

# ÉNERGIE CINÉTIQUE D'UN SOLIDE EN TRANSLATION

## THÉORÈME DE L'ÉNERGIE CINÉTIQUE

### Objectifs :

- Étudier la chute libre d'une balle en utilisant un enregistrement vidéo et le logiciel Regressi
- Vérifier le théorème de l'énergie cinétique dans le cas d'une chute libre.

### I- Document sécurité routière

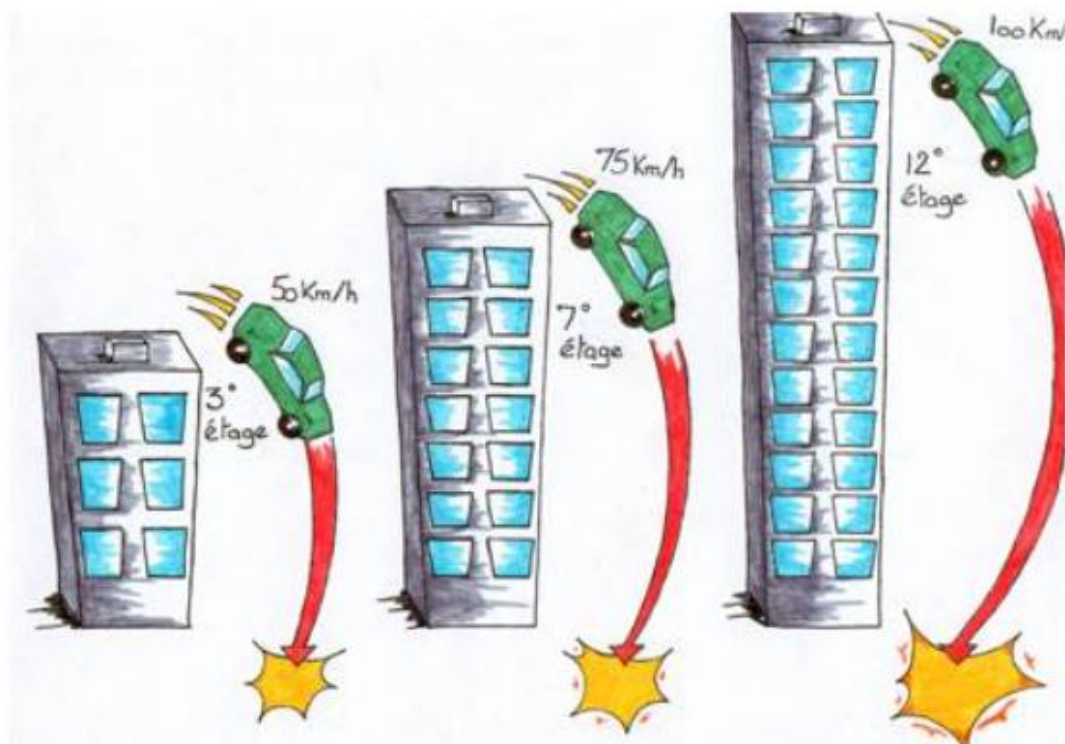
#### LA VITESSE AUGMENTE LA VIOLENCE DES CHOCS

La vitesse augmente considérablement la gravité des blessures en cas d'accident. Ainsi, le risque d'être gravement blessé ou tué lors d'un impact double entre 50 et 70 km/h et quadruple entre 70 et 90 km/h.

Lors d'une collision, le véhicule décélère brusquement alors que les passagers sont projetés violemment vers le point d'impact. C'est l'énergie dégagée lors de l'impact qui provoque les blessures.

L'énergie cinétique est égale à  $\frac{1}{2}$  fois la masse du véhicule multipliée par sa vitesse au carré ( $EC = \frac{1}{2} mv^2$ ). Comme l'exprime très bien cette équation, la violence du choc, ou l'énergie dégagée, est grandement influencée par le poids mais surtout par la vitesse du véhicule.

- Un choc à 50 km/h équivaut à une chute dans le vide du haut d'un édifice de 3 étages.
- À 75 km/h, il équivaut à une chute d'un édifice de 7 étages.
- À 100 km/h, on le compare à une chute de 12 étages.



Vérifions la pertinence de cette comparaison.

## II- Vérifions la comparaison du document

La vitesse de la voiture correspond-elle à la vitesse atteinte lors de la chute ?

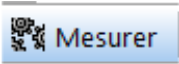
### 1- Dispositif expérimental

#### 1. Dispositif expérimental

On dispose d'un fichier vidéo numérique au format avi. On exploite cet enregistrement avec le logiciel Regressi qui permet de repérer les positions successives du système au cours du temps.

