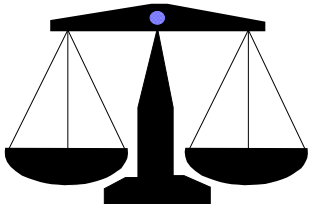
FORMULAIRE DE MECA !

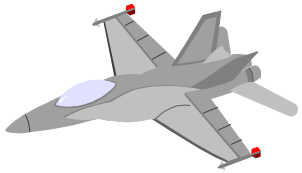
Révision de la mécanique - SEP

Tout le menu =>

La statique

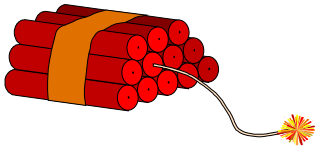


La cinématique



La résistance des matériaux

La dynamique



Lycée Louis Armand 94 (O. LEBLOND)
(avec l'aide des documents de NOEL DIDIER)

Mécanique appliquée

Statique

- Principe des actions mutuelles
- Relation Poids / Masse
- La pression (Action répartie sur une surface)
- LE PFS
- Système soumis à deux forces
- Système soumis à 3 forces concourantes
- Système soumis à 3 forces parallèles
- Résolution analytique

R d M

- Notion de résistance et Contrainte
- Traction
- Cisaillement
- Tableau synthèse
- Les unités de la RDM

Cinématique

- Généralité
- Référentiel
- Mouvements – Trajectoires
- Vecteur vitesse
- Composition de mouvement
- Translation rectiligne
- Rotation
- Fréquence de rotation et vitesse angulaire
- Vitesse linéaire d'un point
- Le triangle des vitesses
- Cinématique Graphique – Mouvement plan
  - L' équiprojectivité
  - Le Centre Instantanée de Rotation (C.I.R.)

Dynamique

LA STATIQUE

- Principe des actions mutuelles
- Relation Poids / Masse
- La pression (Action répartie sur une surface)
- LE PFS
- Système soumis à deux forces
- Système soumis à 3 forces concourantes
- Système soumis à 3 forces parallèles
- Résolution analytique

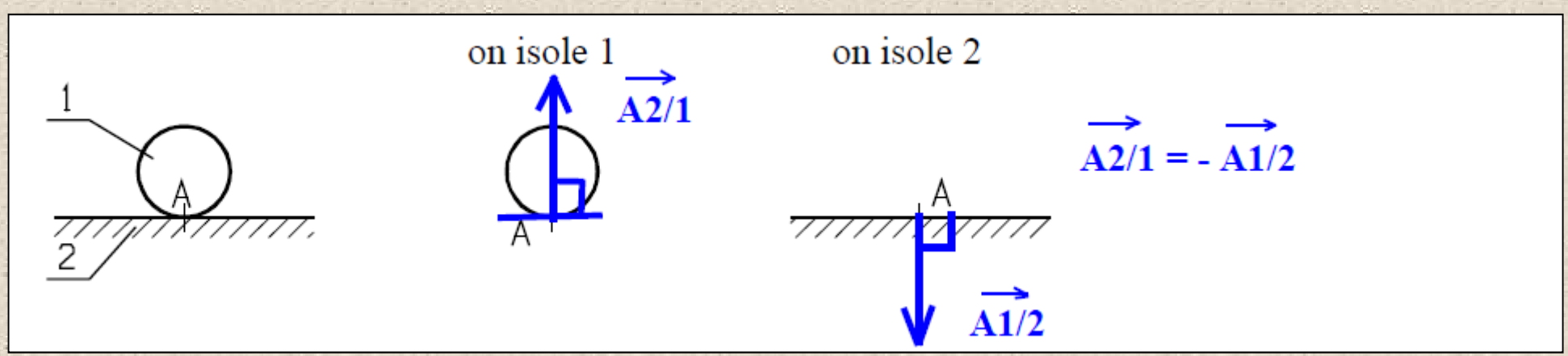
Principe des actions mutuelles

Pour 2 solides en contact et en équilibre, repères 1 et 2, l'action exercée par le solide 1 sur le solide 2 est égale et directement opposée à l'action du solide 2 sur le solide 1

Remarque:

S'il n'y a pas de frottement les actions sont perpendiculaires au plan tangent aux 2 surfaces de contact et sont dirigées vers l'intérieur de la matière

Exemple:



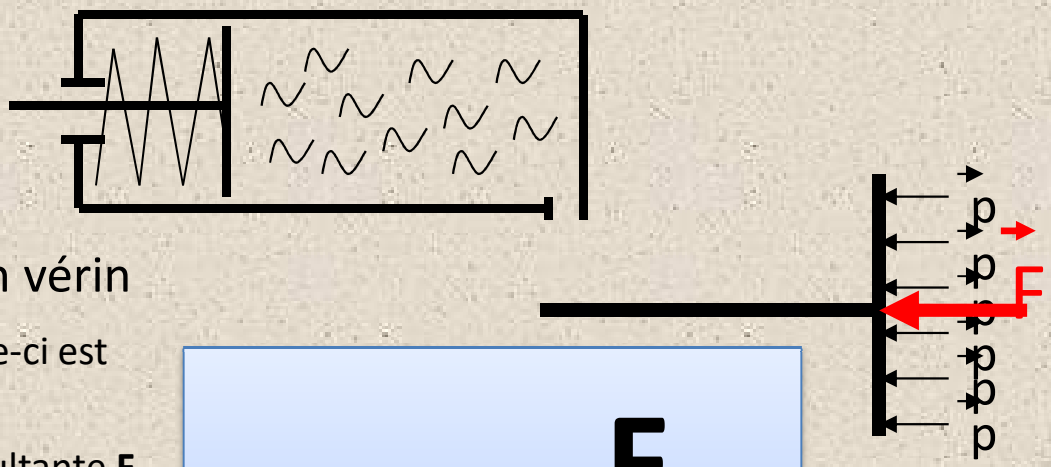
Relation Poids / Masse

$$P = m \cdot g$$

P est appelée poids ou pesanteur.
Le Poids est représenté par un vecteur dirigé vers le bas, appliqué au centre de gravité

Avec :
- P : poids du corps en newton (N)
- m : masse du corps en kilogramme (kg)
- g : intensité de la pesanteur (N/kg) g = 9,81 N/kg (simplifié g= 10 N/kg)

La pression
(Action répartie sur une surface)



<u>Exemple:</u> Pression d'un fluide sur le piston d'un vérin

Lorsque l'action de contact est répartie sur une surface, celle-ci est schématisée par une pression de contact uniforme.

Une répartition surfacique peut être remplacée par une résultante **F**

$$P = \frac{F}{S}$$

P = Pression

unité légale de la pression: le pascal … 1 MPa = 1N/mm²

Unité conventionnelle : le bar …… 1 bar = 1 daN/cm²

1 bar = 10^5 Pa

F = Force en newton (N) ou daN

S = section en m² ou cm²

LE PFS

Le **principe fondamental de la statique (PFS)**
exprime les conditions d'équilibre d'un solide dans un référentiel.

Un solide soumis à l'action de plusieurs forces est en équilibre si:

$$\sum \overrightarrow{F_{ext}} = \vec{0}$$

$$\sum M_{i(\overrightarrow{F_{ext}})} = 0$$

La somme vectorielle de toutes les forces extérieures est nulle.

Le moment résultant en un même point de toutes les forces extérieures est nulle.

Système soumis à deux forces

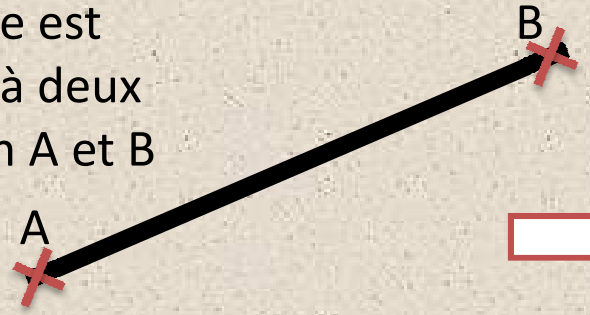
Si un solide est en équilibre sous l'action de deux forces extérieures, alors ces deux forces sont égales et opposées.

Leurs directions passent par les deux points d'application des forces.

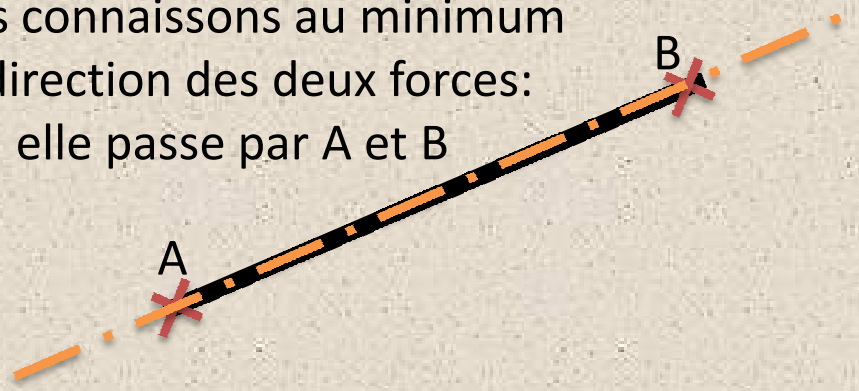
(Même direction et intensité mais sens opposé)

<u>Exemple:</u>

La barre est soumise à deux actions en A et B



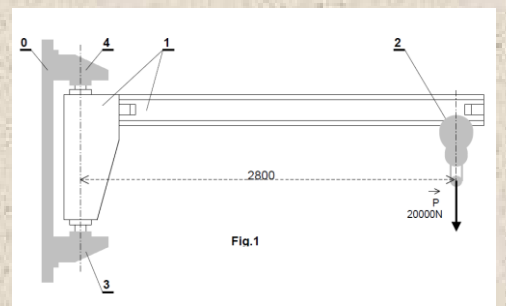
Nous connaissons au minimum la direction des deux forces: elle passe par A et B

