APPLICATION DE LA RELATION FONDAMENTALE DE LA DYNAMIQUE AUX SOLIDES EN TRANSLATION

PRÉALABLES

Définition d'un système – Exemples de système

Caractéristiques d'un système matériel

Forces extérieures à un système matériel

Référentiel galiléen, non galiléen

Principe fondamental de la dynamique

Relation fondamentale de la dynamique

Objectifs : L'élève doit être capable de :

- *définir la chute libre*
- *décrire l'expérience du tube de Newton*
- *énoncer les lois de la chute libre*
- *décrire une expérience permettant de déterminer la nature du mouvement de chute libre*
- *écrire les équations caractéristiques du mouvement de chute libre*
- *appliquer la relation fondamentale de la dynamique à la résolution de problèmes relatifs au mouvement d'un solide sur le plan horizontal, le plan incliné, à un corps suspendu dans un véhicule en translation*
- *énoncer l'existence de force d'inertie corrective pour un corps, suspendu dans un véhicule en translation, dans un référentiel non galiléen*

1 Résolution d'un problème de dynamique

La résolution d'un problème de dynamique passe généralement par les étapes suivantes :

- Définir le système à étudier et marquer son centre d'inertie G (un système possède toujours une masse)
- Préciser le référentiel choisi
- Faire l'inventaire des forces appliquées au système
- Représenter dans un schéma tous les vecteurs forces appliquées au centre d'inertie G du système
- Ecrire la relation fondamentale de la dynamique sous sa forme vectorielle dans le repère choisi (dans le cas d'un référentiel non galiléen ne pas oublier les forces correctives)

- Choisir dans le référentiel un repère d'axes (le choix du repère est généralement lié aux directions des vecteurs forces dans l'espace : par exemple si tous les vecteurs forces recensés sont tous colinéaires, un repère $(O,\vec{i})$ est suffisant ; par contre si les vecteurs forces recensés ont leurs directions dans le même plan et ne sont pas tous colinéaires, un repère $(O,\vec{i},\vec{j})$ est nécessaire
- Projeter chaque vecteur force dans le repère choisi (il peut arriver que on ait besoin des projections des vecteurs vitesse et/ou accélération)
- Résoudre le système d'équations trouvées à partir de l'application de la relation fondamentale dans le repère choisi.

2 La chute libre

2.1 Définition

Un corps est en chute libre lorsqu'il est soumis à la seule action de son poids.

Dans cette étude on considérera que les portions d'espace terrestre dans lesquelles a lieu la chute du corps ont des dimensions petites devant le rayon de la Terre : le poids du corps peut-être alors considéré comme une force constante en direction, sens et intensité.

2.2 Les lois de la chute libre

2.2.1 Première loi de la chute libre

Expérience

Lorsqu'on abandonne en même temps à la même hauteur du sol, en atmosphère calme, un corps métallique et une feuille de papier, on constate que le corps métallique tombe rapidement tandis que la feuille de papier décrit plus lentement une trajectoire capricieuse.

De telles chutes ne sont pas libres du fait de la poussée d'Archimède dont l'action s'oppose à celle du poids du corps métallique et de la feuille de papier.

Expérience : Expérience du tube de Newton

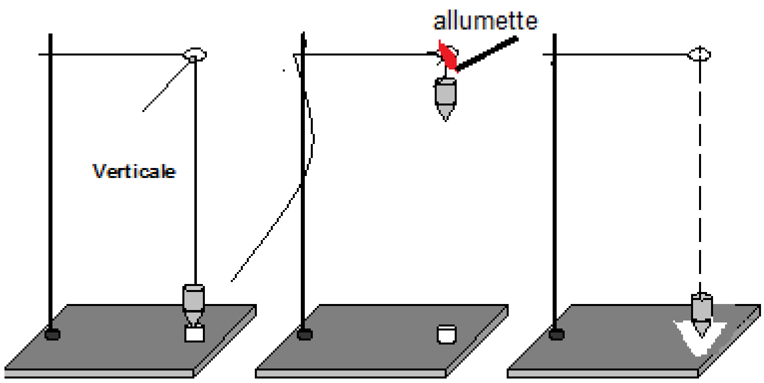
Newton dans son tube élimine l'influence de l'air. Le tube de Newton est constitué d'un long tube de verre (d'environ un mètre de long), hermétiquement fermé aux deux extrémités et dans lequel on a déposé préalablement une petite bille métallique, une plume d'oiseau et un morceau de feuille de papier. L'une des extrémités fermes est muni d'un robinet permettant de réaliser le vide (approximatif) dans le tube à l'aide d'une pompe à vide.

Après avoir fait le vide dans le tube, fermé hermétiquement le robinet, retirer le raccord de la pompe du robinet on retourne très rapidement le tube bout pour bout. On constate que la bille, la plume d'oiseau et le morceau de feuille de papier s'accompagnent tout au long de leur chute. On en déduit la première loi de la chute libre : « ***dans le vide, au même lieu, tous les corps ont le même mouvement de chute*** »

Cependant nous considérerons comme libre la chute de tous corps de forte densité et de forme aérodynamique (formes sphérique, conique, cylindro-conique etc.) comme libre en atmosphère calme.