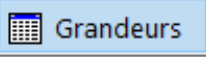
#### 2. Acquisition des positions de la boule

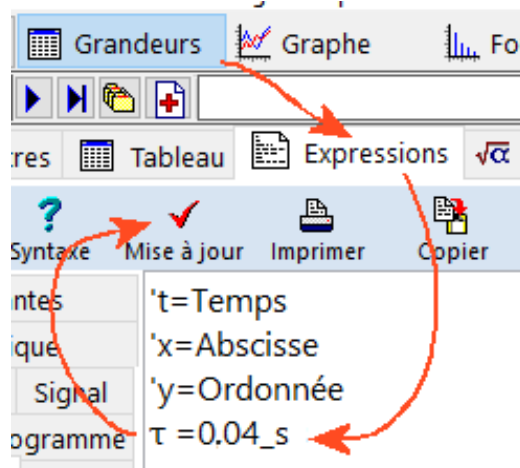
- Lancer le logiciel Regressi puis à l'aide du menu «Fichier/nouveau/vidéo » ouvrir le fichier du TP que vous avez téléchargé : vidéo bille
- On remarque dans le menu que la vidéo a **25 im/s** donc un intervalle entre chaque image  $\tau = 40$  ms.
- Ajuster l'échelle en plaçant les points sur un objet de dimension connue sur l'image : l'équerre jaune a une longueur de 60 cm. Noter la valeur correspondante en m dans la case : 
- Placer l'origine des axes du repère au pied du mat. Axe y vers le haut.
- Avancer à la 2<sup>ème</sup> image (temps  $t = 0,040$ s de la vidéo) pour démarrer les mesures au moment où la bille est lâchée. 



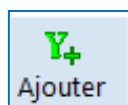
- Cliquer sur mesurer pour repérer précisément sur chaque position de la bille (le film avance alors automatiquement d'une position à chaque pointage). A la fin du pointage, cliquer sur l'icône  pour exporter les mesures vers Regressi

#### 3. Visualisation de la trajectoire et détermination des paramètres du mouvement :

- Dans le menu, choisir l'onglet grandeurs  il y a 3 colonnes : t, x et y.
- On va inscrire l'intervalle entre chaque image  $\tau$  (pour les lettres grecques : CTRL + t) :



- Inscrire de même la masse de la bille  $m=0.044\_kg$ 
  - Dans quelle direction se fait le mouvement ? Quelle coordonnée peut-on donc négliger ?
- Ajouter les grandeurs calculées  $V_y$  correspondant aux coordonnées du vecteur vitesse

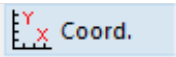
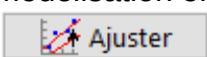


Choisir  $\otimes$  grandeur calculée

Symbole de la grandeur :  $V_y$

Expression de la fonction =  $(y[i+1]-y[i-1]) / (2\times\tau)$

- Enfin ajouter la grandeur  $V = \sqrt{V_y^2}$  pour calculer la norme de la vitesse

- Ajouter la grandeur calculée  $h = 1,1 - y$ . C'est la hauteur de chute (la bille est à 1,1m à l'image1)
- Visualiser le graphe  de **V** en ordonnée en fonction de la hauteur de chute **h** en abscisse.
- Trouver la bonne modélisation entre ces 3 propositions :  $V = a \times h$  ;  $V = a \sqrt{h}$  ;  $V = a \times h^2$
- Cliquer sur ajuster  et noter le coefficient a.

#### 4. Extrapolation :

- A partir de la modélisation trouvée ci-dessus, calculer la vitesse atteinte après une chute de 3 étages (1 étage  $\approx 3\text{m}$ ). Convertir cette vitesse en  $\text{m.s}^{-1}$ . Justifier la comparaison du document de la sécurité routière.
- Faire le même calcul pour la comparaison n°2.

### III- Étude énergétique de la chute libre

L'énergie du choc de la voiture correspond-t-elle à la même énergie que celle de la chute ?

#### 1- Énergie cinétique de la balle

On définit l'énergie cinétique comme l'énergie acquise par le système du fait de sa vitesse. On montre qu'elle s'exprime par la relation :

$$E_c = \frac{1}{2} \times m \times v^2$$

$m$  : masse du système (kg) ;       $v$  : vitesse du système (m/s) ;  
 $E_c$  : énergie cinétique en joules (J).

- Exprimer la variation d'énergie cinétique  $\Delta E_c = E_c(B) - E_c(A)$  de la balle entre un instant  $t$  (point B) et l'instant initial (point A).
- Calculer la variation d'énergie cinétique entre le point A (temps  $t = 0,080$ ) et le points B ( $t = 0,360$  s) en utilisant les valeurs du tableau de mesure de Regressi.

#### 2- Travail du poids

Le travail du poids  $W_{AB}(\vec{P})$  pour un déplacement AB s'écrit :

$$W_{AB}(\vec{P}) = m \times g \times (y_A - y_B)$$

$m$  : masse du système (kg) ;  
 $g$  : intensité de la pesanteur sur Terre ( $g = 9,81 \text{ N/kg}$ ) ;  
 $y_A - y_B$  : hauteur de chute (m) ;  
 $W_{AB}(\vec{P})$  : travail du poids en joules (J).

- Calculer le travail du poids entre les points A et B

#### 3- Vérification du théorème de l'énergie cinétique dans le cas de la chute libre

On est dans la situation de la chute libre quand le poids est la seule force qui agit sur le système.

- Le théorème de l'énergie cinétique (TEC) est-il vérifié dans notre exemple ? (voir le cours)
- Dans la deuxième vidéo, le TEC sera-t-il vérifié ? Sinon expliquer pourquoi ?