Etude expérimentales de mouvements plans
Utilisation de palets auto-porteurs. Table à digitaliser

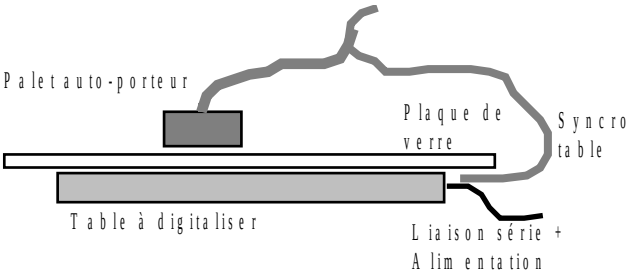
Principe de fonctionnement de la l'ensemble Digdedoc (Micrelec):

Un palet auto-porteur est alimenté par un courant d'air sustentateur par une soufflerie. Ce palet se déplace au-dessus d'une plaque de verre. Sous cette plaque se trouve une table à digitaliser. Cette table envoie vers l'ordinateur, via une liaison série RS232 normalisée les coordonnées du centre du palet tous les 1/50 de secondes. C'est ce même câble qui assure l'alimentation électrique de la table.
La prise Série 25 broches contenant la prise d'alimentation se branche coté ordinateur.

Matériel:

Mécanique
Ensemble DIGEDOC (Digitalisation de Documents) Table à digitaliser et palet auto-porteur.

Informatique
Ordinateur PC ordinaire
Logiciels : TABLE pour l'acquisition ; REGRESSI pour le traitement.



Ce que l'on peut montrer:

De manière générale, on peut analyser tous les mouvements plans d'une masse ponctuelle soumis au moins au champs de pesanteur et à une réaction du support perpendiculaire à la surface de contact.

Cinématique:

L'analyse de quelques mouvements plans: trajectoire, équations de mouvement.

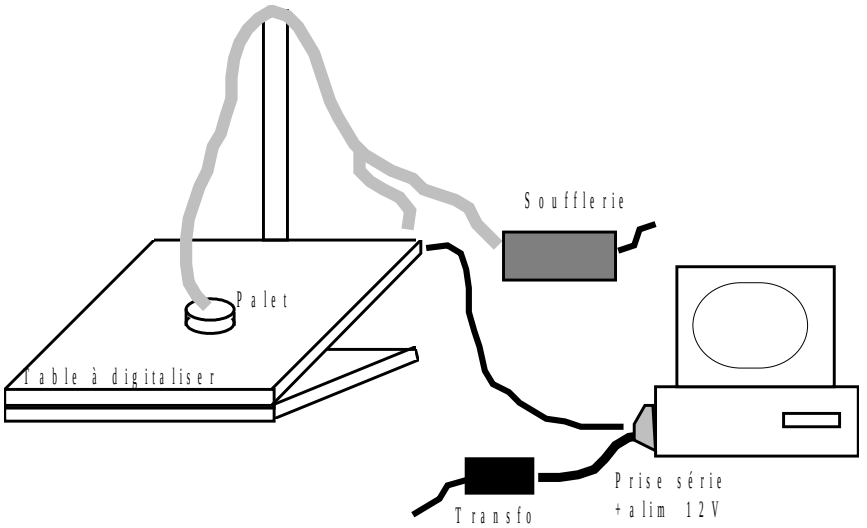
- Mouvements sur un plan incliné, sous l'action du poids et de la réaction du support.
- Mouvement d'un pendule sur un plan incliné...
- Mouvement circulaire uniforme
- ...

Mécanique:

Vérifier qu'en l'absence de forces dissipatives, l'énergie mécanique se conserve au cours du temps.

Intérêt de l'ordinateur:

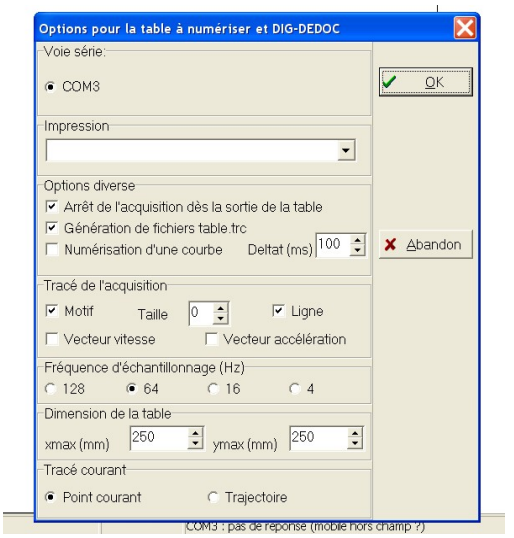
- Rapidité d'acquisition
- Rapidité de présentation graphique
- Capacité de calculs répétés sur une centaine de points de mesure: calcul des vitesses, des énergies cinétiques, potentielles et mécaniques.
- Capacité à modéliser mathématiquement à partir des mesures.