2.2.2 Deuxième loi de la chute libre : la trajectoire du mouvement de chute libre

La direction du fil à plomb suspendu à une potence matérialise la verticale (Fig. a).



On place exactement sous a pointe de la masse de plomb un morceau de craie (Fig. a) puis on fait remonter la masse de plomb et lorsque celle-ci atteint sa position d'équilibre stable on brûle le fil de suspension (Fig. b). La masse de plomb tombe et écrase la craie (Fig. c). On en déduit que la trajectoire du mouvement de chute du centre d'inertie de la masse de plomb est verticale.

La chute libre sans vitesse initiale est un mouvement de direction verticale.

2.2.3 Troisième loi de la chute libre : la nature du mouvement de chute libre

a) La méthode directe

a)-1. Principe

Pour déterminer la nature du mouvement de chute libre on mesure les temps de chute t_1, t_2, …, t_n correspondant respectivement à des hauteurs de chute h_1, h_2, …, h_n.

a)-2. Dispositif

On utilise pour cela le dispositif suivant :

- Une **colonne de chute** : elle est constituée d'une longue règle graduée en centimètre, de hauteur entre un et deux mètres et fixée sur un support métallique vertical terminé par un trépied comportant des vis permettant d'assurer la verticale de la règle.

A la base du support métallique est fixée au support une tige métallique horizontale portant un niveau et terminée par un anneau métallique muni d'un panier pour la réception de la bille en fin de chute.

A l'extrémité supérieure du support métallique, est fixé un petit électroaimant qui retient la bille lorsqu'il est parcouru par un courant et qui la lâche sans vitesse initiale lorsqu'on coupe le courant dans l'électroaimant. Le panier de réception est à la verticalité de l'électroaimant.

L’électroaimant est fixé de telle manière que lorsqu’il retient la bille le bord opposé de la bille coïncide avec le zéro de la graduation de la colonne de chute.

- Deux **capteurs** ou **cellules photoélectriques** peuvent être montées sur la règle graduée et peuvent coulisser verticalement sur la règle afin de sélectionner les différentes hauteurs de chute. Le principe de la cellule photoélectrique est basé sur la possibilité de *commander* par un faisceau lumineux le courant électrique fourni par la cellule et *d’infliger à ce courant des variations reproduisant fidèlement et instantanément les variations d’intensité de la lumière incidente*. Ainsi les traversées du faisceau lumineux d’une cellule photoélectriques entraîne le départ ou l’arrêt du chronomètre selon les cas.
- Un chronomètre électronique au millième de seconde permet de mesurer la durée de chute de la bille soit entre l’électroaimant et un capteur, soit entre les deux capteurs.
- Une boîte de commande dont les fonctions sont les suivantes :

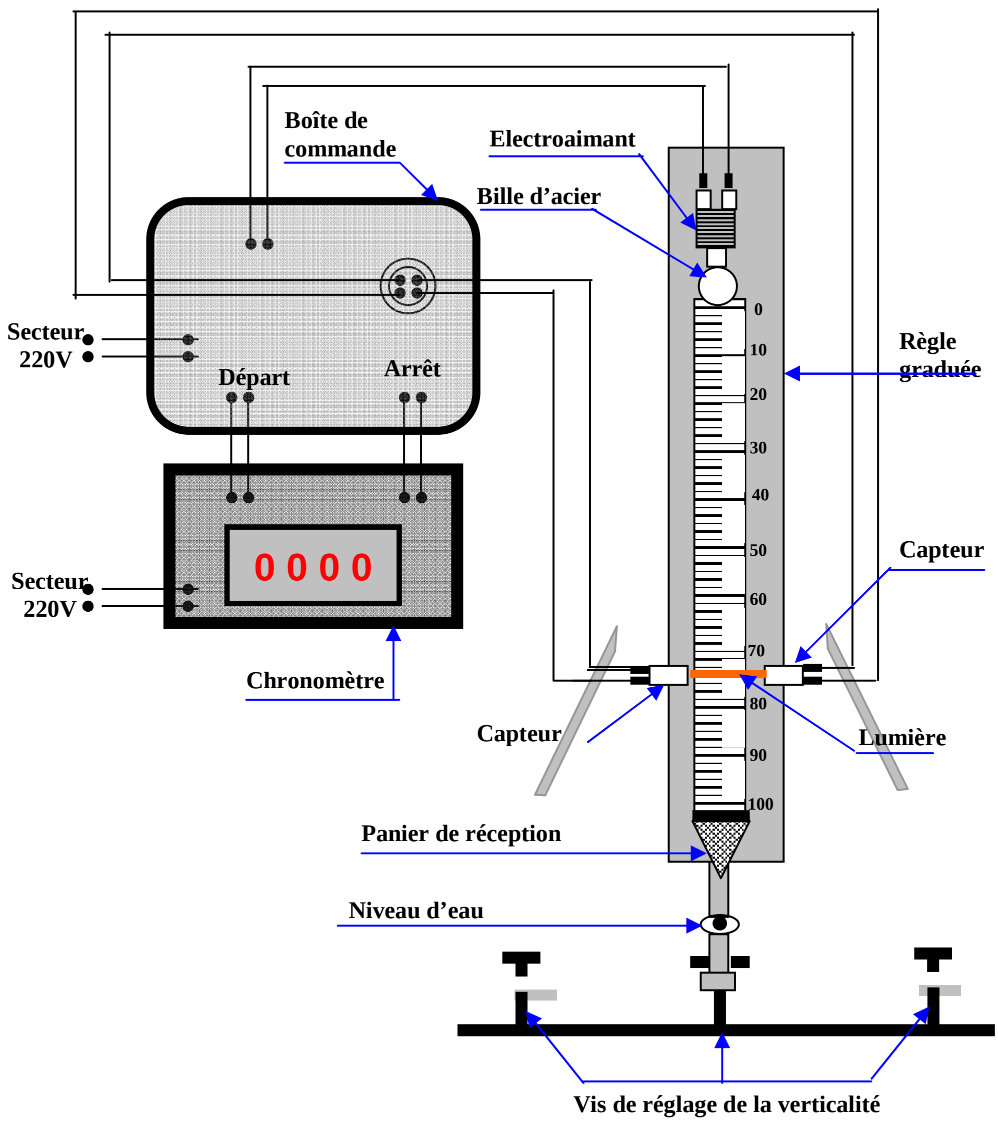
→ alimenter en courant tous les composants électriques du montage (électroaimant, capteurs, chronomètre).