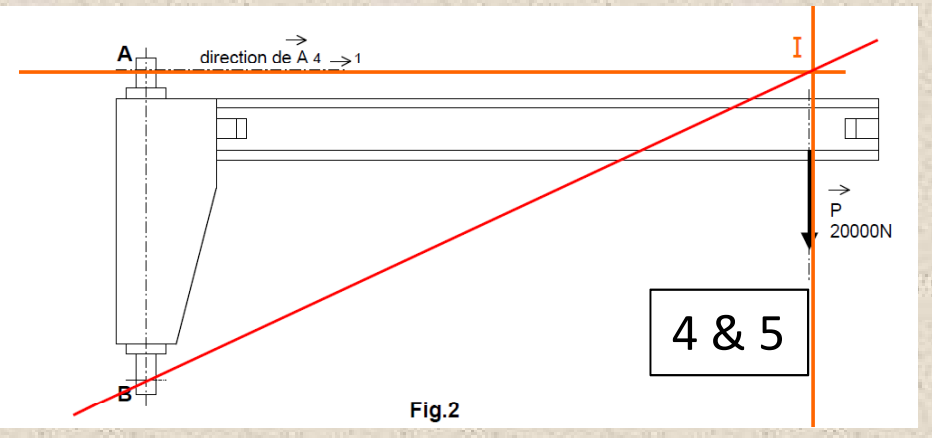


Système soumis à 3 forces concourantes

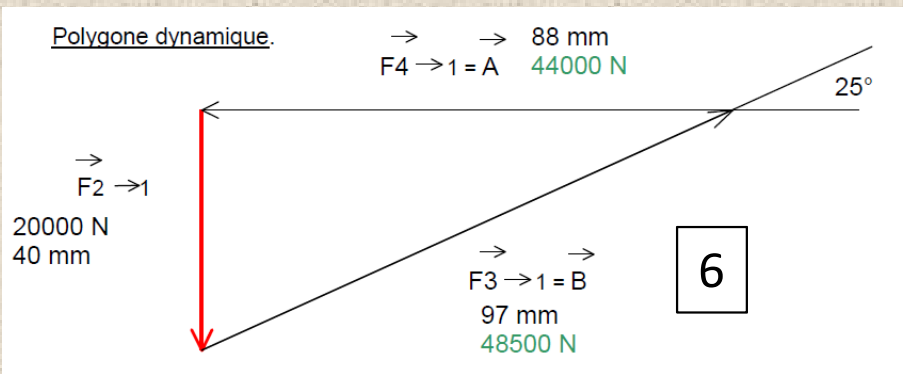
Un solide soumis à l'action de trois forces extérieures non parallèles est en équilibre, si:
- La somme des trois forces est nulle
- Les trois forces sont concourantes en un point.

Exemple :



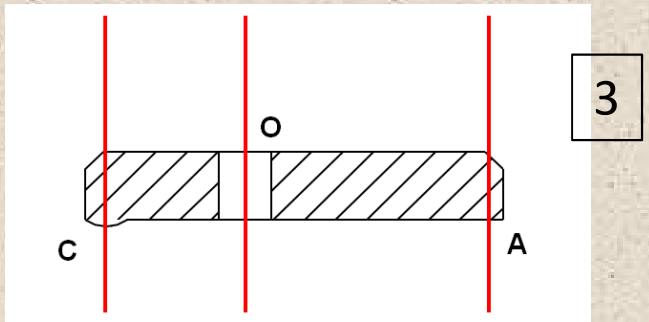


1- Faire le tableau bilan des forces
2- Enoncé le PFS
3- Faire se concourir les deux directions connues
4- Tracer la troisième direction
5- Définir une échelle pour tracer le dynamique
6- Tracer le dynamique des forces
7- Remplir le tableau bilan

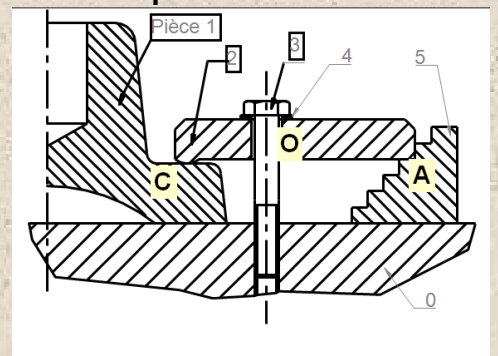


Système soumis à 3 forces parallèles

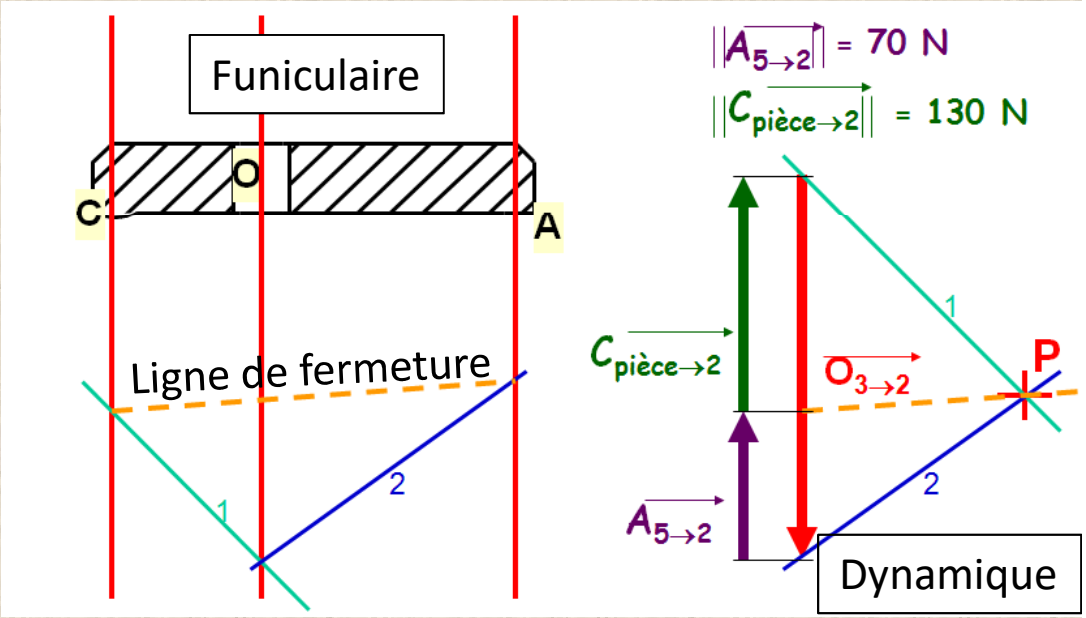
Si, dans un solide soumis à l'action de trois forces extérieures, deux forces sont parallèles, alors, les trois forces le sont.



Exemple :



1- Faire le tableau bilan des forces
2- Enoncé le PFS
3- Prolonger les trois directions parallèles (funiculaire)
4- Commencer le dynamique en plaçant un pôle
5- Tracer la force connue dans le dynamique
6- Tracer les deux rayons polaires 1 et 2
7- Reporter les rayons 1 et 2 sur le funiculaire
8- Tracer la ligne de fermeture
9- Reporter la ligne de fermeture sur le dynamique
10- Déterminer les forces et remplir le tableau bilan



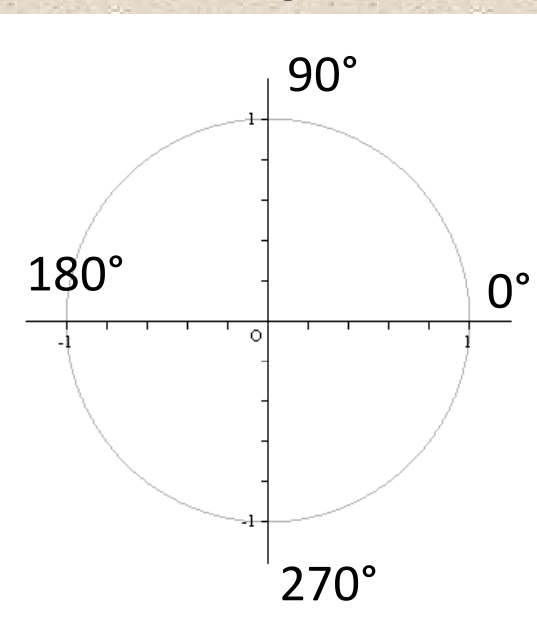
Résolution analytique

Pour une résolution analytique,
il faut énoncer le PFS et le vérifier par les calculs.

1- La projection d'une force

$$\vec{Fa} = Fa \cdot \cos\alpha \cdot \vec{x} + Fa \cdot \sin\alpha \cdot \vec{y}$$

α est un angle orienté



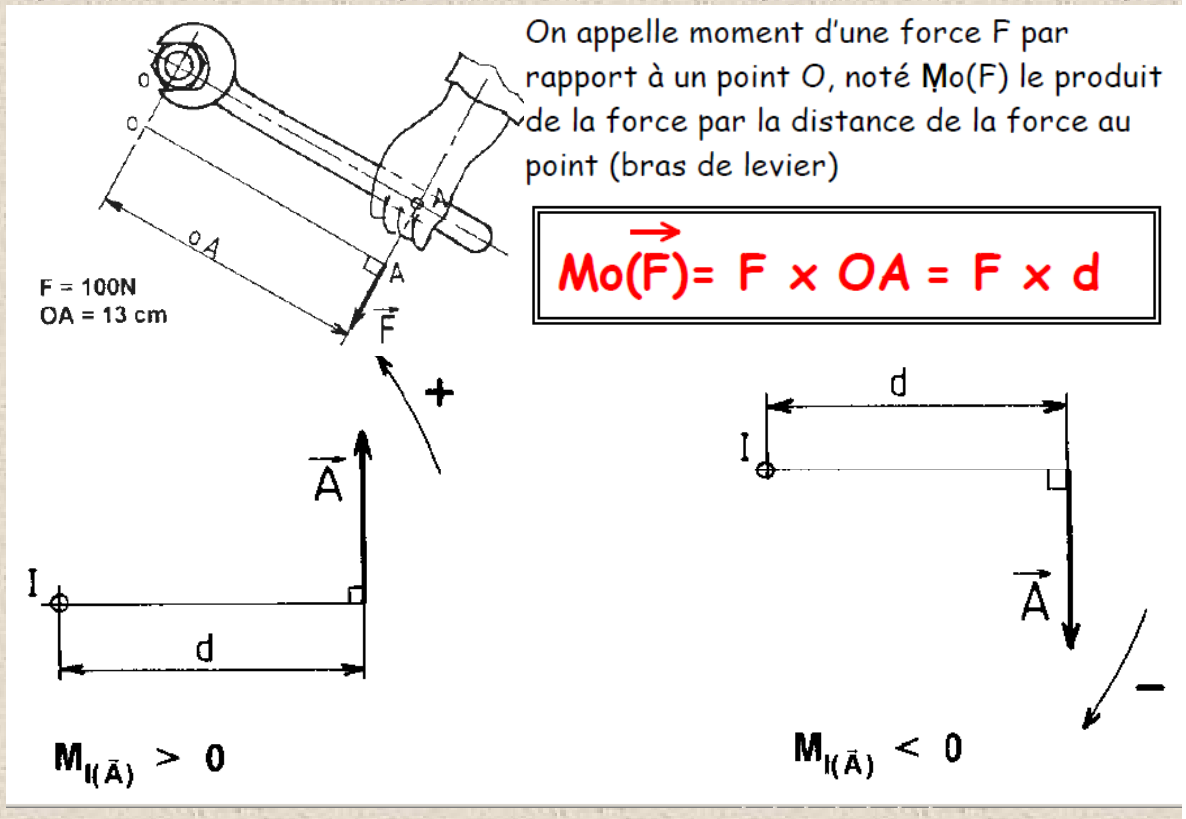
Si la force est totalement inconnue:

$$\vec{Fa} = Fax \cdot \vec{x} + Fay \cdot \vec{y}$$

2- Le moment d'une force

On appelle moment d'une force F par rapport à un point O, noté Mo(F) le produit de la force par la distance de la force au point (bras de levier)

$$\vec{Mo}(\vec{F}) = F \times OA = F \times d$$



LA CINEMATIQUE

- Généralité
- Composition de mouvement
- Translation rectiligne
- Rotation
- Cinématique Graphique – Mouvement plan
    - L' équiprojectivité
    - Le Centre Instantanée de Rotation (C.I.R.)