Montage de base:

- Monter les différents éléments
- Brancher la liaison série. La prise 9 broches du coté de la table, la prise DB 25 broches + l'alimentation, du coté de l'ordinateur. Utiliser un adaptateur DB25/DB9 broches si l'ordinateur n'offre pas de liaison DB25.
- **Equilibrer la table**: à l'aide des trois vis de calage sous la table.
- Ne pas oublier de mettre la table à digitaliser sous tension.
- Placer dans la mémoire de l'ordinateur les deux logiciels DIGWIN et Regressi.
- Lancer le logiciel TABLE

Vérifier les paramètres (menu Option



Mouvement sur un plan incliné:

Ce que l'on désire montrer:

- Sur un plan incliné, sans frottement, l'accélération est une constante ne dépendant que de la Terre et de l'angle d'inclinaison: a = g*sin(alpha)
- En conséquence, la trajectoire est parabolique
- Les équations de mouvement sont de la forme $y(t) = a*t^2+b*t+c$ et $x(t) = vx*t+xo$ (l'axe des "y" étant celui de la plus grande pente, des "x" étant l'axe perpendiculaire)
- L'énergie mécanique se conserve

Acquisitions

- Incliner la table: (ma non troppo 10-30°) *Ne pas trop faire confiance aux indications de la barre de soutien. Il vaut mieux, à l'aide d'un réglet mesurer le sinus ou la tangente de l'angle.*
- Transférer les mesures dans Regressi
- Recommencer d'autres acquisitions avec des angles d'inclinaisons différents et enregistrer.

Traitement

Avec REGRESSI:

Sous Regressi, une fois chargé le fichier de données, on obtient un tableau à trois colonnes t, x,y.

Etude cinématique:

On pourra alors:

- **Montrer les graphes**
  - de la trajectoire y=f(x)
  - des équations de mouvement y(t) et x(t)

- **Modéliser**

x(t) par une droite et y(t) par une parabole
y = 0,5*g*sin(alpha)*t^2+voy*t+yo et retrouver une valeur de g

Pour cela:

• créer un paramètre alpha (onglet paramètre-> bouton Y+) et lui donner la valeur de l'angle correspondante à chaque page:
• Graphique -> coordonnées -> t, y
. Vérifier l'unité utilisée pour mesurer les angles bouton
• Demander une modélisation et préciser les bornes

Proposer y = 0,5*g*sin(alpha)*t^2+voy*t+yo
Si la machine renvoie g = 9,8 on est très content!
et si en recommençant avec les autres pages, on trouve des valeurs de g tournant autour de 9,8, on est très très content.

Remarque : les valeurs de g, alpha, voy et yo sont enregistrée dans le tableau des paramètres pour chaque page dont la modélisation a été faite ; ils peuvent être utilisés tel quel dans les calculs ultérieurs.

Le "must" : si on a du temps, Regressi peut afficher dans un tableau le résultats des modélisations et faire des statistiques sur ces résultats; moyenne, intervalles de confiance etc.

Etude énergétique:

On montrera une fois de plus, qu'en l'absence de force dissipative l'énergie mécanique se conserve.
Pour cela:
Onglet paramètre
• Créer le paramètre m masse du palet = 0,223 kg à vérifier à la balance...
Onglet variables
• Créer les nouvelles variables vx et vy
Variable -> Nouvelle -> dérivée -> vx m/sec Vitesse horizontale vx = d(x)/ d(t)
idem pour vy
ou écrire directement dans le mémo : vx=diff(x,t)
• Créer les nouvelles variables Ec = 0,5 * m * (vx^2+vy^2)
et Ep = m*g*sin(alpha)*y (attention au signe Ep = + mg*sin(alpha)*y parce que y est compté + vers le "haut" et que l'on prend pour référence des Ep = 0 pour y = 0)
• et la nouvelle variable Em = Ep+Ec
• Graphiquer le tout avec pour coordonnées t; Em en superposant Ep; Ec; et Em

L'énergie cinétique présente des arches de parabole vers le haut, l'énergie potentielle des arches vers le bas et l'énergie mécanique des segments de droite.

