

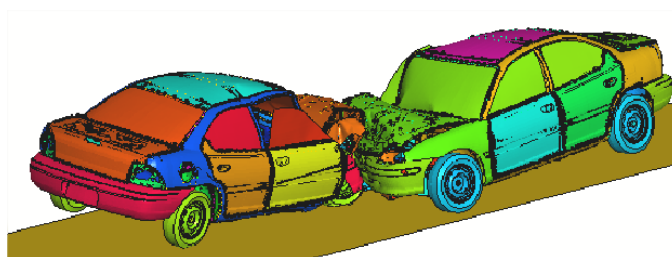
M25n – CRASH-TEST ET SÉCURITÉ ROUTIÈRE

Auteur : Jean-Louis Balas

TI-Nspire™ CAS

Mots-clés : crash-test, sécurité routière, quantité de mouvement, énergie cinétique.

Fichiers associés : M25nElev_CrashTest.pdf, CrashTest_eleve.tns, CrashTest_prof.tns, CrashTest.tnsp.



1. Objectifs

- Déterminer les grandeurs physiques qui interviennent dans un choc frontal d'un corps en mouvement.
- Examiner les paramètres qui influencent ces grandeurs physiques.

2. Matériel

- Une voiture jouet.
- Une balance.
- Un rail optique ou un profil permettant de guider les objets ou un plan incliné.
- Des supports (tiges et noix de serrage).
- Un capteur de force.
- Une barrière lumineuse et son support.
- Une règle à échelon (voir annexe).

3. Commentaires

En classe de LP, on pourra inclure cette activité au sein d'une thématique.

La notion de quantité de mouvement est hors du programme des LP ; le professeur pourra cependant choisir, s'il le souhaite, d'initier les élèves à cette notion sans entrer dans la nature vectorielle de cette grandeur mais plutôt d'un point de vue de conservation lors des chocs. Bien entendu, il conviendra d'établir une convention de signes de façon à projeter correctement les vecteurs vitesses sur un axe orienté.

L'utilisation du tableur pourra donc s'avérer intéressante afin de bien scinder les instants précédant et succédant le choc.

Un crash-test (essai de choc en français) est une opération consistant à tester le "comportement" du véhicule en cas de choc.

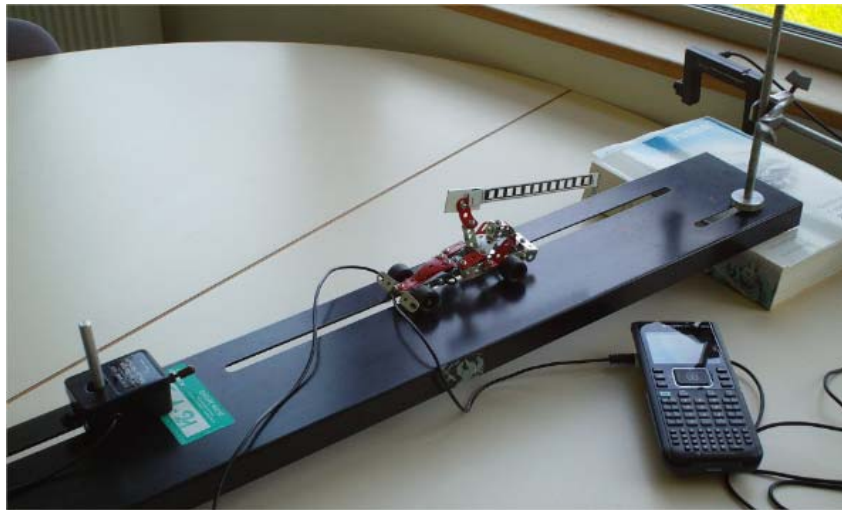
Le véhicule testé est, soit projeté à une vitesse donnée sur un obstacle, soit immobilisé et soumis au choc d'un mobile pour reconstituer les conditions réelles d'un accident sur une voiture. Le test consiste également à mesurer les déformations de sa structure et les dommages subis par les passagers.

Ceux-ci sont représentés par des mannequins dont le corps est couvert de capteurs. C'est une opération coûteuse qui nécessite un protocole rigoureux pour un maximum de résultats.

Remarque : La voiture jouet utilisée dans cette activité reste intègre ce qui simplifiera l'application de la loi de conservation de quantité de mouvement.