Cinématique - Généralité

La cinématique est la partie de la mécanique qui permet d'étudier et de décrire les mouvements des corps, indépendamment des causes qui les produisent.

Grandeurs étudiées : Position Trajectoire Vitesse Accélération

Référentiel absolu ou relatif

Exemple =>

Un mouvement est dit absolu s'il est décrit par rapport à un référentiel absolu (au repos absolu).

La terre peut-être assimilée avec une très bonne approximation à un référentiel absolu.

Un mouvement est relatif s'il est décrit par rapport à un référentiel en mouvement (référentiel relatif).

Repère de temps

Quelle que soit l'étude cinématique, on a toujours besoin de se situer dans le temps. On appelle instant t le temps écoulé depuis une origine des temps t0=0, choisie arbitrairement.
L' unité de mesure du temps est la seconde, notée s.

Vecteur position

Il nous faut être en mesure, à tout instant, de définir la position de n'importe quel point du solide dans l'espace. A cette fin, on utilise un vecteur position.

Mouvements Trajectoires

Translation	Rotation	Combiné
Rectiligne	Circulaire	Quelconque

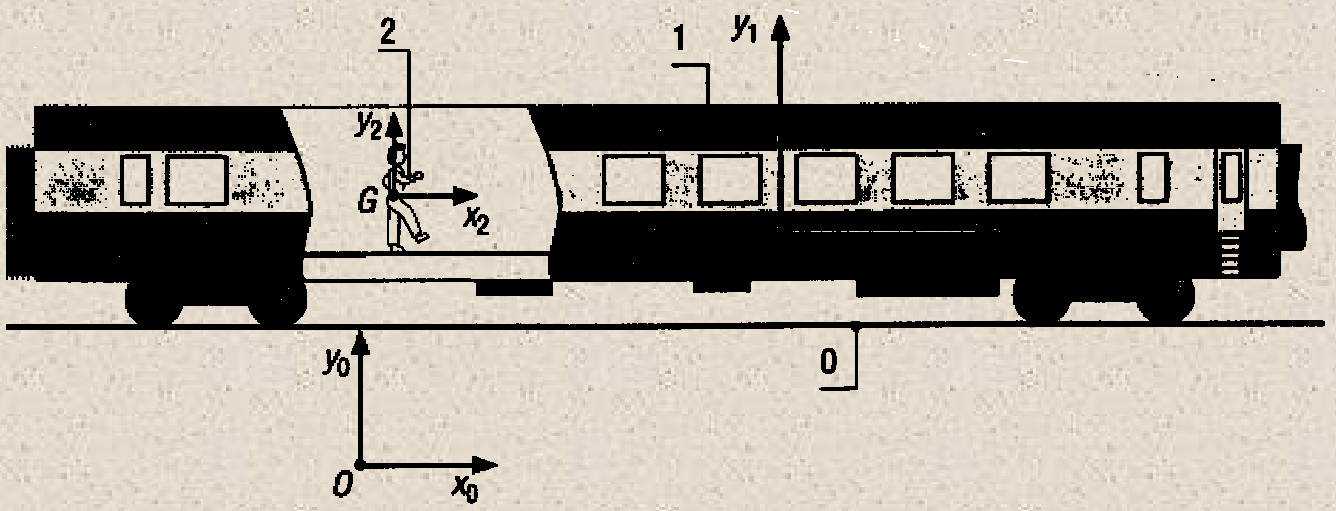
Exemple =>

vecteur vitesse

Le vecteur vitesse se trouve toujours tangent à la trajectoire et va dans le sens du mouvement

Exemple =>

Référentiel absolu ou relatif



$R_0 = (O; \overrightarrow{X_0}; \overrightarrow{Y_0}; \overrightarrow{Z_0})$, le repère lié à la terre est **un repère absolu.**

$R_1 = (A; \overrightarrow{X_1}; \overrightarrow{Y_1}; \overrightarrow{Z_1})$, le repère lié au train est **un repère relatif.**

$R_2 = (G; \overrightarrow{X_2}; \overrightarrow{Y_2}; \overrightarrow{Z_2})$, le repère lié au voyageur est **un repère relatif.**

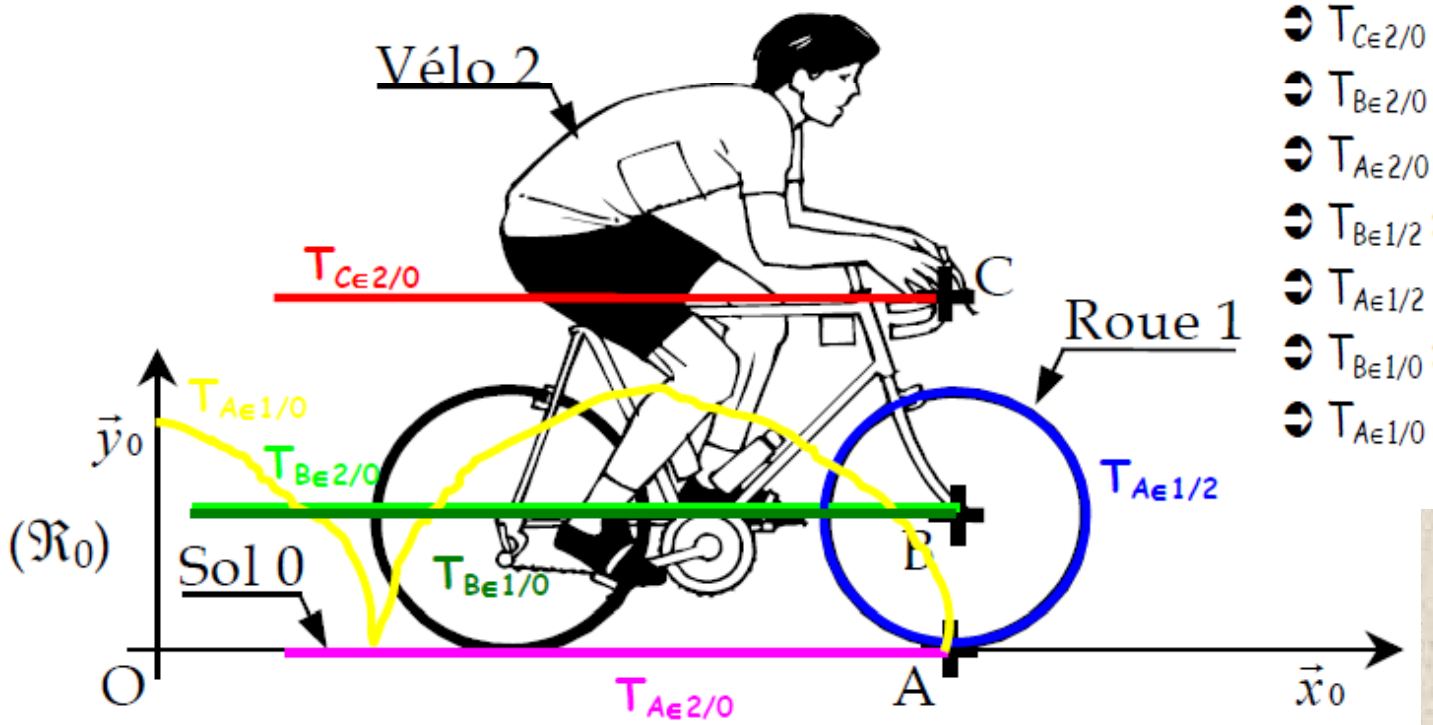
Le mouvement du wagon 1 par rapport à la terre 0 noté $M^{vt}_{1/0}$ est un mouvement **absolu** car il est décrit par rapport au repère R_0 lié à la terre qui est un repère fixe.

Le mouvement du voyageur 2 par rapport à la terre 0 noté $M^{vt}_{2/0}$ est un mouvement **absolu** car il est lui aussi décrit par rapport au repère R_0 lié à la terre qui est un repère fixe.

Le mouvement du voyageur 2 par rapport au wagon 1 noté $M^{vt}_{2/1}$ est un mouvement **relatif** car il est défini par rapport au repère R_1 qui est un repère mobile.

Mouvements et Trajectoires

Soit une bicyclette en mouvement par rapport à un repère $\Re_0$ considéré comme un repère fixe.
Soit A le point de contact entre la roue 1 et le sol 0.
Soit B le centre de l'articulation entre la roue 1 et le cadre 2.
Soit C un point appartenant à une poignée de frein.