→ déclencher le départ de la bille par rupture du courant dans l’électroaimant

→ déclencher le départ et l’arrêt du chronomètre

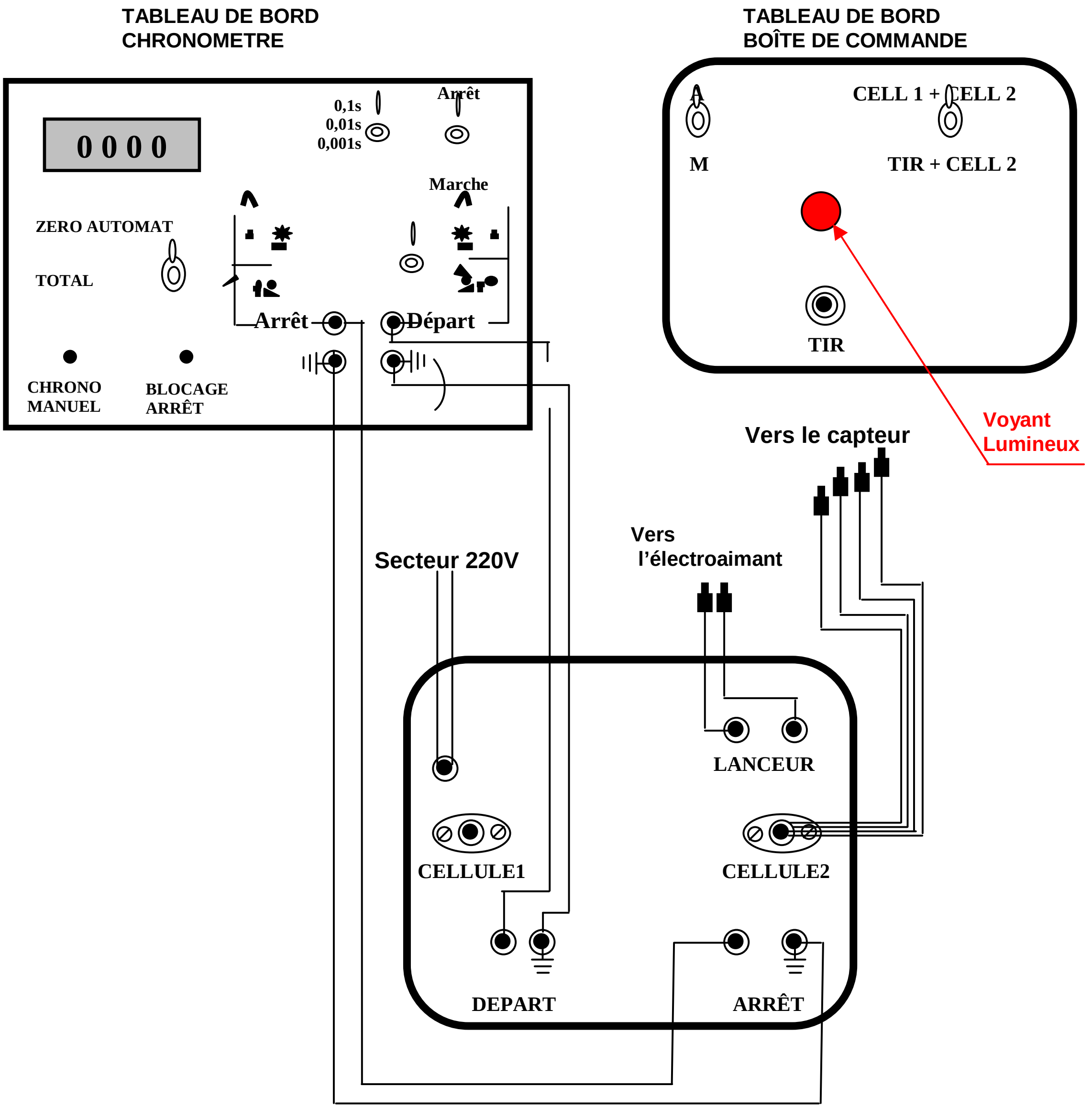
- Enfin un fil à plomb destiné au réglage de la verticalité de la colonne complète le dispositif.

a)-3. Montage du dispositif



a)-4 Branchements

La figure représente les tableaux de bord avant et arrière de la boîte de commande et du chronomètre. Les branchements à réaliser y sont indiqués.