4. Conduite de l'activité

a) Préparation du montage

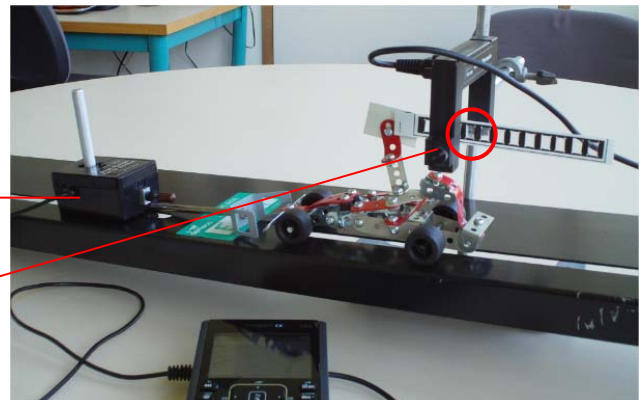
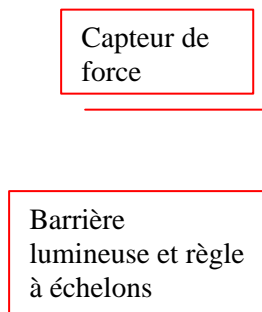


On fixe sur une voiture jouet une réglette à échelons (voir annexe) à l'aide d'une pastille velcro permettant un ajustement de sa position.

La voiture est posée sur un plan incliné de façon à pouvoir subir un mouvement accéléré. Lors du passage de la réglette dans la barrière lumineuse, la distance parcourue par la réglette est enregistrée et sa vitesse calculée.

Le véhicule en mouvement frappe l'extrémité du capteur de force, ce qui permet de simuler un crash-test.

- Réaliser le montage ci-contre.



- Veiller à bien placer la règle à échelon face aux cellules de la barrière lumineuse. Faire quelques essais de passage pour vérifier que tous les échelons seront vus par les cellules.

- Connecter le capteur de force sur la voie 1 de la centrale d'acquisition (régler la position du capteur de force sur 10 N).

- Connecter la barrière lumineuse sur la voie **digital 1**

- Vérifier que le capteur de force ne risque pas de reculer lors du choc.

- Donner au plan une inclinaison intermédiaire entre plusieurs positions possibles.



b) Préparation de l'acquisition

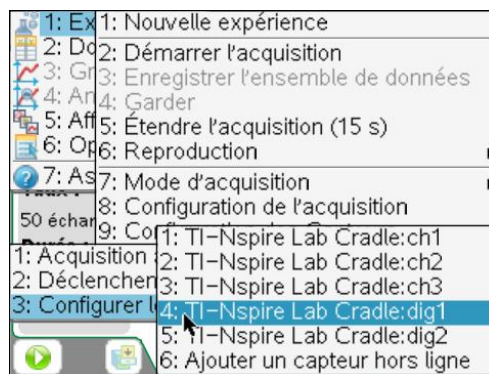
- Appuyer sur la touche **menu** puis :

1 : Expérience,

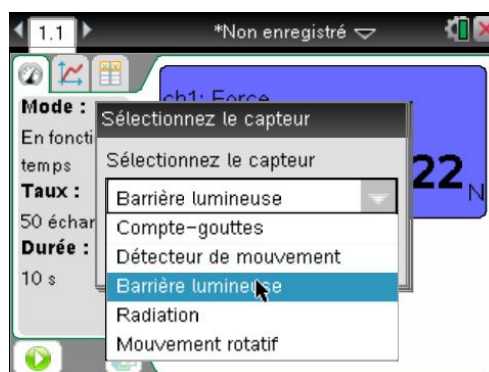
A : Configuration avancée,

3 : Configurer le capteur,

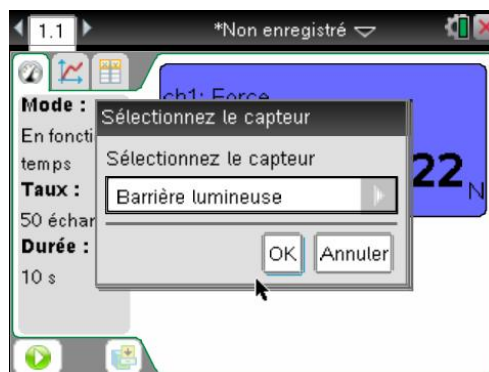
4 : TI-Nspire Lab Cradle dig1.



- Choisir la barrière lumineuse.

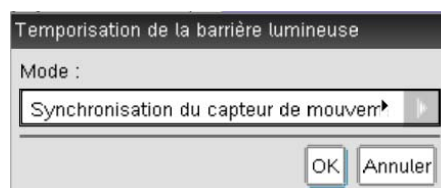


- Appuyer sur la touche **tab** pour passer d'un champ à un autre, valider en cliquant sur **OK**.



