

## ETUDE DE LA CHUTE LIBRE

### OBJECTIF

- 1/ Montrer que la hauteur de chute d'un objet assez dense (bille d'acier), sans vitesse initiale, varie comme le carré de la durée de la chute : soit  $z = \frac{1}{2} g t^2 + cste$
- 2/ Montrer que le carré de la vitesse de cet objet est proportionnel à la hauteur de chute : retrouver  $v^2 = 2gz + cste$
- 3/ Retrouver  $g$  (voisin de  $10\text{m/s}^2$ )

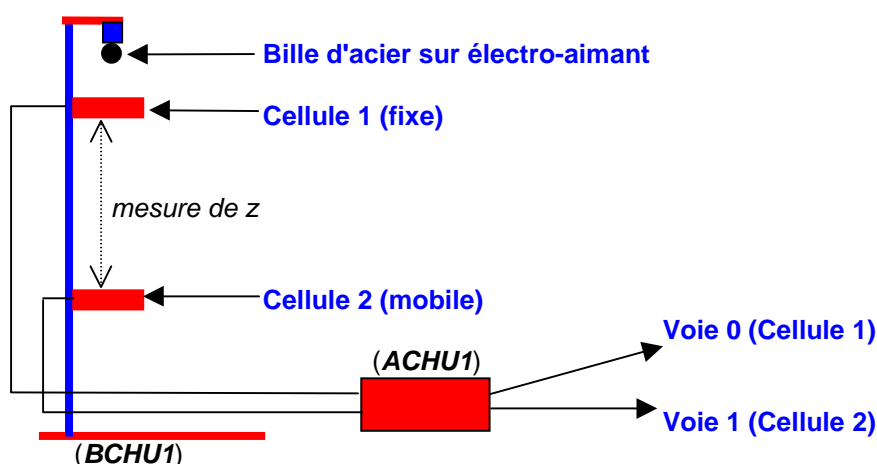
### MATERIEL

- Banc chute équipé de deux cellules photo électrique (Réf. : **BCHU1**)
- Adaptateur pour banc de chute (Réf. : **ACHU1**)
- Système d'acquisition **EUROSMART**

### MANIPULATION 1 : $z = \frac{1}{2} g t^2 + cste$

La cellule n° 1 est fixe et sert de référence pour toute mesure temporelle entre les deux cellules. Elle est positionnée le plus près possible de l'électro-aimant  
La cellule n° 2 est mobile. Elle est déplacée pour chaque nouvelle acquisition.

*A noter que le banc chute doit être parfaitement perpendiculaire à la surface sur laquelle il est posé. Utiliser les 3 vis de réglage pour corriger son assise.*



## L'Univers de la Mesure Assistée par Ordinateur

### I – Principe de la manipulation

Acquérir pour différentes positions de la cellule 2, les signaux issus des deux cellules.

Déterminer pour chacune des acquisitions la durée de chute de la bille d'acier.

Créer les tableaux **Durée** et **Hauteur** (= z dans notre exemple) et les compléter pour chacune des acquisitions réalisées.

### II – Paramétrage de l'Acquisition

- Dans l'onglet **Entrées A/D** du menu **Paramètres**, paramétrer les voies de la façon suivante :

<b>Entrée</b>	0	1
<b>Nom</b>	C1	C2
<b>Mode</b>	AUTO	AUTO
<b>Fenêtres</b>	1	1

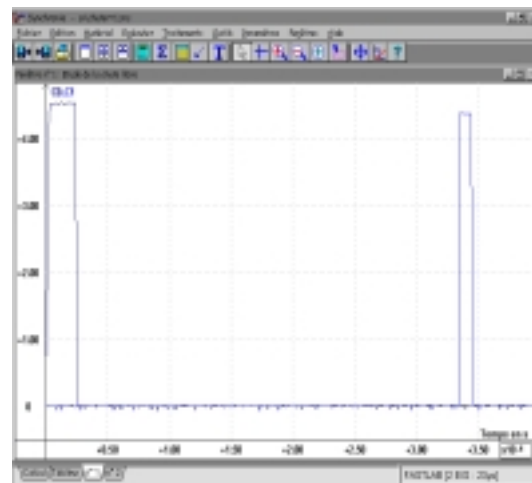
- Dans l'onglet **Acquisition** du menu **Paramètres**, valider les réglages suivants :

<b>Points</b>	800
<b>Echantillon</b>	500µs
<b>Source</b>	Entrée 0 (C1)
<b>Niveau</b>	0.1
<b>Condition</b>	Sens montant

A noter que ces paramétrages permettront de disposer de deux entrées AD (une par cellule) qui débiteront leurs acquisitions, si et seulement si, les conditions de déclenchement sont obtenues. Dans notre exemple; tant que l'entrée EA0 (soit C1), n'atteindra pas la valeur de 0.1V selon un sens croissant, les acquisitions ne se déclencheront pas.