ARRIERE BOÎTE DE COMMANDE

Fig.

a)-5 Réalisation d'une expérience : Les manœuvres à exécuter sont les suivantes :

régler la verticalité de la colonne en fixant le fil à plomb à l'électroaimant. A l'aide des trois vis faire en sorte que la bille d'eau du niveau soit exactement au centre du cercle qui l'entoure. La pointe de la masse de plomb se trouve alors suspendu au dessus du centre du panier.

Brancher la boîte de commande et le chronomètre sur le secteur d'alimentation 220V

Mettre les boutons d'alimentation en position « M » (marche) : le voyant rouge de la boîte de commande s'allume, le faisceau de lumière s'allume dans les capteurs et chronomètre affiche quatre zéros lumineux sur son écran.

Mettre le bouton poussoir de la boîte de commande sur « CELL1 + CELL2 » si l'on a monté les deux capteurs, l'on mesurer les temps pour des distances comprises entre les deux capteurs ou sur « TIR + CELL2 » si une seule cellule est montée. On mesure alors le temps de chute pour la distance entre l'électroaimant et la cellule.

Enlever le fil à plomb et placer la bille sur le noyau de fer doux de l'électroaimant. Elle y adhère puisque l'électroaimant est alimenté par la boîte de commande.
Appuyer sur le bouton « TIR » de la boîte de commande : la bille tombe et le chronomètre se met en marche. Le chronomètre s'arrête une fois que la bille traverse le faisceau lumineux du capteur.
Lire le temps de chute affiché sur l'écran du chronomètre.
Remettre le compteur à zéro en abaissant le commutateur, situé sur la partie inférieure gauche du tableau de bord du chronomètre, sur la position « REMISE A ZERO ».
Remettre la bille à sa place, on est prêt pour une nouvelle mesure.
Remarque : Si l'on a utilisé les deux capteurs, la traversée du faisceau lumineux du premier capteur par la bille déclenche le départ du chronomètre.
Reprendre deux ou trois fois la mesure du temps de chute pour la même distance afin de s'assurer que le chronomètre affiche toujours la même indication. En cas de légères différences, faire la moyenne arithmétique des temps affichés.

a)-6 Résultats des mesures : Rassembler dans un tableau les temps et les hauteurs de chute correspondantes.

Hauteurs de chute en mètre	h_1	h_2	h_3	h_4
Temps de chute en seconde	t_1	t_2	t_3	t_4

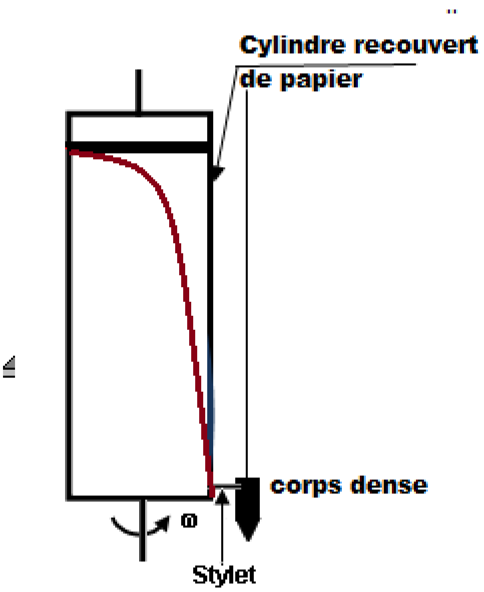
a)-7 Interprétation des résultats : On construit sur papier millimétré dans un système d'axes $(\overrightarrow{Ot},\overrightarrow{Oh})$ et $(\overrightarrow{Ot},\overrightarrow{Ov})$ les courbes h = f(t) et $v_{moy} = \dfrac{h_n - h_{n-1}}{t_n - t_{n-1}}$ = g(t).

On obtient pour h = f(t), une parabole et pour v = g(t) une droite dont le prolongement ne passe pas obligatoirement par l'origine O du repère $(\overrightarrow{Ot},\overrightarrow{Ov})$: le lâcher de la bille et le déclenchement du chronomètre ne sont pas rigoureusement simultanées.

On peut constater que $\frac{h_1}{t_1^2} \approx \frac{h_1}{t_2^2} \approx \frac{h_3}{t_3^2} \approx \cdots \approx \frac{h_n}{t_n^2} = \text{constante}$ positive. On déduit de ce constat la troisième loi de la chute libre : ***« le mouvement de chute libre est uniformément accéléré***. ***L'accélération de ce mouvement est l'accélération de la pesanteur notée g au lieu de chute***.
Au niveau de la mer (altitude zéro) le module de l'accélération de la pesanteur est g = 9,81m.s^{-2}.

a) La méthode graphique

Principe : Il s'agit d'obtenir par un dispositif approprié le tracé de la trajectoire de chute.