Par défaut, la barrière lumineuse est temporisée sur la réglette à échelon (Vernier). Mais d'autres possibilités existent. Si l'on souhaite les examiner, appuyer sur la touche **menu** puis choisir :

1 : Expérience, 8 : Configuration de l'acquisition.



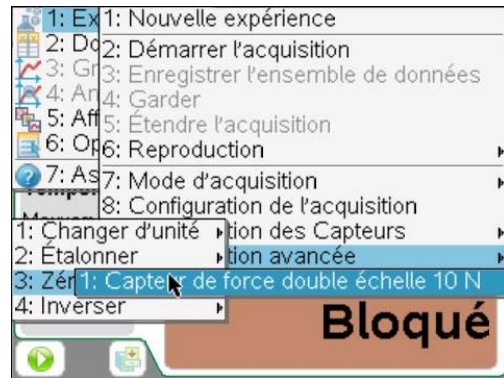
Il ne reste plus qu'à initialiser le capteur de force. En l'absence d'effort s'exerçant sur la jauge de contrainte, il est souhaitable de le régler à la valeur zéro.

Appuyer sur la touche **menu** puis :



1 : Expérience,

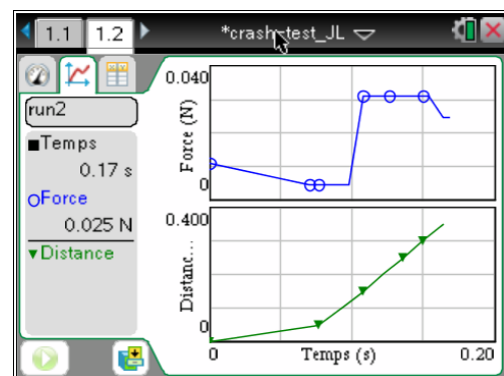
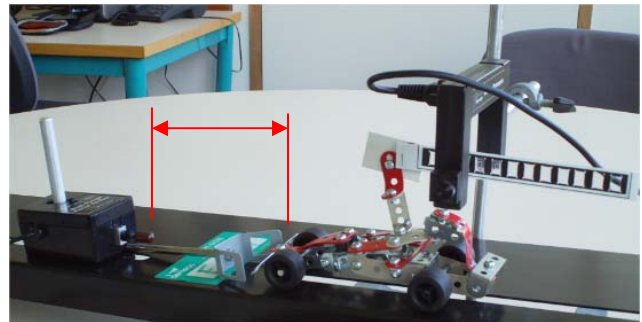
9 : Configuration des capteurs,

3 : Zéro.

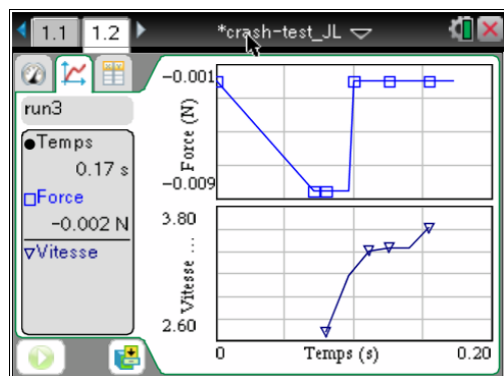
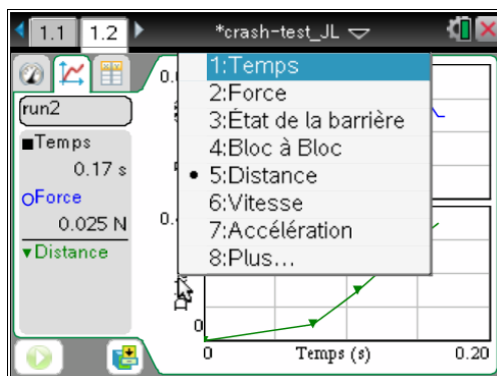


c) Réalisation de l'acquisition

- Ajuster la position de la barrière lumineuse de façon à ce que la fin du passage de la réglette dans la barrière précède la position du choc d'une dizaine de centimètres.
- Placer le véhicule en haut du plan incliné, puis le lâcher sans vitesse initiale.
- Cliquer sur le bouton  pour débiter l'acquisition de mesures.
- Si l'on est satisfait de l'enregistrement, cliquer sur  pour conserver la série de mesures.



