

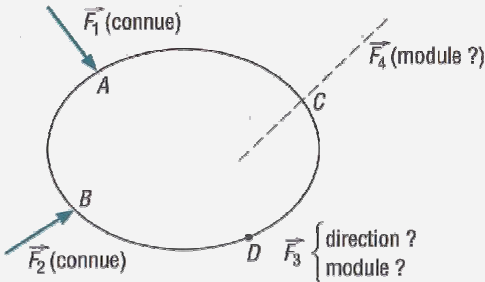
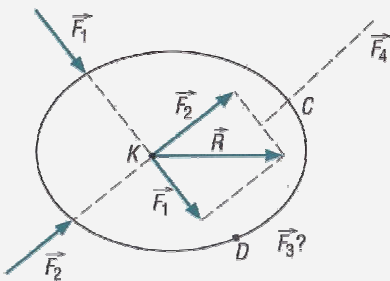
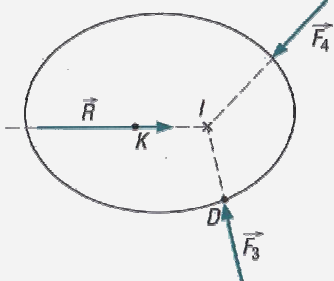
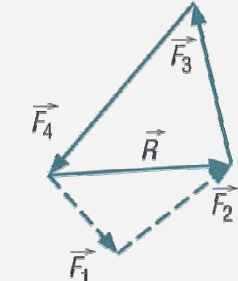
V. Solide en équilibre sous l'action de 4 forces et plus :

Si les forces ne sont parallèles, le nombre maximal d'inconnues déterminables, pour chaque équilibre étudié, est de trois. Au-delà, la résolution n'est pas possible ou ne peut être que partielle.

Deux cas principaux se présentent, chacun amenant des résolutions graphiques différentes : une direction et deux forces inconnues ou trois forces inconnues.

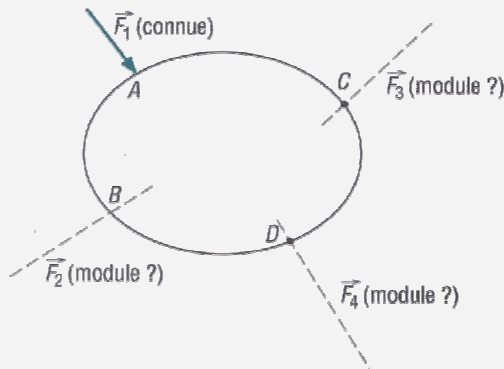
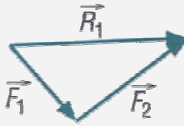
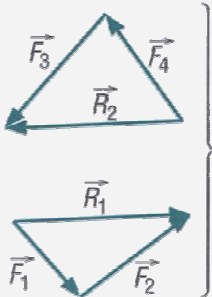
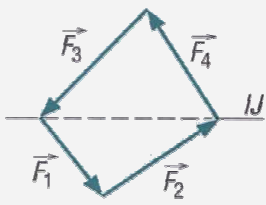
a) Cas d'une direction et deux forces inconnues

Sur les quatre forces, deux présentent des éléments inconnus, et les deux autres (ou plus) sont complètement connues.

Marche à suivre	Exemple
Méthode de résolution :  1- 2- 3-	   $(\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \vec{F}_4 = \vec{0})$

b) Cas de trois forces inconnues (méthode de Culman)