Un exemple de dispositif : la machine de Morin

La machine de Morin est constituée d'un long cylindre qu'un moteur fait tourner à vitesse constante □, autour de son axe vertical. Le cylindre est recouvert d'un papier enregistreur. Un corps dense de forme cylindro-conique muni d'un stylet appuyant légèrement sur la feuille de papier et guide par deux rails verticaux effectue un mouvement de chute.

Réalisation d'une expérience : Les étapes sont les suivantes :

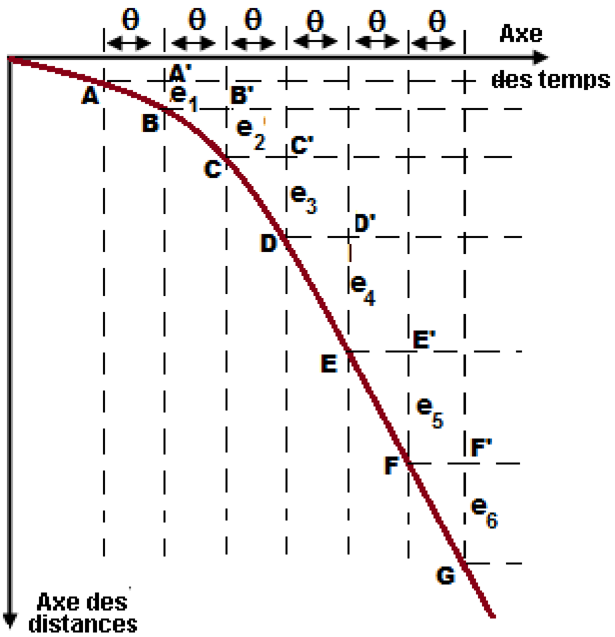
Le corps est placé à la hauteur h et maintenu immobile à cette hauteur tandis que le cylindre tourne à vitesse constante □ : le stylet décrit sur le papier une circonférence qui une fois la papier déroulé et étalé devient une droite représentant l'axe des temps.

Le corps toujours à la hauteur h est mis en chute libre, le cylindre étant immobile : le stylet décrit une droite qui est l'axe des hauteurs.

Le corps tombe de la hauteur h et le cylindre tourne à la vitesse constante □ : le stylet décrit sur le papier enregistreur une trajectoire parabolique.

Interprétation des résultats

Sur le papier déroulé et étalé sur une surface plane, on découpe sur l'axe des temps des segments de longueurs égales □x représentant des intervalles de temps successifs égaux □.



(On calcule □ = □x/□).

On détermine ensuite comme indiqué sur la figure n° les points A, B, C, …, A', B', C' … On mesure les hauteurs de chute A'B = e_1, B'C = e_2, C'D = e_3, D'E = e_4 etc. qui sont les distances parcourues par le corps au cours des intervalles de temps successifs égaux □.

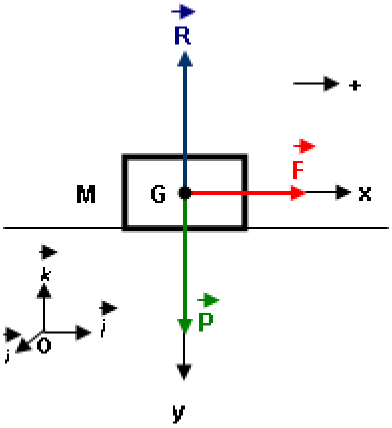
On vérifie $e_n - e_{n-1}$ □ …□ $e_2 - e_1$ = constante. Les distances parcourus pendant des intervalles de temps successifs égaux □ forme une progression arithmétique r = $e_n - e_{n-1}$ □ …□ $e_2 - e_1$ = constante, le mouvement de chute du corps est rectiligne uniformément varié.

2.3 Equations horaires

Le vecteur accélération de la pesanteur $\vec{g}$ est dirigé de haut en bas (sens positif).

Chute libre sans vitesse initiale	Corps lancé verticalement	
	Vers le bas	**Vers le haut**
$h = \frac{1}{2} gt^2$ $v = gt$	$h = \frac{1}{2} gt^2 + v_0 t$ $v = gt + v_0$	$h = -\frac{1}{2} gt^2 + v_0$ $v = -gt + v_0$

3. Mobile en mouvement rectiligne sur un plan horizontal



Soit un mobile M de masse m en mouvement rectiligne d'accélération $\vec{a}$ sur un plan horizontal.

Le système étudié est le mobile M de masse m de centre de masse G.

Le référentiel d'étude est le référentiel terrestre (galiléen) doté d'un repère $(G,\vec{i},\vec{j},\vec{k})$.

Les forces s'exerçant sur la masse m sont le poids $\vec{P}$ (force de direction verticale dirigée vers le plan horizontal (le bas), la réaction $\vec{R}$ du plan horizontal (force de direction perpendiculaire au plan horizontal donc verticale, dirigée en sens inverse du vecteur poids).