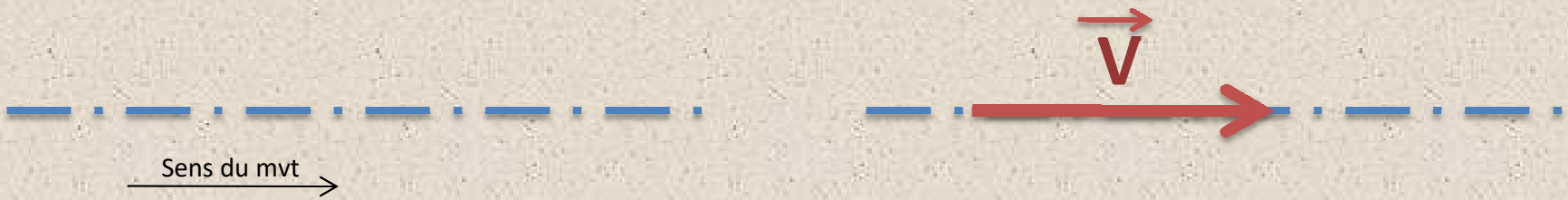
- $T_{C\in 2/0}$: *segment de droite // $(0,x_0)$.*
- $T_{B\in 2/0}$: *segment de droite // $(0, x_0)$.*
- $T_{A\in 2/0}$: *segment de droite (A, x_0).*
- $T_{B\in 1/2}$: *point.*
- $T_{A\in 1/2}$: *Cercle de centre B et de rayon AB.*
- $T_{B\in 1/0}$: *segment de droite // $(0, x_0)$.*
- $T_{A\in 1/0}$: *Cycloïde.*

Mouvement	2/0		1/2	1/0
	Translation		Rotation	Combiné
Trajectoire	TC2/0	TB2/0	TA1/2	TA1/0
	Rectiligne	Rectiligne	Circulaire	Quelconque (Cycloïde)

Vecteur vitesse

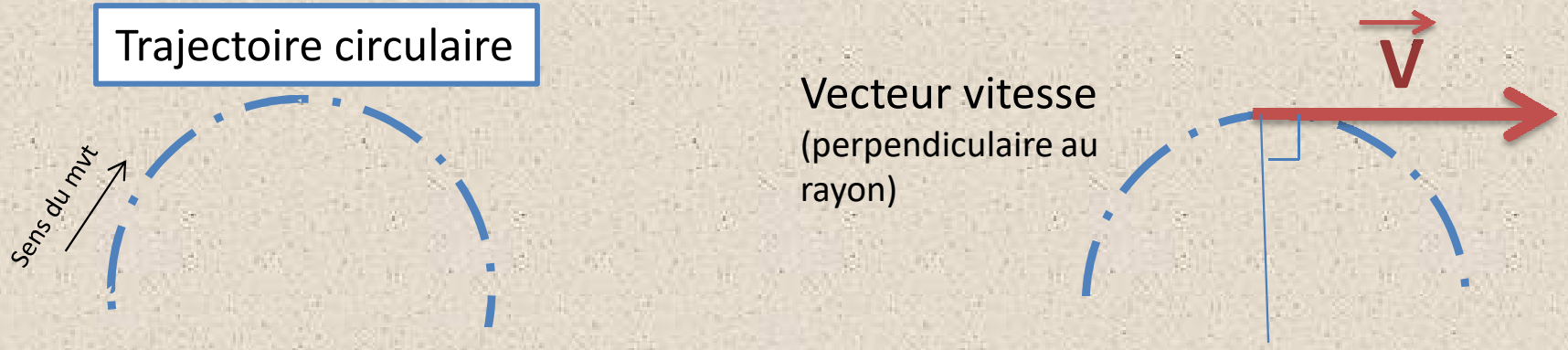
Trajectoire rectiligne

Vecteur vitesse



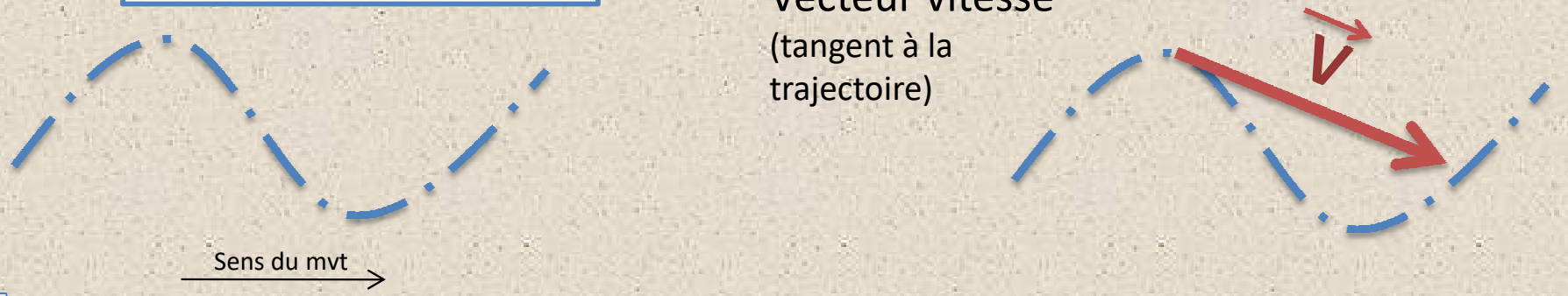
Trajectoire circulaire

Vecteur vitesse
(perpendiculaire au rayon)



Trajectoire quelconque

Vecteur vitesse
(tangent à la trajectoire)



Composition de mouvement
Composition des vitesses

Composition de mouvement

Soit un solide 3 soumis à un mouvement par rapport à un deuxième solide 2 lui-même en mouvement par rapport à un troisième solide 1.
Le mouvement du solide 3 par rapport au solide 1 est le composé des deux mouvements précédents.

On dit qu'il y a composition de mouvement entre les solides 1,2 et 3.

$$\text{Mvt } 3/1 = \text{Mvt } 3/2 + \text{Mvt } 2/1$$

Exemple =>

Composition des vitesses

<u>Relation entre les vitesses en un point</u>
Soit un point A appartenant à un solide 3 soumis à un mouvement par rapport à un deuxième solide 2 lui-même en mouvement par rapport à un troisième solide 1.
On peut écrire au point A, la relation de composition des vitesses.

$$\overrightarrow{V}_{A\ 3/1} = \overrightarrow{V}_{A\ 3/2} + \overrightarrow{V}_{A\ 2/1}$$

Composition de mouvement
Composition des vitesses

Composition de mouvement

Dans l'exemple ci-contre:
Le mouvement du ballon par rapport au vent est noté : Mvt 2/1
Le mouvement du vent par rapport à la terre est noté: Mvt 1/0

On dit qu'il y a composition de mouvement entre les solides 0,1 et 2.

$$\text{Mvt } 2/0 = \text{Mvt } 2/1 + \text{Mvt } 1/0$$

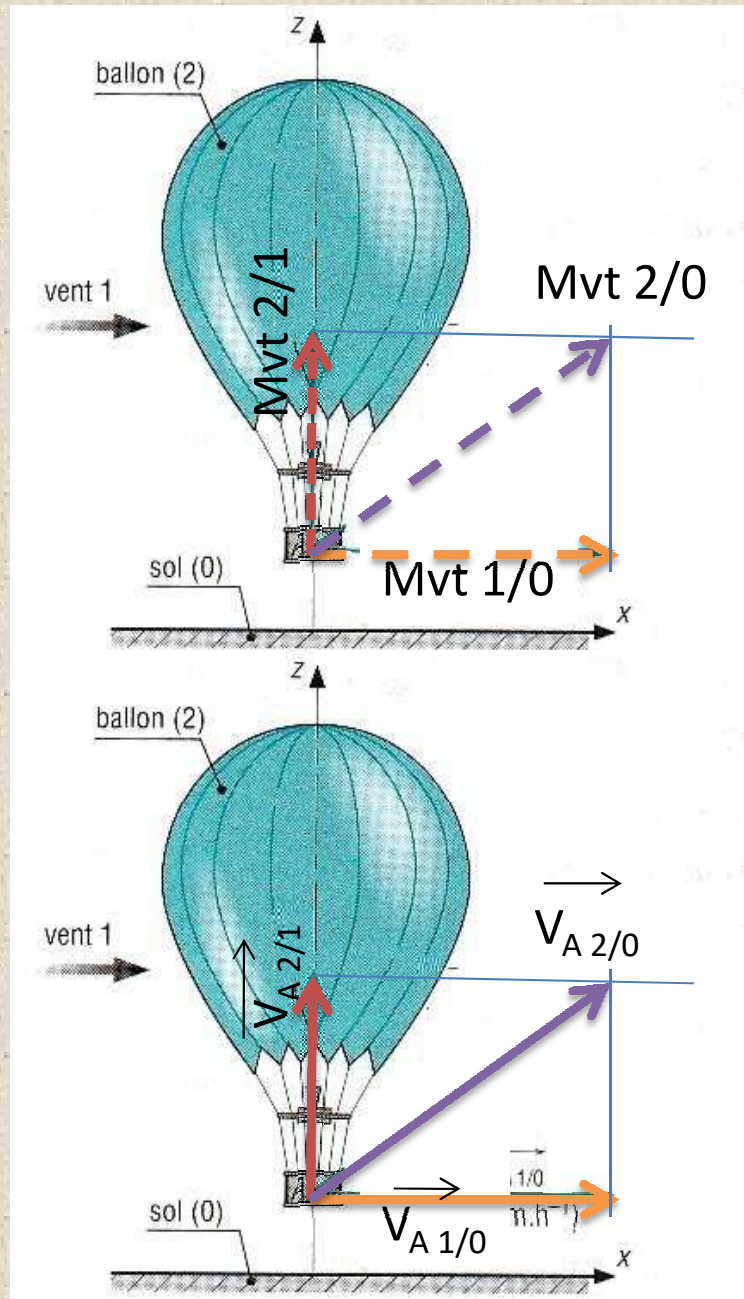
Composition des vitesses

Dans l'exemple ci-contre:
La vitesse du ballon par rapport au vent est noté : $\overrightarrow{V_{A\ 2/1}}$

La vitesse du vent par rapport à la terre est noté: $\overrightarrow{V_{A\ 1/0}}$

On dit qu'il y a composition de mouvement entre les solides 0,1 et 2.

$$\overrightarrow{V_{A\ 2/0}} = \overrightarrow{V_{A\ 2/1}} + \overrightarrow{V_{A\ 1/0}}$$



Translation rectiligne

Un Mouvement Rectiligne Uniforme (MRU) est caractérisé par :