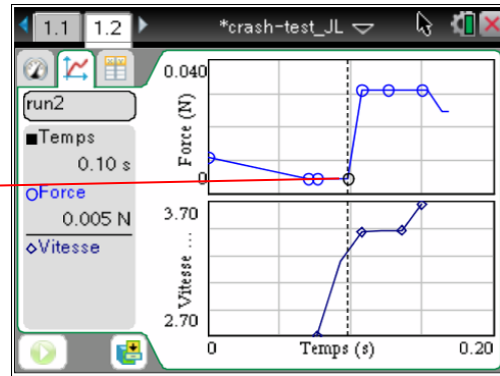
- Cliquer sur l'axe des ordonnées de la représentation graphique de la distance en fonction du temps, puis choisir de représenter graphiquement la vitesse en fonction du temps.



d) Analyse des mesures

- Utiliser le curseur pour analyser le graphique et rechercher l'instant où s'est passé la collision.

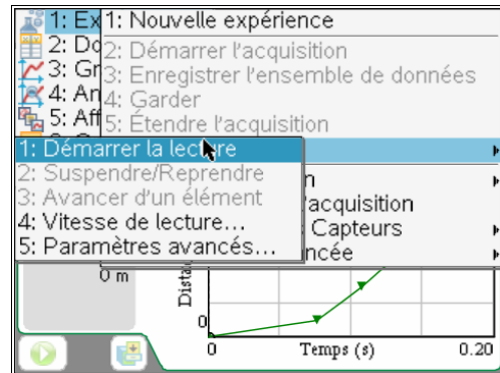
Instant du choc



- Il peut être intéressant, pour ce type d'expérience, d'utiliser la fonction « Play back » qui permet de revoir l'acquisition des données.

Pour cela, appuyer sur la touche **menu** puis :

- 1 : Expérience,**
- 6 : Reproduction,**
- 1 : Démarrer la lecture.**



- La masse du véhicule jouet est de $m = 148 \text{ g}$.

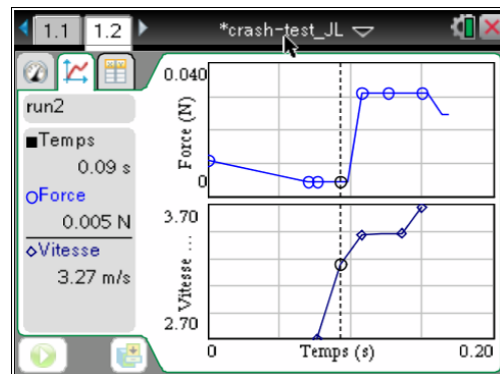
Calculer, juste avant le choc, l'énergie cinétique du véhicule

$$E_{C1} = \frac{1}{2}mv_1^2.$$

Calculer également sa quantité de mouvement

$$p = m \times v_1.$$

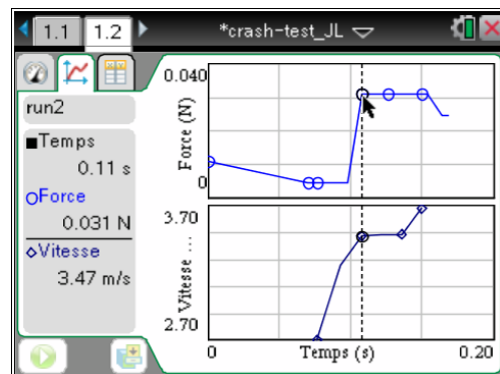
$$v_1 = 3,27 \text{ m.s}^{-1}.$$



- Refaire le même calcul juste après le choc :

$$v_2 = 3,47 \text{ m.s}^{-1}.$$

- Comparer la variation de quantité de mouvement pendant l'intervalle de temps Δt à la variation de force ΔF subie par le capteur.
- Que peut-on conjecturer lors du choc ? (choc inélastique, élastique.)
- Reconduire l'expérience et le calcul de l'énergie cinétique pour une autre inclinaison du plan.
- Modifier la masse du véhicule en l'alourdissant.
- Comparer les résultats pour les deux inclinaisons.



Remarque :

Les élèves seront essentiellement invités à établir des conjectures sur l'énergie cinétique et une lecture graphique pour retrouver la nature du choc.

Annexe

Si l'on ne dispose pas de règle à échelon, il est relativement simple d'en fabriquer une à partir de la représentation ci-dessous.



- Imprimer le motif sur un papier de grammage élevé.
- Plastifier éventuellement le motif.
- Découper des ouvertures au cutter en utilisant les points de guidage.