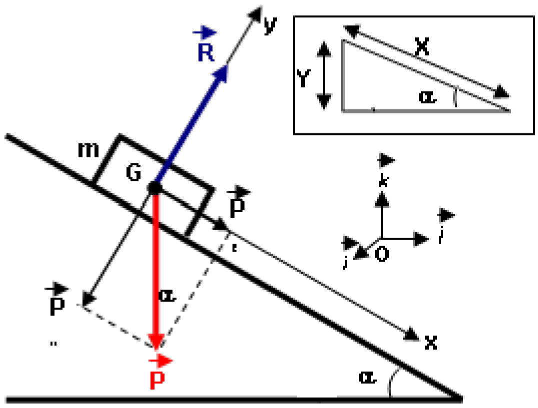
Le point d'application de toutes les forces s'exerçant sur la masse est le centre de gravité G du mobile M.

Le repère choisi est donc le repère orthonormal $(G,\vec{i},\vec{j})$ de vecteurs unitaires $\vec{i}$ parallèle au plan horizontal et dirigé dans le sens de déplacement du mobile et $\vec{j}$ colinéaire à $\vec{P}$, de même sens.

Dans ce repère, les forces $\vec{P}$ et $\vec{R}$ sont des forces directement opposées, par conséquent $\vec{P} + \vec{R} = \vec{0}$. Si aucune autre force ne s'exerce sur le mobile, ce dernier est au repos ou en mouvement rectiligne uniforme d'après le principe de l'inertie.

Pour que le mobile soit en mouvement d'accélération $\vec{a}$ il faut qu'il s'exerce sur le mobile une force ou une résultante de force $\vec{F}$ telle que $\vec{F} = m\vec{a}$ parallèle au plan horizontal et orientée dans le sens du vecteur accélération. Ainsi cette force sera orientée de déplacement du mobile si le mouvement est accéléré, dans le sens si le mouvement est décéléré.

4. Mobile en mouvement rectiligne sur un plan incliné



Un plan incliné est un plan différent du plan horizontal. Le plan incliné fait alors un angle α avec le plan horizontal. La tangente de cet angle (tgα) est appelée la **pente du plan incliné**. La pente du plan incliné donne la hauteur H dont le corps en mouvement sur le plan incliné est descendu (ou monté) lorsqu'il a parcouru une distance X donnée sur le plan incliné (voir encadré Fig.ci-contre). La pente s'exprime également en pourcentage.

Un corps de masse m de centre d'inertie G est déposé sur un plan incliné de α sur l'horizontal. Les forces de frottement étant supposées négligeables, quelle est la nature du mouvement pris par la masse m ?

Appliquons pour cela le principe fondamental de la dynamique à la masse m.

Système étudié : le corps de masse m de centre de gravité G.

Référentiel choisi : référentiel terrestre galiléen $(O,\vec{i},\vec{j},\vec{k})$.

Inventaire des forces extérieures appliquées au système :

- le poids $\vec{P}$: force de direction verticale (donc perpendiculaire au plan horizontal) dirigée vers le bas et exercée sur le corps par la Terre.

- la réaction $\vec{R}$ du plan incliné : force exercée par le plan incliné sur le corps, sa direction est perpendiculaire au plan incliné, son sens vers le haut (voir Fig. ci - dessus).

La relation fondamentale de la dynamique appliquée à la masse m, dans le référentiel $(O,\vec{i},\vec{j},\vec{k})$ s'écrit $\vec{P}+\vec{R}=m\vec{a}$.

Choix dans le référentiel du repère d'étude : les deux forces étant dans un même plan (le plan vertical) le repère choisi est le repère orthonormal d'axes $(\overrightarrow{Gx},\overrightarrow{Gy})$ tels que $\overrightarrow{Gx}$ parallèle au plan incliné, dans le sens de la descente et $\overrightarrow{Gy}$ perpendiculaire au plan incliné dans le sens de la réaction.

Résolution de la relation fondamentale de la dynamique dans le repère $(\overrightarrow{Gx}, \overrightarrow{Gy})$

$P_x + R_x = ma_x$ et $– P_y + R_y = ma_y$. $\vec{R} \perp \overrightarrow{Gx} \Rightarrow R_x = 0$ et $P_x = ma_x$. On en déduit $a_x = \frac{P_x}{m}$.

$– P_y + R_y = 0$ (principe de l'action et de la réaction) $\Rightarrow$ $a_y = 0$ et comme $a = \sqrt{a_x^2 + a_y^2}$ on a donc :

$a = a_x = \frac{P_x}{m}$. On peut également constater que la masse m n'effectue pas de mouvement selon l'axe $\overrightarrow{Gy}$ (la masse ne perce ni ne quitte le plan incliné) et que $a_y = 0$.

On a l'angle $(\vec{P_y},\vec{P})$ = α comme angle à cotés respectivement perpendiculaires, on en alors :

P_x = Psinα et **a = gsinα = constante positive $\Rightarrow$ le mouvement de la masse m est uniformément accéléré**.

Un corps déposé sur un plan incliné se met à descendre « spontanément » la pente (on dit qu'il dévale la pente), raison pour laquelle il set exigé au conducteur de mettre le frein à main d'un véhicule en stationnement sur un plan incliné.

Le mouvement d'un solide sur un plan est un exemple de chute ralentie. Il ne diffère de la chute libre que par une accélération plus faible.

