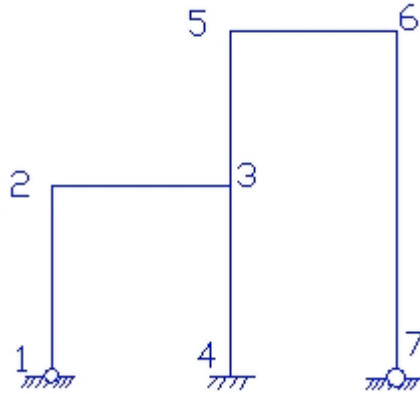


Degré d'hyperstaticité d'une structure

Problème :

Pour la structure suivante, déterminer son degré d'hyperstaticité.

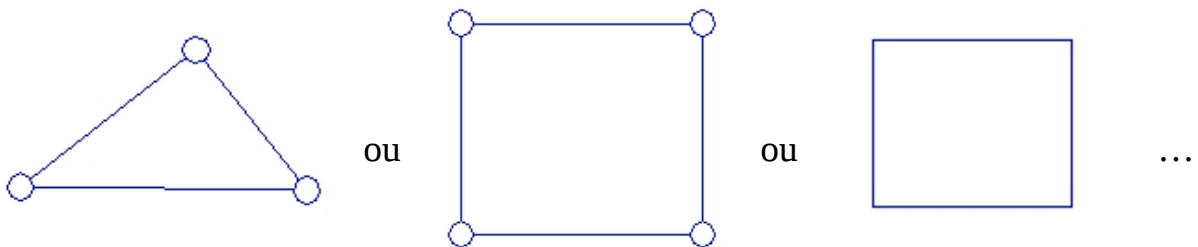


Nous allons utiliser la méthode dite « **méthode des cadres** ».

Hyperstatisme intérieur :

Principe :

Un cadre correspond à une sous structure fermée.



Pour chaque cadre, on peut écrire **3 équations de fermeture cinématique**.
1 rotation et 2 translations.

A chaque nœud du cadre, on a un certain nombre de mobilités : i_c
(inconnue cinématique)

Définition :

Le degré d'hyperstatisme intérieur du cadre est égal à :

$$\begin{array}{ccc} \text{(nombre d'équations)} & - & \text{(nombre d'inconnues cinématiques)} \\ 3 & & i_c \end{array}$$

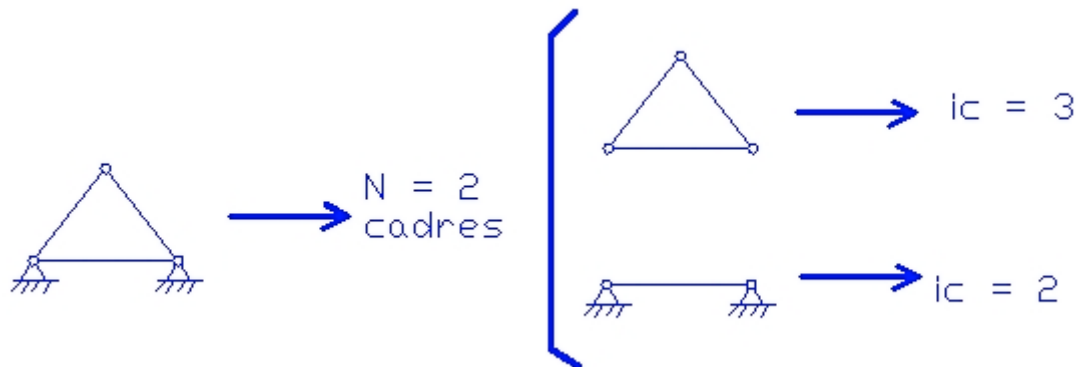
rem : Si on a N cadres :

$$d^{\circ}h = 3 \cdot N - \text{somme des } i_c$$

Hyperstatisme extérieur :

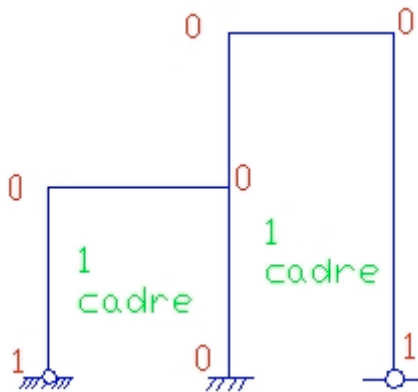
On considère les cadres formés avec les liaisons extérieures.

Exemple :



Au total : $d^{\circ}h = 3 \cdot 2 - (3 + 2) = 1$

Résolution du problème posé :



$N = 2$ cadres

$i_c = 2$

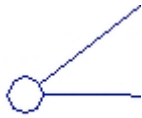
D'où

$$d^{\circ}h = (2 \cdot 3) - 2 = 4$$

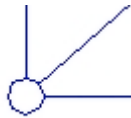
Astuce :

Pour déterminer le nombre d'inconnues cinématiques au niveau d'un nœud, il suffit de bloquer une barre et de voir tout ce qui bouge.

