1 et S_0

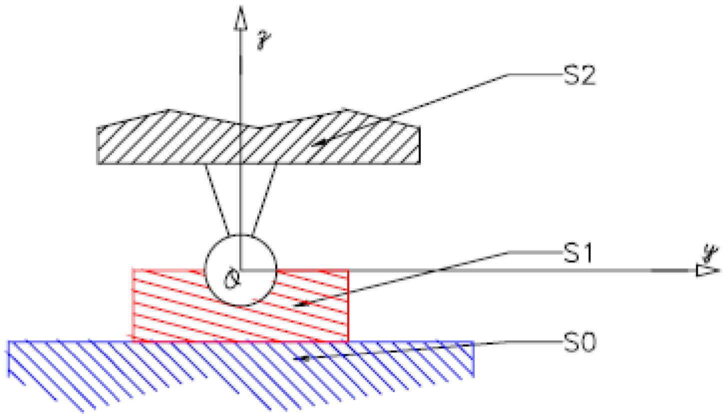
$$\left\{V_{S_2/S_0}\right\} = \left\{V_{S_2/S_1}\right\} + \left\{V_{S_1/S_0}\right\}$$

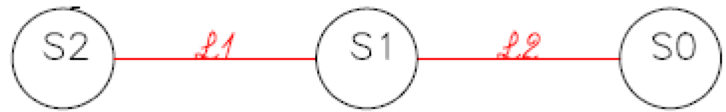


$$\left\{V_{S_2/S_1}\right\} = {}_O\begin{Bmatrix} \alpha_2 & 0 \\ \beta_2 & 0 \\ \gamma_2 & 0 \end{Bmatrix}_{\Re} \qquad \left\{V_{S_1/S_0}\right\} = {}_O\begin{Bmatrix} 0 & u_1 \\ 0 & v_1 \\ \gamma_1 & 0 \end{Bmatrix}_{\Re}$$

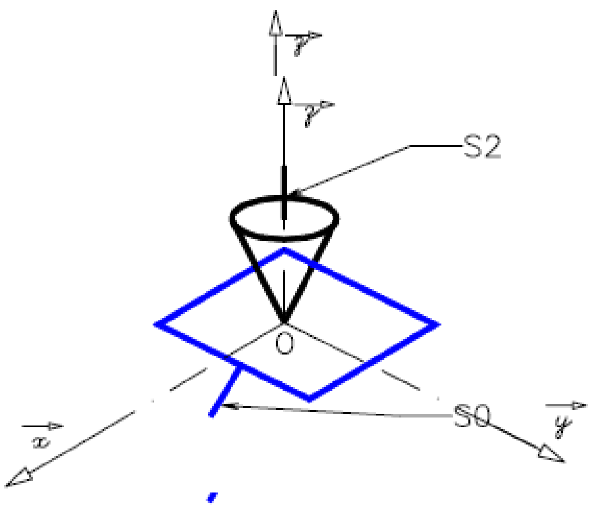
Alors $\left| \begin{array}{l} \alpha = \alpha_2 + 0 \\ \beta = \beta_2 + 0 \\ \gamma = \gamma_2 + \gamma_1 \end{array} \right.$ et $\left| \begin{array}{l} u = u_1 \\ v = v_1 \\ w = 0 \end{array} \right.$

Exemple d'association en série :





Alors
$$\left|\begin{aligned} \alpha &= \alpha_2 + 0 \\ \beta &= \beta_2 + 0 \\ \gamma &= \gamma_2 + \gamma_1 \end{aligned}\right. \quad \text{et} \quad \left|\begin{aligned} u &= u_1 \\ v &= v_1 \\ w &= 0 \end{aligned}\right.$$



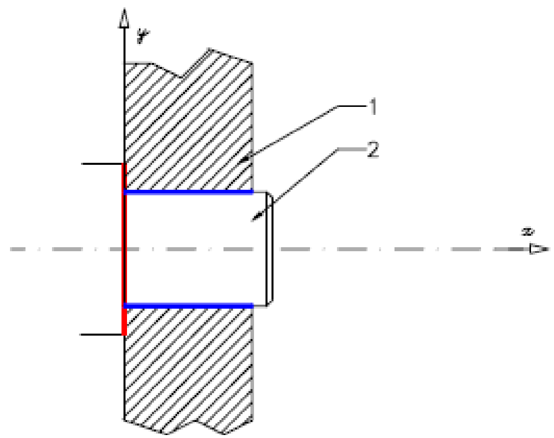
liaison équivalente :
ponctuelle d'axe Oz.

Intérêt : ponctuelle avec surface de contact plus importante ⇒ diminuer la pression de contact.