5. Corps suspendu dans un véhicule

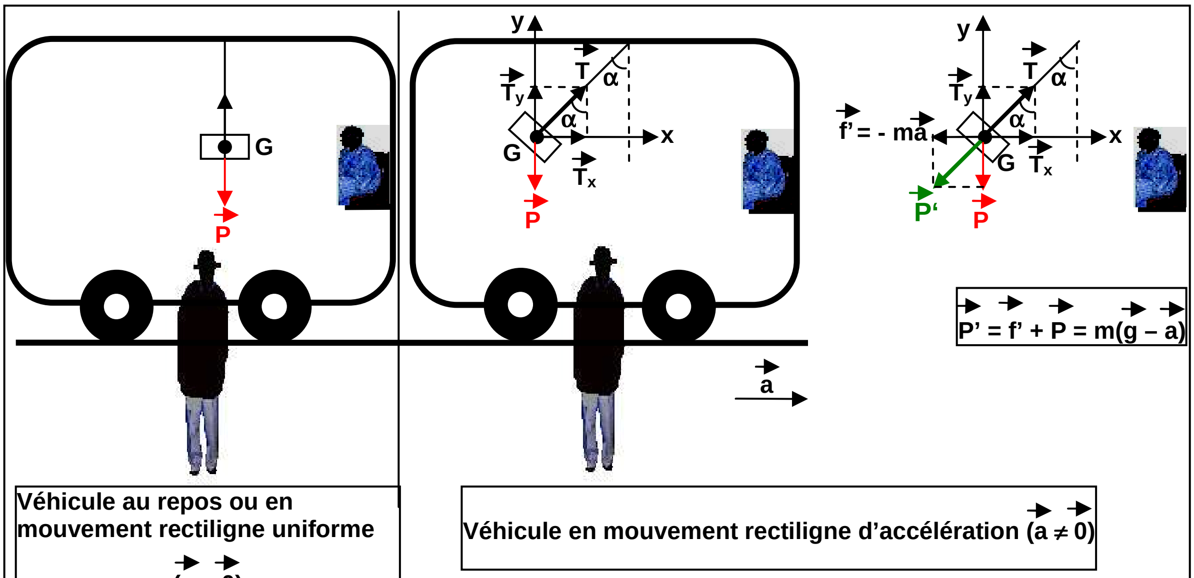


Fig.

Un fil à plomb est suspendu à l'intérieur d'un véhicule animé d'un mouvement rectiligne d'accélération $\vec{a}$, sur un plan horizontal. Le système étudié est la masse du fil à plomb de masse m, de centre d'inertie G.

5.1 Le véhicule est au repos : la masse m est soumise à deux forces directement opposées ; le poids $\vec{P}$ de la masse et la tension $\vec{T}$ exercée par le fil de suspension sur la masse m. On a $\vec{P}+\vec{T}=\vec{0}$. Le fil à plomb a une direction verticale et la masse m se trouve dans sa position d'équilibre stable.

5.2 Le véhicule est en mouvement d'accélération $\vec{a}$

5.2.1. *Etude du mouvement de la masse dans un référentiel galiléen ; celui d'un observateur debout au bord de la route et regardant le véhicule passer*.

Pour cet observateur la masse m est en mouvement d'accélération $\vec{a}$. L'observateur sait que les forces agissant sur la masse m sont son poids $\vec{P}$ et la tension $\vec{T}$ du fil. L'application de la relation fondamentale de la dynamique au centre d'inertie de la masse s'écrit alors : $\vec{P} + \vec{T} = m\vec{a}$. Ce qui veut dire que la résultante de $\vec{P}$ et $\vec{T}$ n'est plus nulle. Comme le poids est une force constante en direction et sens c'est donc la tension qui change de direction par rapport à sa position verticale lorsque le véhicule était à l'arrêt. ***Le fil à plomb s'incline nécessairement par rapport à la verticale d'un angle α appelé inclinaison du fil à plomb***.

Soit le repère orthonormal d'axes $\overrightarrow{Gx}$ colinéaire au vecteur accélération $\vec{a}$ et dont le sens est celui du sens de déplacement du véhicule et $\overrightarrow{Gy}$ colinéaire au vecteur poids de sens opposé. On a alors :

Selon l'axe $\overrightarrow{Gx}$ on a : $\left|\begin{array}{l} \mathrm{Proj}\vec{P}/\overrightarrow{Gx} = -P_x = 0 \\ \mathrm{Proj}\vec{T}/\overrightarrow{Gx} = T_x \\ \mathrm{Proj}\vec{a}/\overrightarrow{Gx} = a_x \end{array}\right.$. L'application de la relation fondamentale de la dynamique donne alors : - P_x + T_x = ma_x c'est-à-dire T_x = ma_x.

Selon l'axe $\overrightarrow{Gy}$ on a : $\left|\begin{array}{l} \mathrm{Proj}\vec{P}/\overrightarrow{Gy} = P_y = -P \\ \mathrm{Proj}\vec{T}/\overrightarrow{Gy} = T_y \\ \mathrm{Proj}\vec{a}/\overrightarrow{Gy} = a_y \end{array}\right.$ et - P + T_y = ma_y.