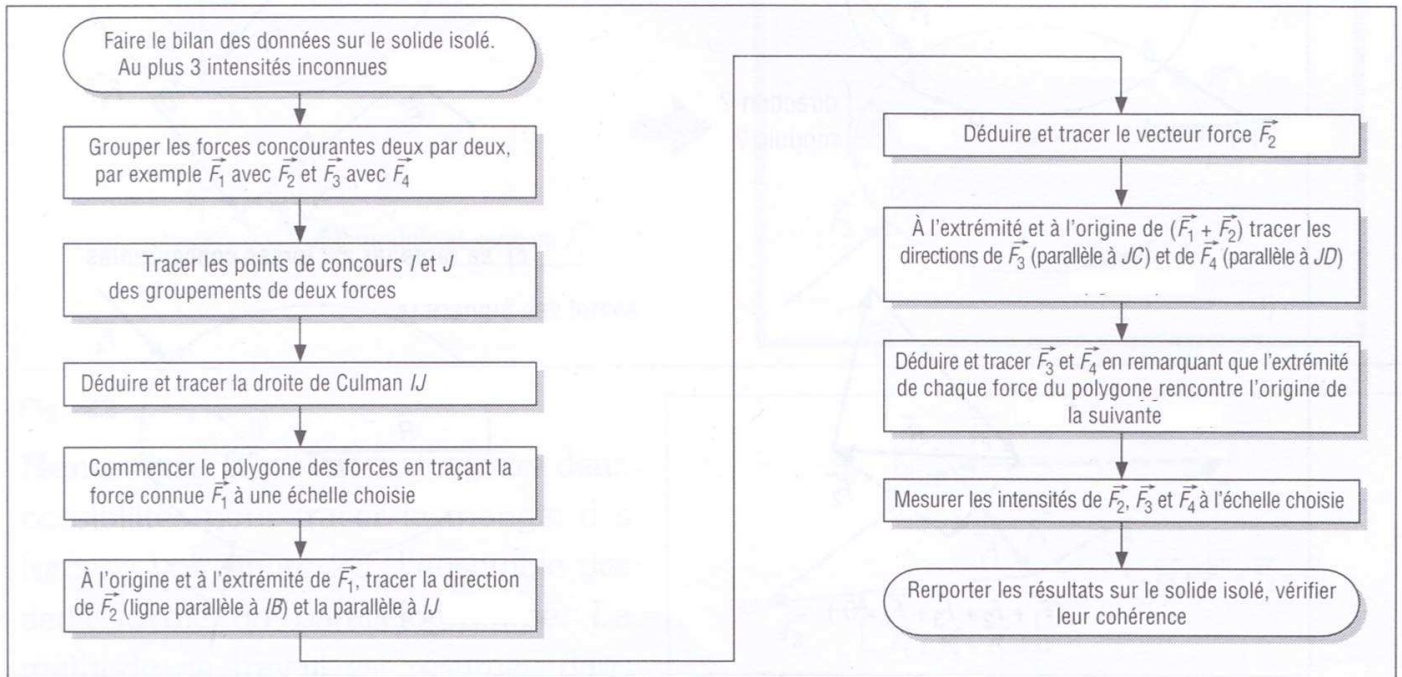
Toutes les directions des forces sont connues, une seule force sur les quatre est complètement connue.

Marche à suivre	Exemple
Méthode de résolution :	
1-	
2-	
3-	
4-	

On revient au cas d'un solide soumis
 IJ est la ligne d'action obligatoire de $\vec{R}_1$ et $\vec{R}_2$.
 Les forces inconnues sont déterminées à partir :

 ou

Récapitulatif : Cas de trois forces inconnues (méthode de Culman)



VI. Exercices :

6.1- Avion militaire :

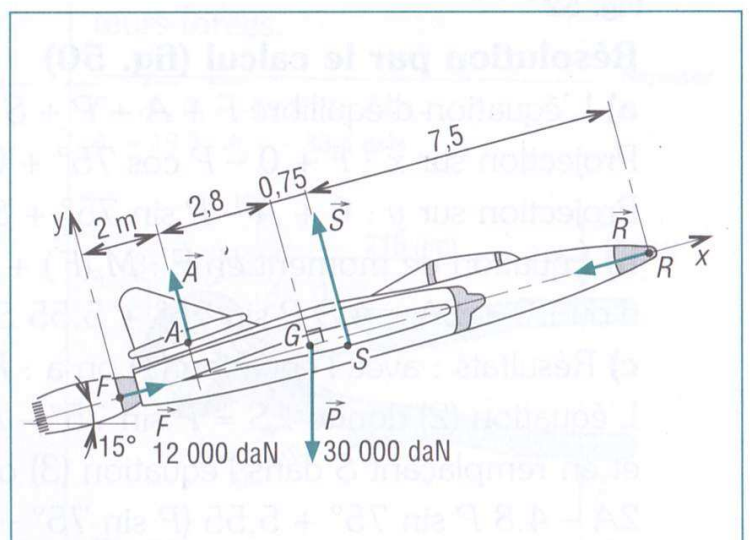
Un avion militaire est en phase ascensionnelle à vitesse constante suivant un angle de 15° sous la poussée F (12 000 daN) des réacteurs.

$\vec{R}$ schématise l'action de résistance de l'air sur l'ensemble de la structure.

$\vec{S}$ est la résultante des actions de sustentation sur les ailes et $\vec{A}$ schématise la résultante des actions stabilisatrices de l'air sur l'aileron arrière.