S7 - association de liaisons

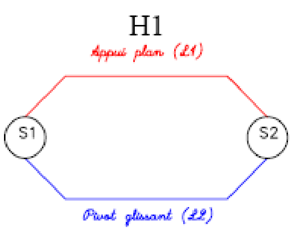
Exemple d'association en parallèle :

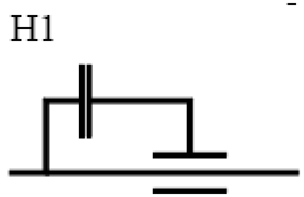
Axe épaulé : choix d'un modèle de représentation

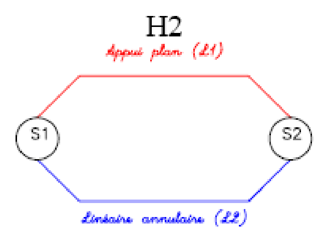


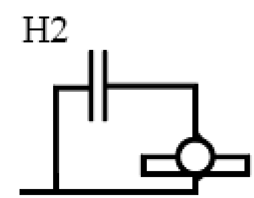
Hypothèse 1 : l/d > 1,5

Hypothèse 2 : l/d < 1





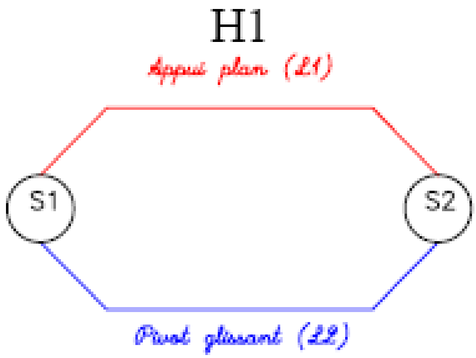




S7 - association de liaisons

Exemple d'association en parallèle:

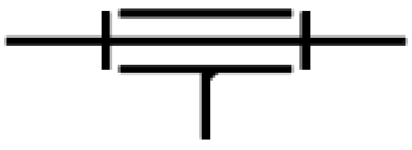
$$\left\{\tau_{S_2/S_1}\right\} = \left\{\tau\, L_{1\,S_2/S_1}\right\} + \left\{\tau\, L_{2\,S_2/S_1}\right\}$$

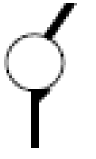


$$\left\{\tau\, L_1\right\} = {}_O\begin{Bmatrix} X_1 & 0 \\ 0 & M_1 \\ 0 & N_1 \end{Bmatrix}_{\Re} \qquad \left\{\tau\, L_2\right\} = {}_O\begin{Bmatrix} 0 & 0 \\ Y_2 & M_2 \\ Z_2 & N_2 \end{Bmatrix}_{\Re}$$

$$\left| \begin{array}{l} X = X_1 \\ Y = Y_2 \\ Z = Z_2 \end{array} \right. \qquad \left| \begin{array}{c} L = 0 \\ M = M_1 + M_2 \\ N = N_1 + N_2 \end{array} \right. \qquad \left\{\tau_{S_2/S_1}\right\} = {}_O\begin{Bmatrix} X & 0 \\ Y & M \\ Z & N \end{Bmatrix}_{\Re}$$

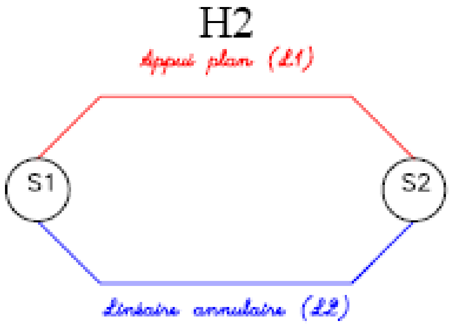
liaison équivalente : pivot d'axe Ox
Remarque : M et N deux fois : rotations supprimées deux fois.
Le système est hyperstatique d'ordre 2.
qualité d'usinage importante (coùt important)
mais l'assemblage est plus rigide.





Exemple d'association en parallèle :

$$\{\tau_{S_2/S_1}\} = \{\tau\, L_{1\,S_2/S_1}\} + \{\tau\, L_{2\,S_2/S_1}\}$$



$$\{\tau\, L_1\} = {}_O\begin{Bmatrix} X_1 & 0 \\ 0 & M_1 \\ 0 & N_1 \end{Bmatrix}_{\Re} \qquad \{\tau\, L_2\} = {}_O\begin{Bmatrix} 0 & 0 \\ Y_2 & 0 \\ Z_2 & 0 \end{Bmatrix}_{\Re}$$

$$\left| \begin{array}{l} X = X_1 \\ Y = Y_2 \\ Z = Z_2 \end{array} \right. \qquad \left| \begin{array}{l} L = 0 \\ M = M_1 \\ N = N_1 \end{array} \right. \qquad \{\tau_{S_2/S_1}\} = {}_O\begin{Bmatrix} X & 0 \\ Y & M \\ Z & N \end{Bmatrix}_{\Re}$$

liaison équivalente : pivot d'axe Ox
Remarque : une seule mobilité restante.
mobilités bloquées une seule fois.
Le système est isostatique.