La masse m n'effectue aucun mouvement selon l'axe $\overrightarrow{Gy}$, par conséquent que $a_y = 0 \Rightarrow -P + T_y = 0$ et a = a_x.

La masse m est soumise à la force $\vec{T}_x = m\vec{a}_x = m\vec{a}$ qui est la cause de son mouvement pour l'observateur dans le repère galiléen.

Les vecteurs $\vec{T}_x$ et $\vec{a}$ sont colinéaires de même sens, l'inclinaison a lieu dans le sens inverse à celui du vecteur accélération. Ainsi pour un mouvement rectiligne uniformément accéléré l'inclinaison a lieu dans le sens inverse au sens de déplacement du véhicule et dans ce sens pour un mouvement décéléré.

a) Calcul de l'angle d'inclinaison α

On a dans le repère $(\overrightarrow{Gx}, \overrightarrow{Gy})$, $\vec{T} = \vec{T}_x + \vec{T}_y$. Le triangle (rectangle) vectoriel permet d'écrire que : On déduit alors tangα = $\frac{T_x}{T_y} = \frac{T_x}{P} = \frac{ma}{mg} \Rightarrow$ **tangα =** $\frac{a}{g}$.

b) Calcul de l'intensité T de la tension du fil

On a d'une part à partir du triangle vectoriel cosα = $\frac{P}{T}$ $\Leftrightarrow$ T = $\frac{mg}{\cos\alpha}$ et d'autre part $T^2 = T_x^2 + T_y^2$ (théorème de Pythagore) ou encore $T^2 = m^2a^2 + m^2g^2$ (T_x = ma et T_y = P) ; on déduit **T = m** $\sqrt{(a^2 + g^2)}$

.

On vérifie bien que si a = 0 (véhicule au repos et/ou en mouvement rectiligne uniforme) T = P et α = 0.

L'intensité T de la tension T du fil est plus grande que l'intensité P du poids du corps suspendu et varie le même sens que le module de l'accélération.

Si le corps est accroché au plafond du véhicule par l'intermédiaire d'un ressort, ce dernier s'allonge plus ou moins selon que l'intensité du vecteur accélération du mouvement est plus ou moins grande.

5.2.2. *Etude du mouvement dans un repère non galiléen : la notion de la force d'inertie*

Le repère non galiléen est celui d'un observateur lié au mouvement du véhicule.

Pour un observateur assis dans le véhicule et regardant la masse m, cette dernière est en équilibre par rapport à lui. Par conséquent la résultante des forces appliquées sur la masse est nulle. Or il sait que cette résultante des forces se résume au poids $\vec{P}$ et la tension $\vec{T}$ du fil et que si $\vec{T} + \vec{P} = \vec{0}$ ou $\vec{T} = -\vec{P}$ le fil devrait être vertical ce qui n'est pas le cas. Donc pour que l'on ait $\sum \vec{F}_{ext} = \vec{0}$ l'observateur assis dans le véhicule doit considéré qu'il s'exerce sur la masse m, en plus du poids et de la tension du fil, une force supplémentaire $\vec{f}'$ telle que $\sum \vec{F}_{ext} = \vec{P} + \vec{T} + \vec{f}' = \vec{0}$. Comme $\vec{P} + \vec{T} = m\vec{a}$ on a alors $\vec{P} + \vec{T} - m\vec{a} = \vec{0}$ et l'on en déduit par comparaison que $\vec{f}' = -m\vec{a}$. La force $\vec{f}' = -m\vec{a}$ est appelée la ***force d'inertie***.

Conclusion : L'utilisation d'un référentiel non galiléen (référentiel lié au mouvement du mobile) amène à introduire une force corrective d'inertie $\vec{f}' = -m\vec{a}$, $\vec{a}$ représentant l'accélération (dite d'entraînement) du référentiel non galiléen par rapport au référentiel galiléen.

La force d'inertie $\vec{f}' = -m\vec{a}$ n'est pas une force fictive. Elle existe réellement pour l'observateur du référentiel non galiléen. Chacun a éprouvé l'impression du passager plaqué contre le dossier de son fauteuil ou projeté vers l'avant lorsque le véhicule dans lequel il se trouve accélère ou freine brutalement. Les ceintures de sécurité dans les véhicules servent à compenser les forces d'inertie subies par les passagers.

Le poids apparent du mobile : dans le référentiel non galiléen la masse m est en équilibre sous l'action de deux forces directement opposées $\vec{P}'$ et $\vec{T}'$: $\vec{P}'$ = - $\vec{T}'$ avec $\vec{P}' = \vec{P} + \vec{f}' = m(\vec{g} - \vec{a})$.

Pour l'observateur dans le véhicule c'est la force $\vec{P}'$ qui tend le fil : elle joue le rôle de poids et s'appelle le **poids apparent** de la masse. Ainsi dans un ascenseur montant les vecteurs $\vec{g}$ et $\vec{a}$ ont même sens et g – a > g et le poids apparent P' du passager est supérieur à son poids P au repos. Le passager a le sentiment de peser plus lourd que d'ordinaire et d'être aplati vers le plancher de l'ascenseur. A l'arrivée à l'étage supérieur le passager ressent l'impression contraire de soulèvement en phase d'arrêt.