- sa trajectoire qui est une droite
- sa vitesse V constante

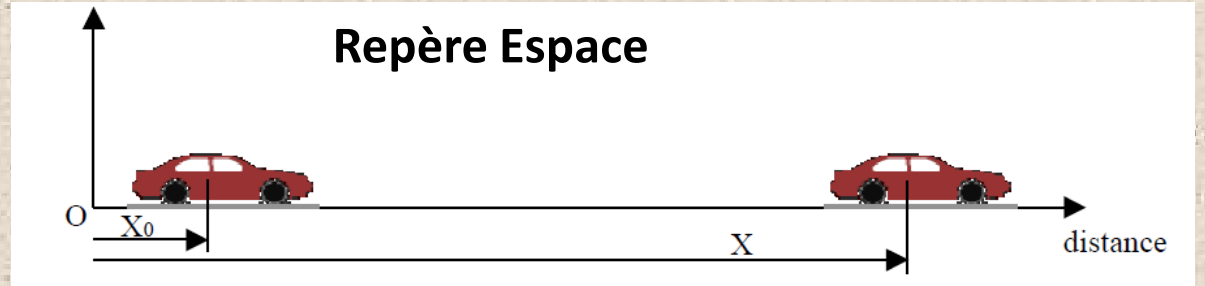
Vitesse moyenne

$$V = \frac{d}{t}$$

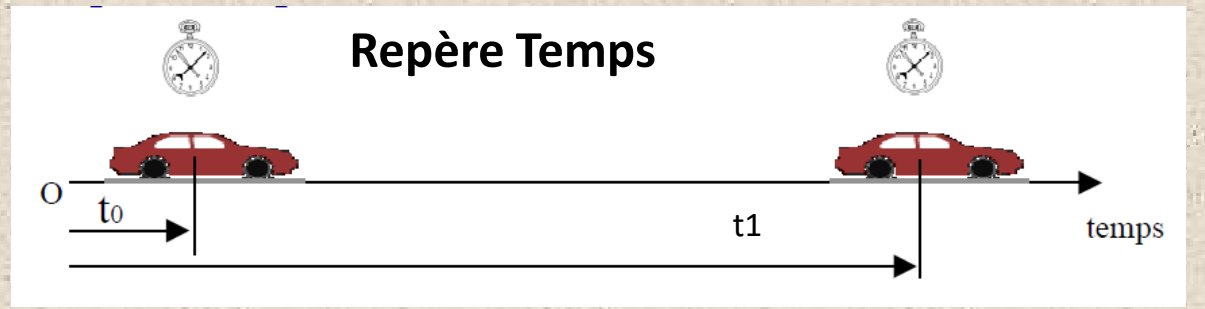
X = V t + X0

Equation horaire du mouvement

t =durée du déplacement
X0 = Position de départ
X = Position d'arrivée

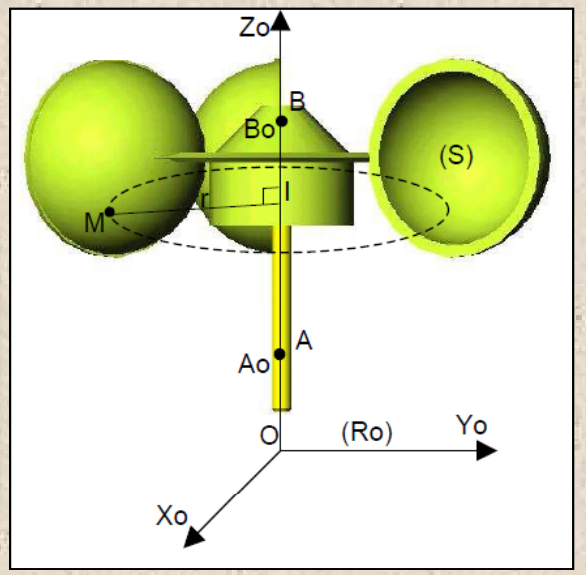


X0 : position du mobile à l'instant t = 0
(déclenchement du chronomètre)
X - X0 : espace parcouru en mètres (m)



t0 : origine des temps
(déclenchement du chronomètre)
t1 : instant ou date
t = t1 - t0 : durée exprimée en secondes (s)

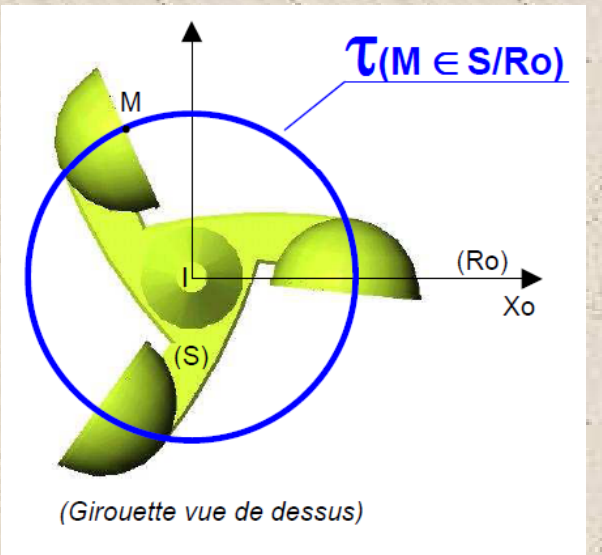
Rotation



Un solide (S) est animé d'un mouvement de ROTATION AUTOUR D'UN AXE FIXE s'il existe deux points A et B distincts appartenant à (S) ***qui coïncident en permanence avec deux points fixes Ao et Bo appartenant au repère Ro.***

CARACTERISTIQUES DU MOUVEMENT

Tout point M appartenant à (S) et non situé sur l'axe de rotation (O,Zo) a pour TRAJECTOIRE un ***CERCLE dans le repère Ro. Le centre (I) du cercle est la projection*** du point M sur l'axe de rotation.



- **Fréquence de rotation et vitesse angulaire**
- **Vitesse linéaire d'un point**
- **Le triangle des vitesses**

Fréquence de rotation et vitesse angulaire

La FREQUENCE DE ROTATION du solide (S) dans le repère Ro correspond ***au nombre de tours qu'il effectue en 1 minute autour de son axe***

Elle est notée : ***N est exprimée en tr/min (tours/minute)***

Exemple de notation : Pour le solide (1) la fréquence de rotation est notée ***N1***

*La **VITESSE ANGULAIRE** correspond à la fréquence de rotation exprimée en nombre de radians par seconde.*

*La **VITESSE ANGULAIRE de rotation** est **notée** ω et exprimée en **rad/s** (radians/seconde)*

*On la note **ω1 pour le solide (1).***

RELATION ENTRE ω (rad/s) et N (tr/min)

$$\omega = \frac{2\pi \times N}{60} \quad \text{OU} \quad \omega = \frac{\pi \times N}{30}$$

Vitesse linéaire d'un point

Vitesse linéaire d'un point m appartenant a un solide en mouvement

LE VECTEUR VITESSE LINEAIRE du point M appartenant à (S) par rapport à Ro est noté :

$$\overrightarrow{V}_{M\ S/Ro}$$

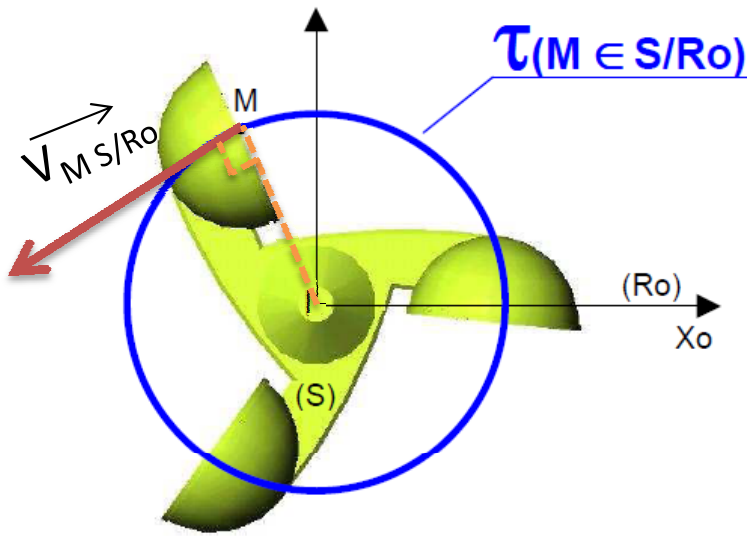
et est exprimé en ***m/s (mètres/seconde)***

- P.A. : ***Point M appartenant au solide (S)***
- Direction : ***Droite tangente au cercle en M ou perpendiculaire au rayon OM***
- Sens : ***Sens de la rotation***
- Norme : $\|\overrightarrow{V}_{M\ S/Ro}\| = \omega \times R$ ***Avec R = OM***

Vitesse linéaire

Vitesse angulaire

Rayon



(Girouette vue de dessus)

Le triangle des vitesses

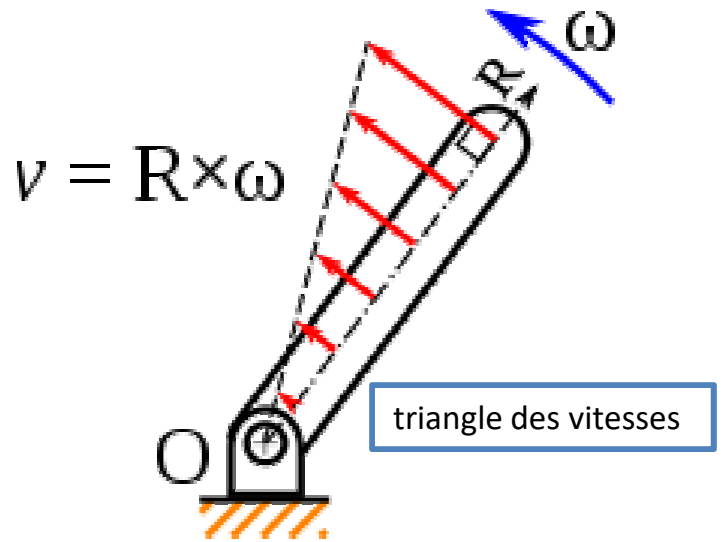
La vitesse linéaire d'un point appartenant à un solide en rotation dépend donc :

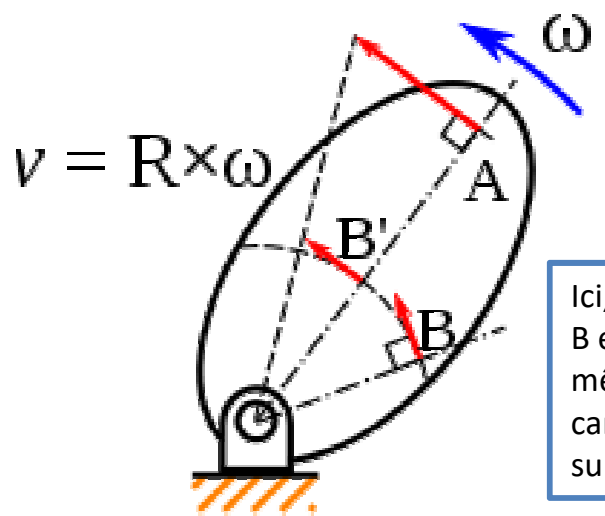
- de la vitesse angulaire

- du rayon R (Distance entre le point et le centre de rotation)

Graphiquement, cela se traduit par le **triangle des vitesses**

Le triangle des vitesses met en évidence, pour une vitesse angulaire donnée, le rapport entre le rayon et la vitesse linéaire.