### III – Procédure d'acquisition

- Ouvrir le mode Tableur de **SYNCHRONIE**. A l'aide du bouton **Ajouter** une variable (+) créer la variable **Hauteur**, puis **Durée**.
- Positionner la Cellule1 (C1) le plus près possible de l'électro-aimant, et la Cellule 2 (C2) 10 cm plus bas.
- Dans **SYNCHRONIE**, quitter le mode Tableur et revenir à l'environnement graphique général.
- Valider la touche F10 pour exécuter l'acquisition.
- Sur l'adaptateur chute libre (ACHU1) enfoncer le bouton **départ**.
- La bille d'acier est alors lâchée. Les signaux issus du passage de la bille dans les deux cellules sont alors affichés à l'écran (optimisation automatique et de l'affichage par la touche F9).
- A l'aide du Réticule, mesurer le  $\Delta t$  qui sépare les deux signaux.
- Ouvrir le mode Tableur, et saisir respectivement dans les tableaux **Durée** et **Hauteur**, le  $\Delta t$  relevé, et la hauteur de C2 mesurée par rapport à C1.



Répéter les phases 4 – 5 – 6 – 7 – 8, en augmentant de 5 cm pour chaque nouvelle acquisition, l'écart séparant C2 de C1.

## L'Univers de la Mesure Assistée par Ordinateur

### IV – Affichage et Traitement

Dans l'onglet **Courbes** du menu **Paramètres**, demander l'affichage de la courbe **Hauteur** sur la fenêtre 2. Modifier son **style** d'affichage au profit d'un style **Discret Point**.

Puis, dans l'onglet Fenêtres de ce même menu, modifier l'abscisse de la fenêtre n°2 afin que la variable **Durée** remplace la variable **Temps** (T), paramétrée par défaut.

A la fermeture de la boîte de dialogue **Paramètres**, **SYNCHRONIE** crée la fenêtre n°2, et affiche **Hauteur=f(Durée)**.

Afin d'obtenir une meilleure convivialité placer la fenêtre n° 2 en plein écran en double cliquant sur sa barre de titre.

Afin de démontrer que la courbe obtenue est une parabole, exécuter une modélisation de celle-ci. Pour ce faire, ouvrir le menu **Traitement**, et sélectionner la fonction **Modélisation**.

**Sélectionner** : La variable **Hauteur** dans le champ **Variable** à

**Modéliser**.

La fonction **Polynôme** (de degré 2) dans le champ

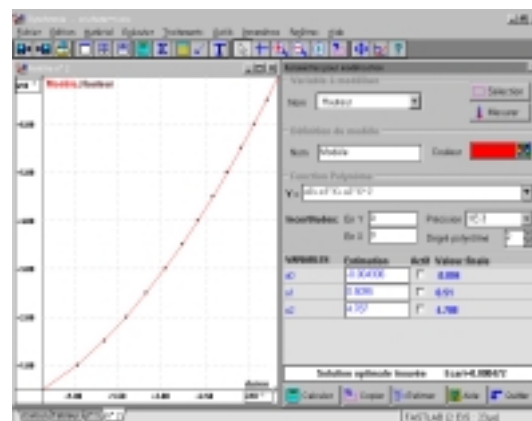
**Y=**.

Valider le bouton **Calculer** pour exécuter la modélisation.