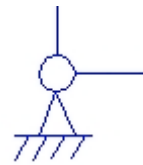
Illustration :



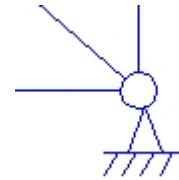
$$i_c = 1$$



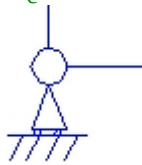
$$i_c = 2$$



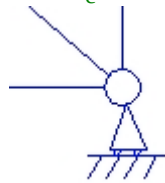
$$i_c = 2 \text{ (articulation)}$$



$$i_c = 3 \text{ (articulation)}$$



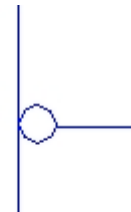
$$i_c = 3 \text{ (ponctuelle)}$$



$$i_c = 4 \text{ (ponctuelle)}$$



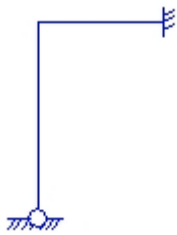
$$i_c = 0 \text{ (encastrement)}$$



$$i_c = 1$$

Applications :

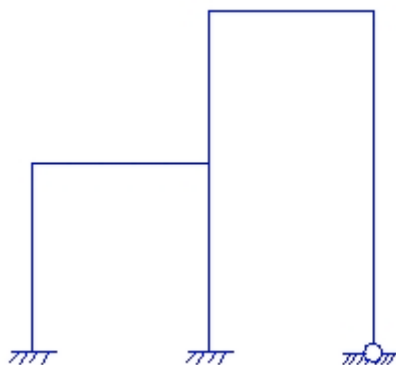
Déterminer le degré d'hyperstaticité des structures suivantes :



$$N = 1 \text{ cadre}$$

$$i_c = 1$$

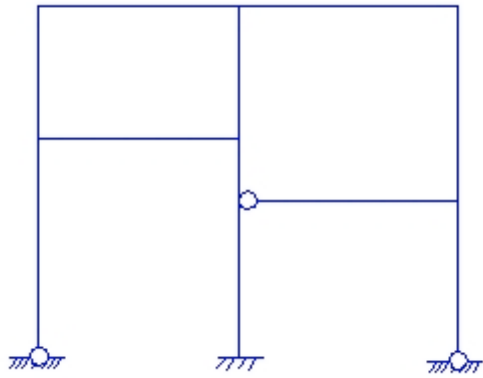
$$d^{\circ}h = 3 \cdot 1 - 1 = 2$$



$$N = 2 \text{ cadres}$$

$$i_c = 1$$

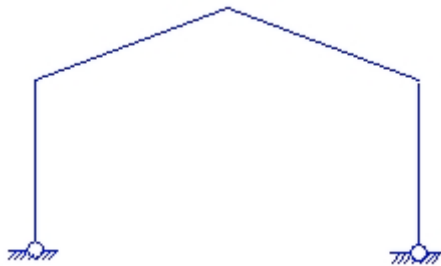
$$d^{\circ}h = 3 \cdot 2 - 1 = 5$$



$N = 4$ cadres

$i_c = 3$

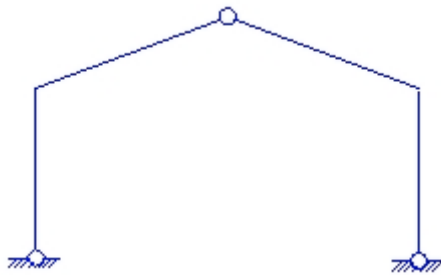
$d^o h = 3 \cdot 4 - 3 = 9$



$N = 1$ cadre

$i_c = 2$

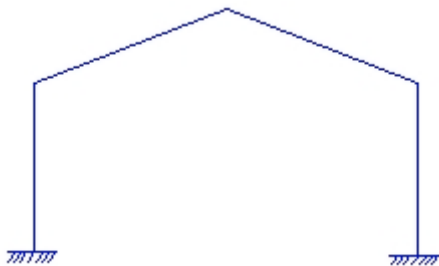
$d^o h = 3 \cdot 1 - 2 = 1$



$N = 1$ cadre

$i_c = 3$

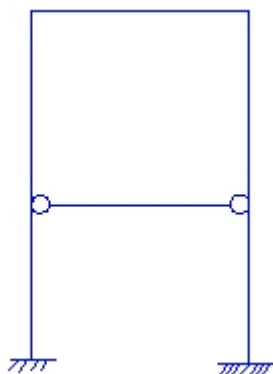
$d^o h = 3 \cdot 1 - 3 = 0$ (isostatique)



$N = 1$ cadre

$i_c = 0$

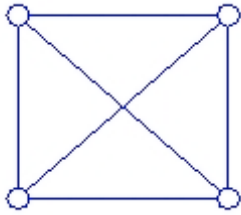
$d^o h = 3 \cdot 1 - 0 = 3$



$N = 2$ cadres

$i_c = 2$

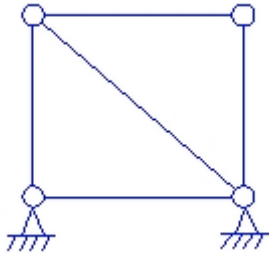
$d^o h = 3 \cdot 2 - 2 = 4$



$$N = 3 \text{ cadres}$$

$$i_c = 8$$

$$d^o h = 3 * 3 - 8 = 1$$



$$N = 3 \text{ cadres}$$

$$i_c = 8$$

$$d^o h = 3 * 3 - 8 = 1$$