Ici, les vecteurs en B et B' ont la même longueur car il se trouvent sur le même rayon

Mouvement plan L' équiprojectivité

Définition du mouvement plan

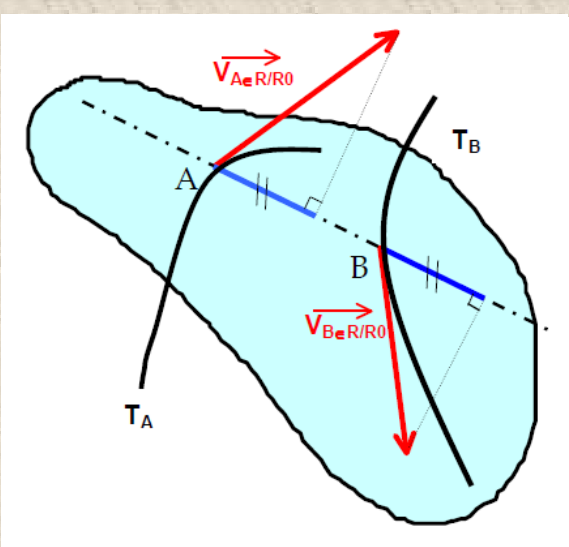
Tout solide est dit en mouvement plan lorsque tous les points appartenant a ce solide se déplacent parallèlement a un plan fixe de référence.

Théorème de l'équiprojectivité

Si A et B sont deux points distincts d'un solide, la projection orthogonale du vecteur vitesse du point A sur la droite (AB) est égale a la projection orthogonale du vecteur vitesse du point B sur la même droite (AB).

On peut écrire : $\overrightarrow{V}_{M\,S/Ro} \cdot \overrightarrow{AB} = \overrightarrow{V}_{B\,S/Ro} \cdot \overrightarrow{AB}$

La propriété d'equiprojectivite est l'une des propriétés les plus importantes de la cinematique du solide

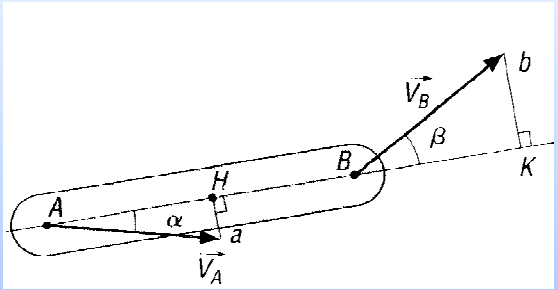


Exemple =>

CINEMATIQUE : Equiprojectivité

Principe :

Soit A et B deux points d'un solide en mouvement plan quelconque.
Les projections des vitesses de A et de B sur la droite (AB) sont égales.

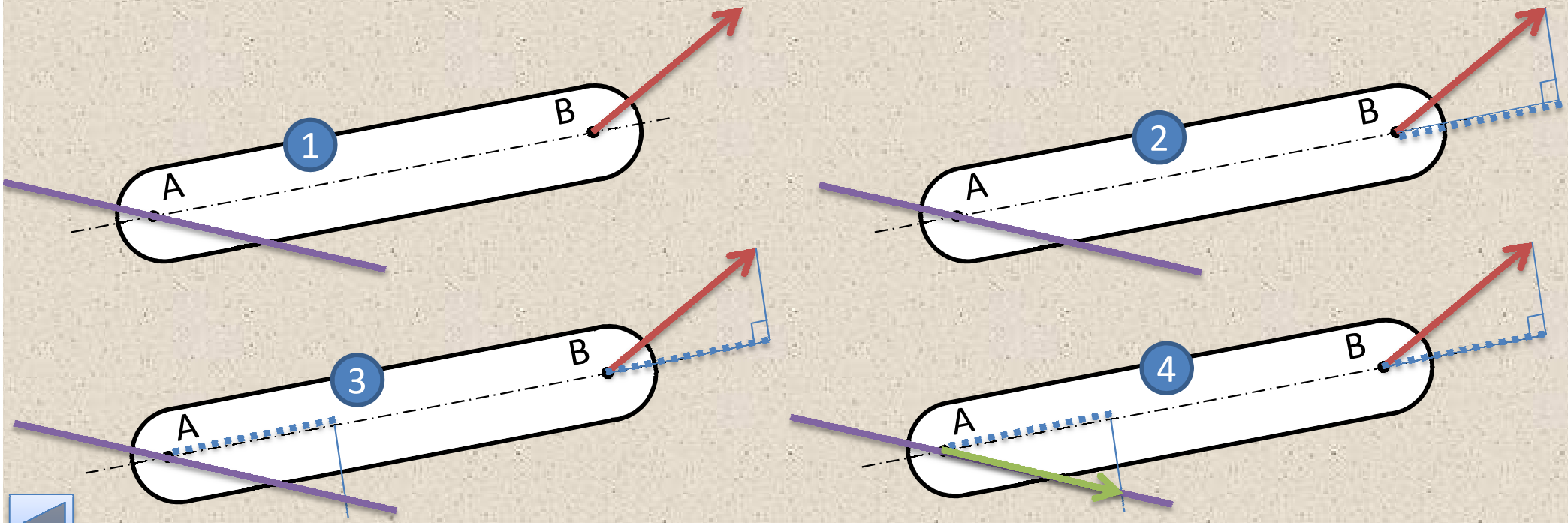


$$\vec{V_A} \cdot \vec{AB} = \vec{V_B} \cdot \vec{AB}$$

(AH = BK)

En pratique :

Attention : cette méthode s'applique à deux points d'une même pièce.
Les directions des deux vitesses doivent être connue, la méthode permet de trouver la norme de la seconde vitesse.



Mouvement plan Le C.I.R.

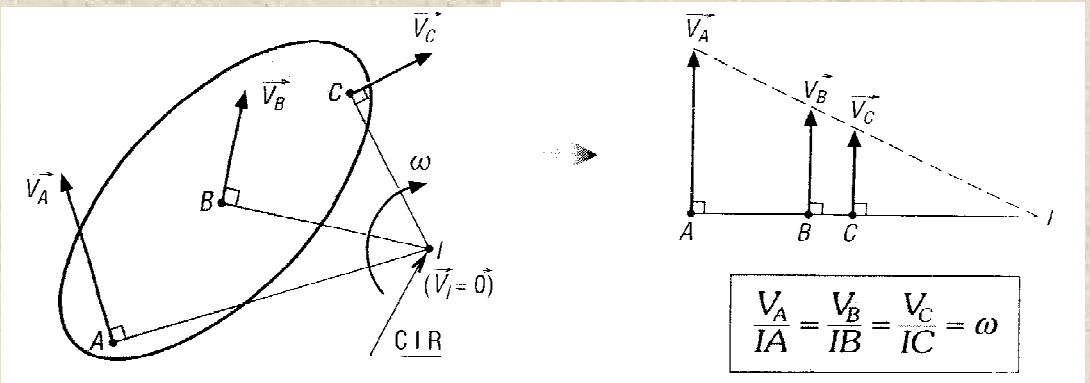
(Centre Instantané de Rotation)

Définition

Pour tout solide 1 en mouvement plan par rapport à un solide de référence 0, il existe un point I unique appelé centre instantané de rotation CIR, tel que la vitesse de ce point à l'instant considéré soit nulle : VI1/0 = 0

Construction

Le CIR est situé à l'intersection des perpendiculaires aux directions des vecteurs vitesses des points appartenant au solide en mouvement plan.
Les perpendiculaires sont tracées à partir des points d'application des vecteurs vitesse.
Pour connaître entièrement le champ des vitesses d'un solide en mouvement plan, il suffit de connaître le vecteur vitesse d'un point et la direction du vecteur vitesse d'un autre point.



Exemple =>

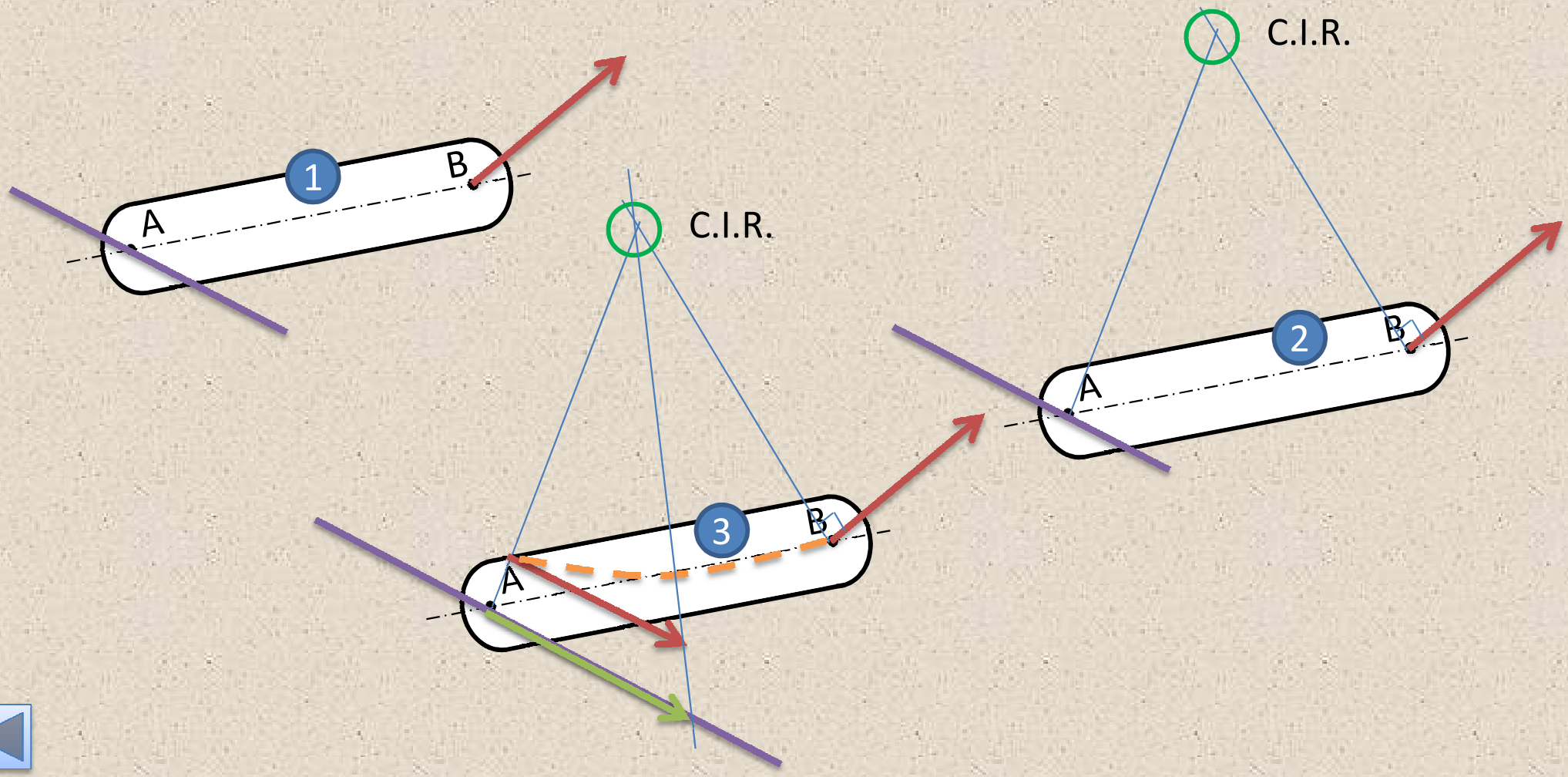
CINEMATIQUE : Le C.I.R.