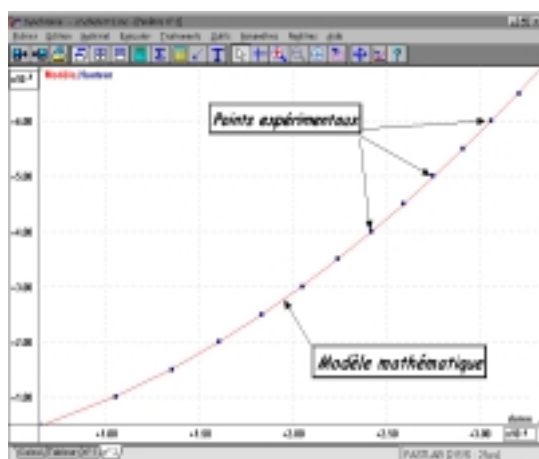
Dès lors, le modèle est calculé et affiché sur la courbe expérimentale.

Le coefficient **A2** nous intéresse tout particulièrement. En effet il correspond à  $\frac{1}{2}g$ .

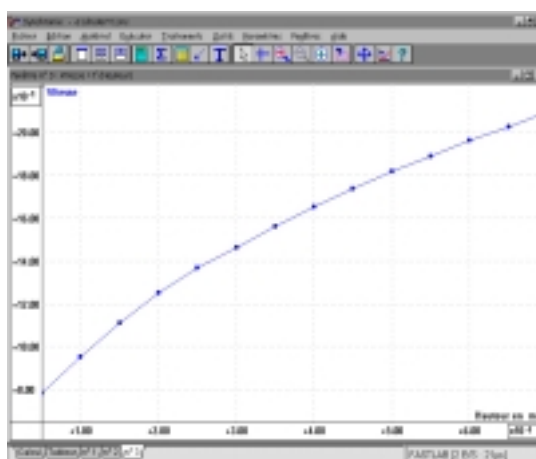
**A0** et **A1** dépendent de la position de la cellule fixe.



### Affichage à la sortie du module Modélisation



### Affichage de Vitesse = f (Hauteur)



**Remarque :** Afin d'obtenir la variable **Vitesse**, utiliser la feuille de calcul, en tapant la ligne suivante :  
**Vitesse = Hauteur / Durée**

l'onglet

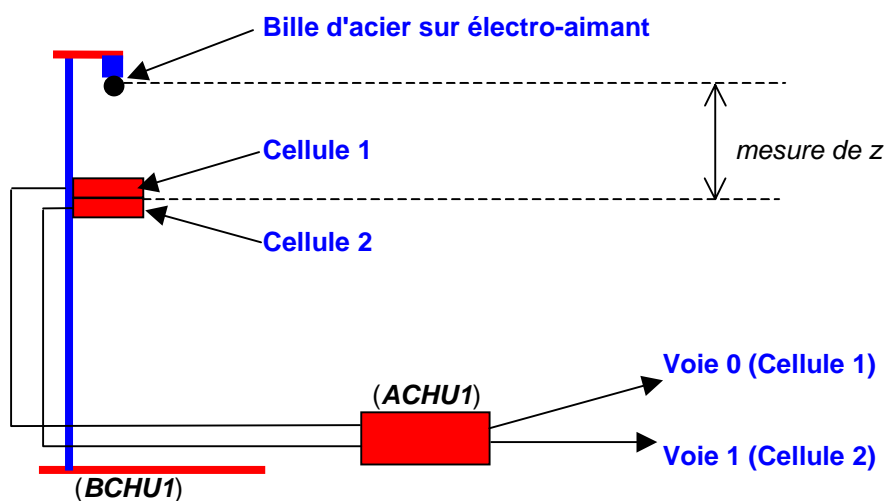
La courbe **Vitesse** est ensuite affichée sur une nouvelle fenêtre (la n°3 dans notre exemple) via

**Courbes** du menu **Paramètres**. L'abscisse de cette fenêtre est modifiée au profit de la variable **Hauteur** via l'onglet **Fenêtre** du menu **Paramètres**.

## MANIPULATION 2 : Loi $v^2 = 2 g z + cste$

Les cellules n°1 et n°2 sont collées l'une à l'autre

A noter que le banc chute doit être parfaitement perpendiculaire à la surface sur laquelle il est posé. Utiliser les 3 vis de réglage pour corriger son assise.



### I – Principe de la manipulation

Acquérir pour différentes hauteurs de chute, la vitesse **instantanée** d'une bille d'acier.

Les 2 cellules étant "collées", il existe entre les faisceaux de détection infra rouge, une distance de 3 cm.

