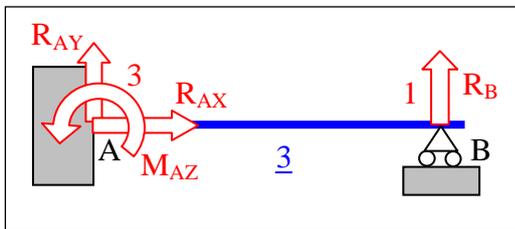


Objectifs : Introduire les notions d'hyperstaticité extérieure et d'hyperstaticité intérieure.
Illustrer ces notions par des exemples de structures hyperstatiques en équilibre.

Une structure en équilibre est qualifiée d'hyperstatique lorsque les équations de la statique ne sont pas en nombre suffisant pour déterminer toutes les inconnues de liaison. Mais, attention : cela ne veut pas dire que ces équations ne permettent pas de déterminer d'inconnues : il arrive qu'un nombre restreint des inconnues, et elles seules, apparaissent dans un même nombre des équations, auquel cas ces inconnues sont déterminées par les seules conditions d'équilibre.

L'analyse des raisons pour lesquelles une structure est hyperstatique conduit à distinguer deux types d'hyperstaticité : lorsque les équations de la statique ne sont pas suffisantes pour calculer toutes les réactions des liaisons extérieures, la structure est dite *extérieurement hyperstatique* ; lorsqu'elles ne suffisent pas pour calculer toutes les inconnues relatives aux liaisons intérieures, la structure est dite *intérieurement hyperstatique*. Les exemples suivants illustrent ces deux cas :

Exemple 1 :



Nombre d'équations :

Problème plan, 1 solide

⇒ 1 x 3 = 3 équations d'équilibre.

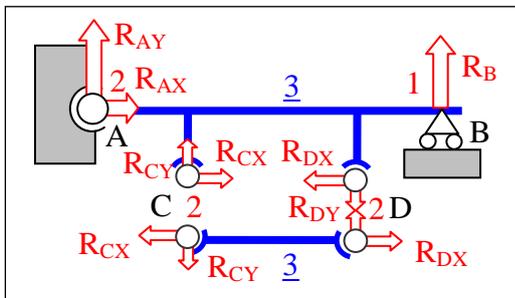
Nombre d'inconnues :

Encastement : 3 + Appui ponctuel : 1

⇒ 3 + 1 = 4 inconnues de liaison.

⇒ **structure hyperstatique de degré : 4 - 3 = 1, extérieurement** (vu les inconnues de liaison).

Exemple 2 :



Nombre d'équations :

Problème plan, 2 solides

⇒ 2 x 3 = 6 équations.

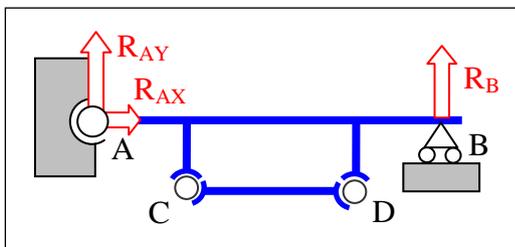
Nombre d'inconnues :

Liaisons extérieures : Rotule : 2 + Appui : 1 = 3

Liaisons intérieures : Rotules : 2 x 2 = 4

⇒ 3 + 4 = 7 inconnues de liaison.

⇒ **structure hyperstatique de degré : 7 - 6 = 1, intérieurement ? extérieurement ? Réponse :**



Si au lieu de considérer les équations d'équilibre de chacun des solides, on isole les deux solides, on peut écrire trois équations d'équilibre dans lesquelles ne figurent que les trois inconnues des liaisons extérieures. Ces dernières peuvent donc être déterminées à partir des équations d'équilibre
⇒ **la structure est extérieurement isostatique.**

Cependant, une fois que l'ensemble est en équilibre, on ne dispose plus que des trois équations d'équilibre de l'un des solides (équations d'équilibre indépendantes) pour déterminer les quatre inconnues des liaisons intérieures ⇒ **la structure est intérieurement hyperstatique de degré 1.**

Remarques : Une structure peut être à la fois hyperstatique intérieurement ET extérieurement.
Les notions d'hyperstaticité intérieure et extérieure s'appliquent aux mécanismes.