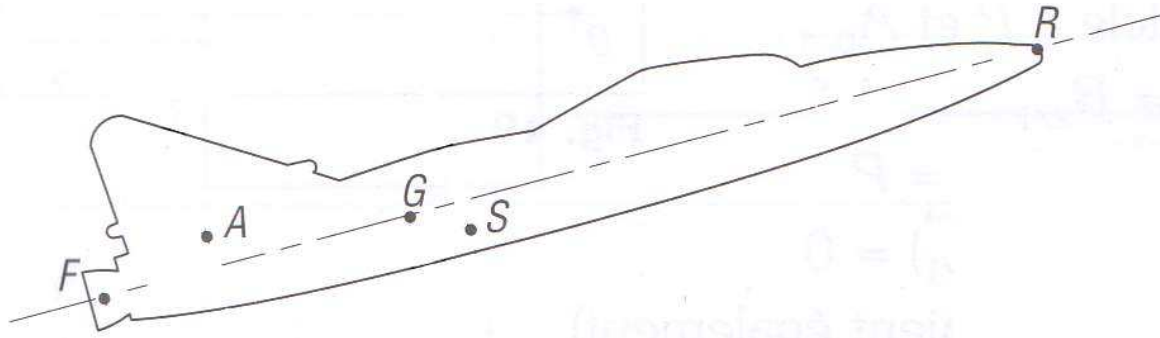
$\vec{P}$ (30 000 daN) est le poids de l'appareil.

Déterminer $\vec{A}$, $\vec{S}$ et $\vec{R}$ si toutes les actions sont supposées contenues dans le plan de symétrie de l'appareil.



MARCHI PARRA COUDERT	Statique Graphique			Folio
	Nom :	Mécaniques Appliquées	Classe :	21SG

a- J'isole (Echelle : 1/100) :



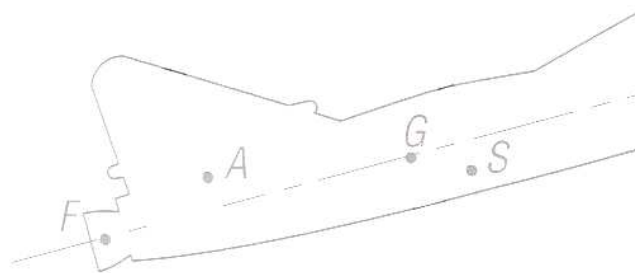
b- Tableau bilan (B.A.M)

$\vec{F}_{\text{ext}}$	P.A	D	S	I

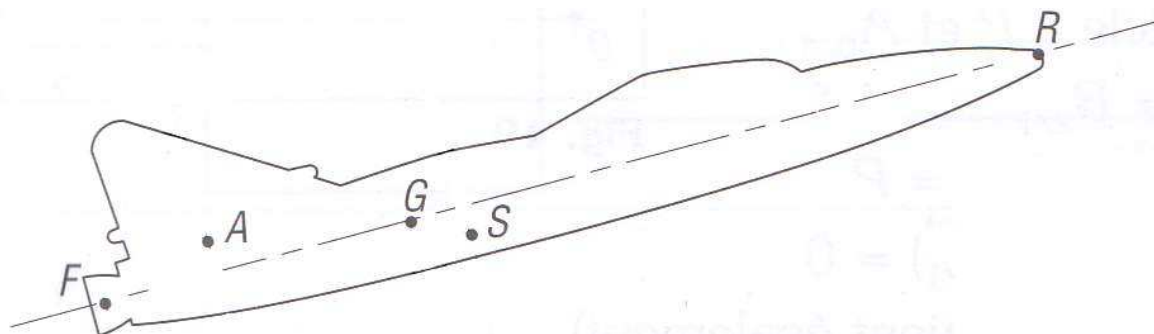
c) Résolution graphique:

L'avion est soumis à l'action de cinq forces extérieures. Ramenons le problème à **quatre forces** en déterminant la résultante $\vec{K}$ de $\vec{P}$ et $\vec{F}$, toutes deux connues ; puis appliquons la méthode de Culman (cf. § V.b).SG).

- Résolution graphique de la résultante $\vec{K}$ (Dynamique : 1mm => 500 daN)



- Résolution graphique : Méthode de Culman (Dynamique : 1mm => 500 daN)



.....

- Aide : $\vec{S} + \vec{K} + \vec{A} + \vec{R} = (\vec{S} + \vec{K}) + (\vec{A} + \vec{R}) = \vec{T}_1 + \vec{T}_2 = \vec{0}$
 Groupons $\vec{A}$ avec $\vec{R}$, et, $\vec{S}$ avec $\vec{K} \Rightarrow$ soit

$\vec{T}_1 = -\vec{T}_2$, les deux résultantes sont égales et opposées et ont MN pour ligne d'action.

M est le point d'intersection de $\vec{A}$ et $\vec{R}$ et N le point d'intersection de $\vec{S}$ et $\vec{K}$.

Tracer le polygone des forces.

MARCHI PARRA COUDERT	Statique Graphique			Folio
	Nom :	Mécaniques Appliquées	Classe :	23SG

d) Résolution Analytique:

[illegible]