En pratique :

Le Centre Instantané de Rotation (CIR) d'un solide en mouvement plan se trouve à l'intersection des perpendiculaires aux directions des vitesses de tous les points du solide.

Les directions (non parallèles) des vitesses de 2 points du solide permettent de déterminer la position du CIR. Il est ensuite possible de déterminer la direction de la vitesse de n'importe quel point du solide.

Pour la norme, on applique la méthode du « triangle des vitesses »



La résistance des matériaux

Sous l'action des forces qui agissent sur lui, un solide peut se déformer, voir même se détruire. La sécurité d'une construction : mécanisme (automobile, machine automatisée de production, ouvrage de génie civil, bâtiment) est assurée si :

- les pièces qui les composent ne se cassent pas (rupture) sous les efforts qu'elles subissent.
- les pièces ne subissent pas des déformations irréversibles (déformations permanentes)

Les objectifs de la RDM sont :

- de calculer les dimensions des pièces en fonction des efforts qu'elles subissent et des matériaux utilisés pour qu'elles résistent en toute sécurité (conception).
- de vérifier si les dimensions des pièces sont suffisantes pour résister aux efforts imposés (vérification).

Les sollicitations

Une pièce peut être soumise à plusieurs actions. Selon la position, le sens, l'intensité des forces qui agissent sur elle, on a pu définir un certain nombre de modes d'actions que l'on appelle des sollicitations.

- Notion de résistance et Contrainte
- Traction
- Cisaillement
- Tableau synthèse
- Les unités de la RDM

Hypothèses fondamentales

Les formules et propriétés supposent que :

- Les matériaux sont homogènes (tous les cristaux ou les grains de la matière sont identiques : même constitution et même structure) et isotropes (tous les points de sa structure ont les mêmes caractéristiques mécaniques dans toutes les directions).
- On se place toujours dans le cas de petites déformations

Notion de Résistance et de Contrainte

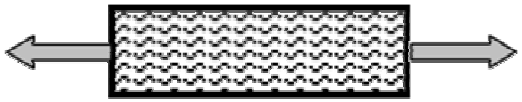
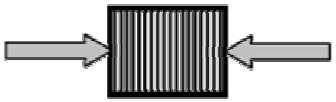
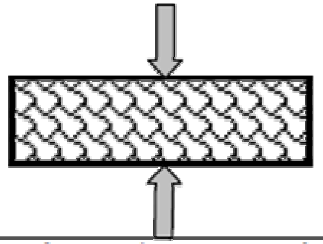
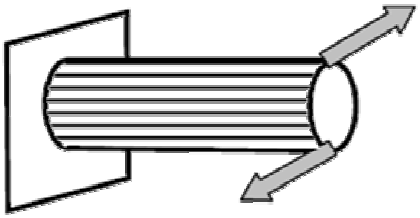
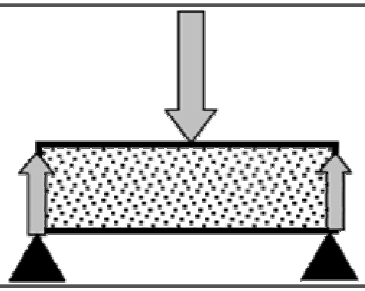
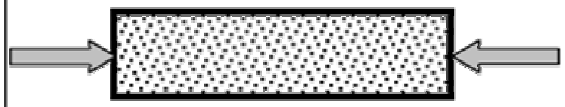
Qu'est-ce que la RDM (résistance des matériaux) ?

La résistance des matériaux est l'étude des dimensions des pièces en fonction des forces supportées.

Différence entre résistance et contrainte

La résistance est la force que peut supporter une pièce par unité de surface, sans casser.
La contrainte est la force que supporte réellement la pièce par unité de surface, la contrainte doit être en inférieure à la résistance.

Différentes contraintes ou sollicitations

L'extension (traction) :	La compression (pièce courte) :	Le cisaillement :
		
La torsion :	La flexion :	Le flambage (compression sur pièce longue) :
		

Les unités de la RDM

Contrainte

en N/mm² ou MPa - Symboles σ (sigma) pour la traction et compression et τ (tau)pour le cisaillement

Résistance

en N/mm² ou MPa - Symboles Re résistance élastique et Rr résistance à la rupture

Force en N

Surface (section) en mm²

Surface d'un cercle

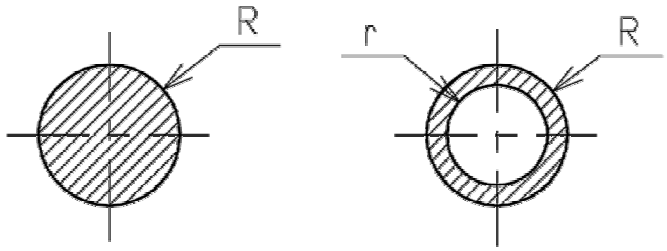
$= \pi (D^2 - d^2) / 4$

Surface d'une couronne

$S = \pi . R^2$

$= \pi . d^2 / 4$ S

$= \pi (R^2 - r^2)$



Relation entre force, surface, contrainte

Contrainte = force / surface

Résistance pratique, coefficient de sécurité

Rp = Re / s

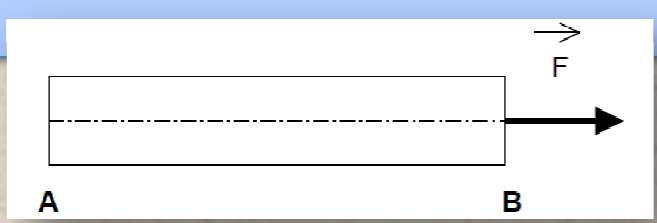
Lorsque l'on étudie la relation entre la force exercée sur une pièce et l'allongement de la pièce.
On trouve la résistance à la rupture Rr et la résistance élastique Re.
Dans la pratique on se garde une sécurité s (ou k) et on utilise une résistance pratique Rp.

Rp ≥ contrainte

La Traction

On parlera également d'allongement ou d'extension.
Une poutre (pièce dont la section est faible en regard de la longueur) est sollicitée en traction chaque fois qu'une action s'exerce à son extrémité A ou B suivant son axe comme représenté sur la figure ci-dessous.
La direction (ou droite d'action) de cette force est perpendiculaire (on dira également normale) à la section de la poutre.

Exemple : le tirant d'une potence, l'effort normal au point B.



CONTRAINTE NORMALE σ

La contrainte normale c'est le rapport de l'effort normal N et de la section de la poutre (pièce).

$$\sigma = \frac{N}{S}$$

POURCENTAGE D'ALLONGEMENT

Le pourcentage d'allongement c'est le rapport de la longueur finale de la pièce à laquelle on déduit la longueur initiale et de la longueur initiale de la pièce.

$$\varepsilon = \frac{L_{finale} - L}{L} = \frac{\Delta L}{L}$$

CONDITION DE RESISTANCE

Pour qu'une pièce résiste aux efforts de traction qui s'exercent sur elle, sans subir de déformations permanentes, il faut que la contrainte normale s soit inférieure à la limite d'élasticité Re du matériau.
Dans la pratique, la limite d'élasticité d'un matériau peut varier (par exemple en fonction de la température). Pour prévenir les phénomènes pouvant réduire cette limite d'élasticité, on lui affecte un coefficient de sécurité k (ou s, à ne pas confondre avec la section de la pièce) compris entre 2 et 15 suivant les risques qui peuvent découler de la rupture d'une pièce.

On détermine de cette manière une

Résistance pratique à la traction (extension).

$$Rpe = \frac{Re}{k}$$

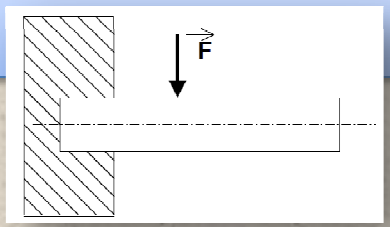
EXPRESSION DE LA CONDITION DE RESISTANCE

La pièce résistera aux efforts sans subir de déformations permanentes si :

$$\sigma \leq Rpe$$

Le Cisaillement

Une poutre est sollicitée au cisaillement chaque fois qu'une action s'exercera parallèlement à la section de la poutre.
On parlera d'action tangentielle.



Exemple : le tirant d'une potence, l'effort normal au point B.

CONTRAINTE TANGENTIELLE τ

La contrainte tangentielle c'est le rapport de l'effort tangentiel T et de la section de la poutre (pièce).

$$\tau = \frac{T}{S}$$

CONDITION DE RESISTANCE

Pour qu'une pièce résiste aux efforts de cisaillement qui s'exercent sur elle, sans subir de déformations permanentes, il faut que la contrainte tangentielle τ soit inférieure à la limite d'élasticité Re du matériau.
Dans la pratique, la limite d'élasticité d'un matériau peut varier (par exemple en fonction de la température). Les risques de déformations permanentes étant plus importants que pour une sollicitation à la traction ou à la compression, on lui affecte un second coefficient de sécurité.

EXPRESSION DE LA CONDITION DE RESISTANCE

La pièce résistera aux efforts sans subir de déformations permanentes si :

$$\tau \leq Rpg$$

On détermine de cette manière, dans un premier temps, une Résistance au glissement (cisaillement).