La mesure de  $dt$  (durée de passage entre les 2 cellules) autorise de calculer une vitesse (assimilée à la vitesse instantanée) comme étant : **Vitesse =  $dx / dt$**

Les 2 cellules sont déplacées ensemble.

Mesurer la hauteur  $z$  entre le zéro (électro-aimant) et la ligne de séparation entre les 2 cellules.

### II – Paramétrage de l'Acquisition

- Dans l'onglet **Entrées A/D** du menu **Paramètres**, paramétrer les voies de la façon suivante :

Entrée	0	1
Nom	C1	C2
Mode	AUTO	AUTO
Fenêtres	1	1

- Dans l'onglet **Acquisition** du menu **Paramètres**, valider les réglages suivants :

Points	200
Echantillon	500 $\mu$ s
Source	Entrée 0 (C1)
Niveau	0.1
Condition	Sens montant

## L'Univers de la Mesure Assistée par Ordinateur

### III – Procédure d'acquisition

La procédure d'acquisition est en elle-même identique à celle utilisée dans la manipulation n°1. Néanmoins, comme expliqué plus haut, les cellules sont collées l'une à l'autre, et sont déplacées ensemble le long du banc de chute.

Le tableau **Hauteur** correspond désormais à l'écart entre l'électro-aimant et le centre des deux cellules.

Le tableau **Durée** correspond toujours à l'écart entre les deux signaux issus des cellules 1 et 2.

### IV – Affichage et Traitement

Une fois les mesures de **dt** réalisées pour différentes hauteurs, les tableaux **Hauteur** et **Durée** sont disponibles. Ouvrir la feuille de calcul afin d'y calculer la vitesse **V**, et la vitesse au carré **V²**. Pour cela, il faut tenir compte de l'écart de 2 cm entre les deux cellules C1 et C2 ( $dx=0.02$ ).

Pour ce faire taper les lignes suivantes au sein de la feuille de calcul :

**$dx = 0.02$**

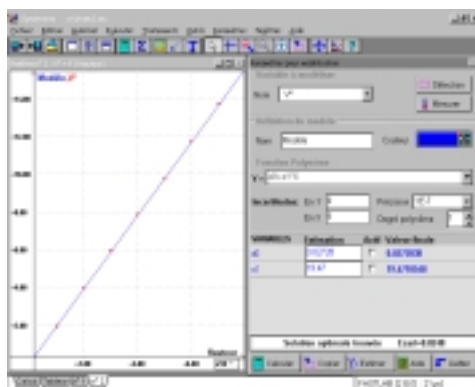
**$V = dx / \text{Durée}$**

**$V^2 = \text{SQR}(V)$**

Valider les calculs par la touche F2

Afficher dans une fenêtre indépendante (la n°2 dans cet exemple) la variable **V²** en fonction de la variable **Hauteur** (utiliser le menu **Paramètres** puis respectivement l'onglet **Courbes** pour l'affectation d'une variable sur une fenêtre en style **Discret Point**, et l'onglet **Fenêtres** pour la validation d'une nouvelle abscisse).

#### **V² = f ( Hauteur ) et son modèle**



Afin de trouver pour **V²** une croissance linéaire en fonction de la **Hauteur**, modéliser cette variable par un polynôme de degré 1.

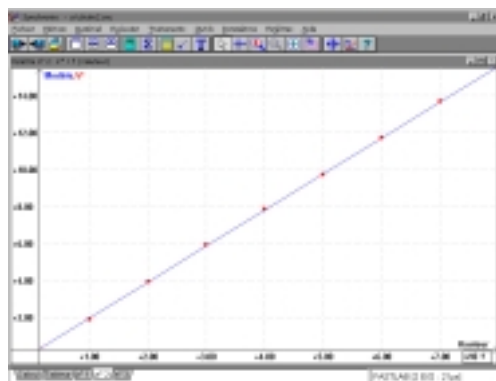
Pour ce faire valider la fonction **Modélisation** du menu **Traitement**.

Sélectionner : La variable **V²** dans le champ **Variable à modéliser**  
La fonction **Polynôme** (de degré 1) dans le champ **Y=**.

Valider le bouton **Calculer** pour exécuter la modélisation.

Le coefficient **A1** correspond à **2g**. Soit dans cet exemple un **g** voisin de 9.77

#### **Affichage à la sortie du module Modélisation**



#### **Affichage de Vitesse = f (Hauteur)**