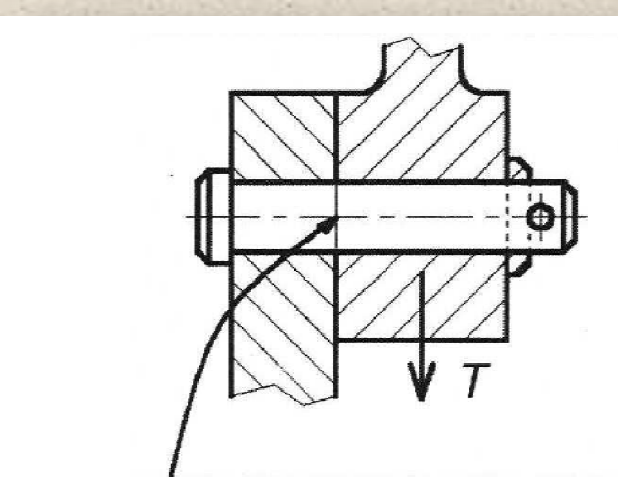
$$Rg = 0{,}5\ Re$$

Et ensuite, on détermine une Résistance pratique au glissement (cisaillement).

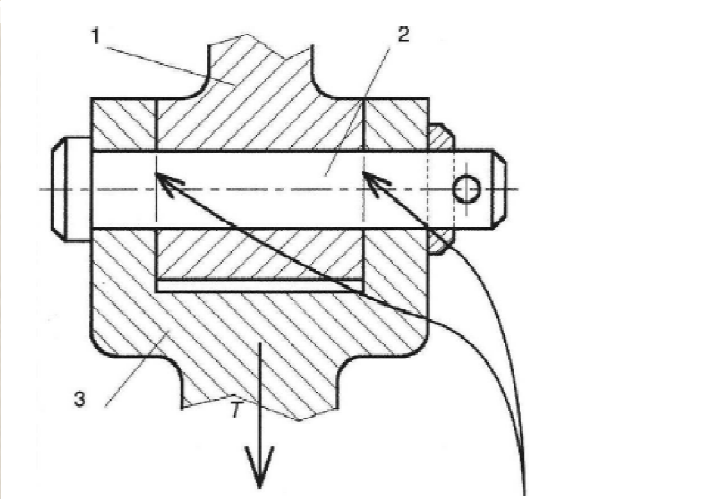
$$Rpg = \frac{Rg}{k}$$

EXEMPLES DE PIECES CISAILLEES

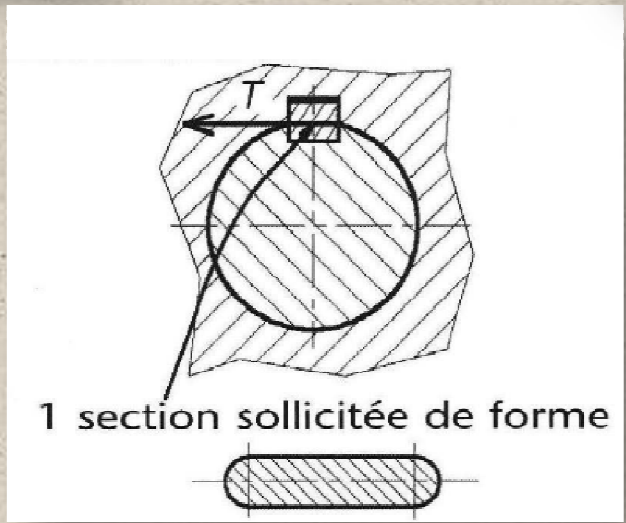
Le Cisaillement
Exemple de pièces cisaillées



1 section circulaire sollicitée



2 sections circulaires sollicitées



1 section sollicitée de forme

RdM - Tableau synthèse

Sollicitation	Condition de résistance	Contrainte	Resistance pratique	Allongement
Traction	$\sigma \leq Rpe$	$\sigma = \frac{N}{S}$	$Rpe = \frac{Re}{k}$	$\varepsilon = \frac{L_{finale} - L}{L} = \frac{\Delta L}{L}$

Sollicitation	Condition de résistance	Contrainte	Resistance pratique	
Cisaillement	$\tau \leq Rpg$	$\tau = \frac{T}{S}$	$Rpg = \frac{Rg}{k}$	$Rg = 0,5\ Re$

Symbole	Nom	Unité
σ	Contrainte (Sigma)	N/mm²
τ	Contrainte (Tau)	N/mm²
N	Effort normal	N
T	Effort tangentiel	N
S	Surface ou Section	mm²
Rpe	Résistance Pratique Elastique	N/mm²
Rpg	Résistance Pratique au Glissement	N/mm²
ε	Allongement (Epsilon)	Sans unité

Conversion		
1N/mm²	=	10^5daN/m²

La dynamique

La dynamique est le chapitre de mécanique qui étudie les forces agissant sur les corps en mouvement.
Cela suppose une bonne connaissance des chapitres de cinématique et de statique.

Notion de repère de Copernic

Le repère de Copernic est un repère absolu dont l'origine est au centre de gravité du système solaire et dont les trois axes passent par des étoiles.

Notion de repère Galiléen

Un repère galiléen R_g est un repère en translation par rapport au repère absolu de Copernic.
Approximation
Dans les problèmes de mécanique simples, on admettra que la Terre est un référentiel galiléen. Cela reste une approximation, souvent suffisante et amenant des erreurs négligeables.

Enoncé du P.F.D., cas du mouvement plan (Equations de Newton)

Soit un solide dont le centre de gravité est G		
Avec: $\Sigma F_{ext} = m.a_G$	ΣF_{ext} : résultante des forces extérieures	N
	a_G : accélération absolue du solide	m/s²
	m = masse du solide.	kg
$\Sigma M_G(F_{ext}) = J_G.\hat{a}$	$\Sigma M_G(F_{ext})$: moment algébrique résultant en G	N.m
	J_G : Moment d'inertie du solide	m².kg
	$\hat{a}$: accélération angulaire	rd/s²

suite

La dynamique

Cas particulier du solide en translation rectiligne

L'accélération angulaire â est nulle. On en déduit :		Unité
Avec: $\Sigma F_{ext} = m.a_G$	ΣF_{ext} : résultante des forces extérieures	N
	a_G : accélération absolue du solide	m/s²
	m = masse du solide.	kg
$\Sigma M_G(F_{ext}) = 0$	$\Sigma M_G(F_{ext})$: moment algébrique résultant en G	N.m

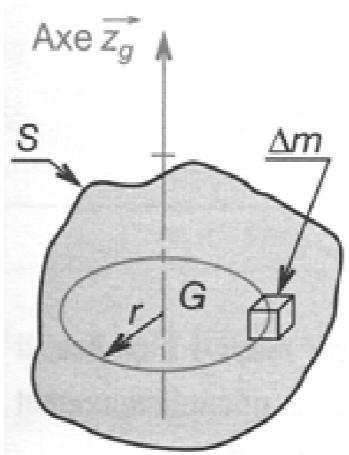
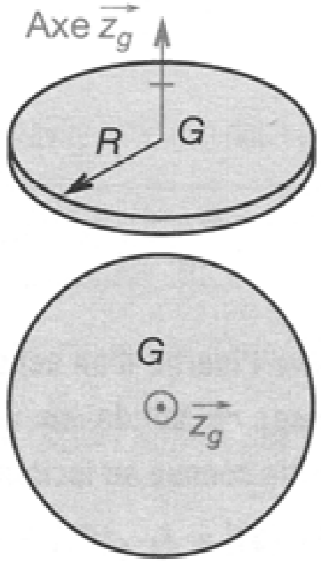
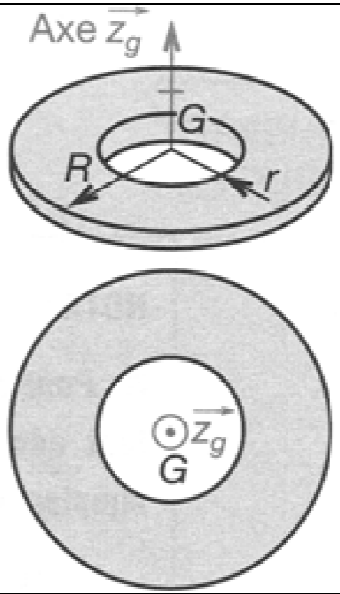
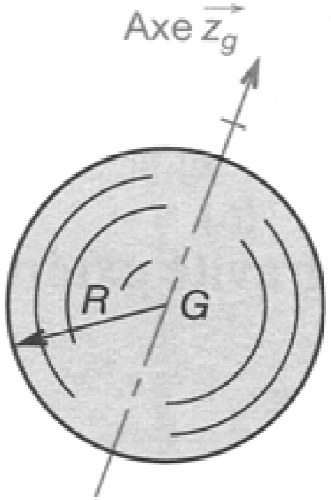
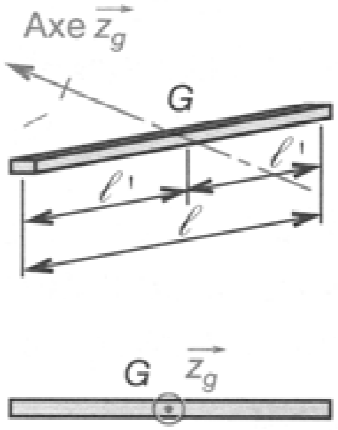
Cas particulier du solide en rotation

L'accélération absolue a_G est nulle. On en déduit :		
Avec: $\Sigma F_{ext} = 0$	ΣF_{ext} : résultante des forces extérieures	N
$\Sigma M_G(F_{ext}) = J_G.\hat{a}$	$\Sigma M_G(F_{ext})$: moment algébrique résultant en G	N.m
	J_G : Moment d'inertie du solide	m².kg
	â : accélération angulaire	rd/s²

suite

La dynamique

Exemples de moments d'inertie

Définition $\Sigma(\Delta m)=m(kg)$	Cylindre plein masse m (kg)	Cylindre creux (couronne) masse m (kg)	Sphère pleine masse m (kg)	Tige rectiligne section négligeable masse m (kg)
				
$J_{Gzg} = \Sigma(\Delta m.r^2)$	$J_{Gzg} = \frac{1}{2}.m.R^2$	$J_{Gzg} = \frac{1}{2}.m.(R^2+r^2)$	$J_{Gzg} = \frac{2}{5}.m.R^2$	$J_{Gzg} = \frac{m.\ell^2}{12}$