Le "must" facile:
un des enregistrements où on a gardé des rebonds du palet sur le bord de la table; alors sous nos yeux éblouis, on obtient des branches de paraboles, pour y(x) et y(t) des segments de pentes différentes pour x(t) (le palet perd de la vitesse à chaque rebond) et un graphe en escalier descendant pour Em,

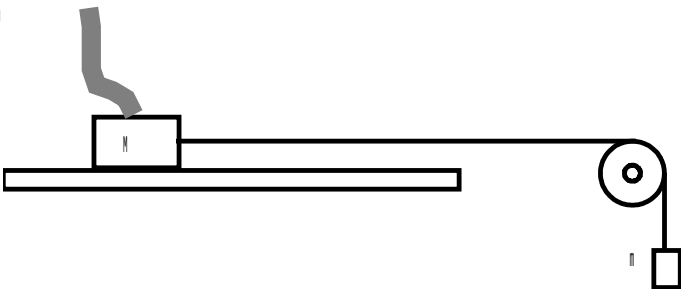
Et en plus...

On peut étudier bien d'autres mouvement

Mouvement rectiligne uniforme: table horizontale.

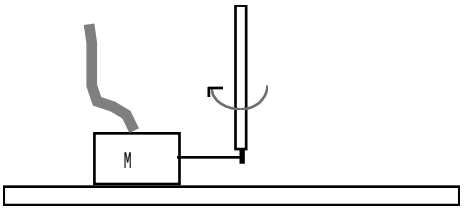
Mouvement du palet soumis à une force constante.

Table horizontale, accrocher une masse m à un fil passant par une poulie et tirant sur le palet.
Lancer le palet sans vitesse initiale (en brûlant un fil retenant le palet par exemple)
On peut vérifier que l'accélération a = est constante en module et centripète et bien sûr la conservation de l'énergie mécanique. Les dernières versions de Regressi permettent en x,y orthonormé de tracer les vecteurs vitesse et accélération.



Un mouvement circulaire uniforme:

table horizontal, accrocher le palet à un fil, l'autre extrémité étant accroché au centre de la table un une barre sur un statif.



Un pendule incliné:

accrocher le palet à un fil dont l'autre extrémité est accrochée au bord de la table; on obtient alors un mouvement circulaire sinusoïdal.

Pendule élastique

table inclinée, palet retenu par un ressort, lâché sans vitesse initiale, surtout selon l'axe horizontal. Vérifier que la pulsation ne dépend pas de l'angle d'inclinaison de la table.

Le palet accroché à deux ressorts, table horizontale (mais attention aux équations de mouvement ! ...)

Un pendule élastique et incliné!
sur la table inclinée, le palet est accroché par un ressort

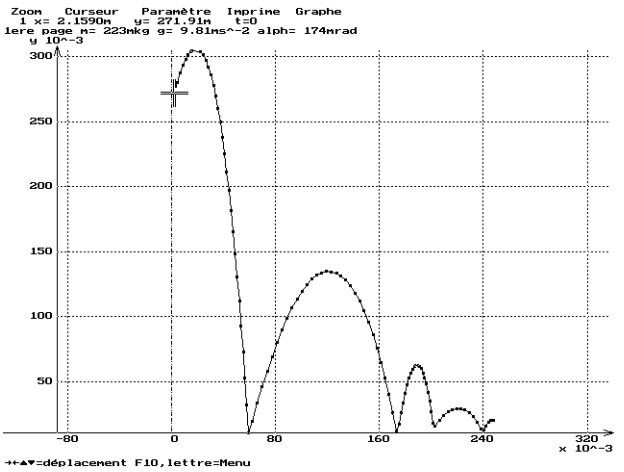
Pour ces manip, on peut facilement montrer la conservation de l'énergie mécanique même si on ne connais pas les équations de mouvement.

<u>Du coté des incertitudes...</u>

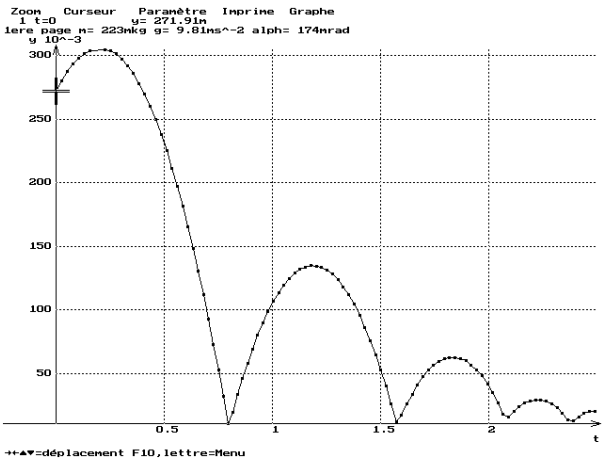
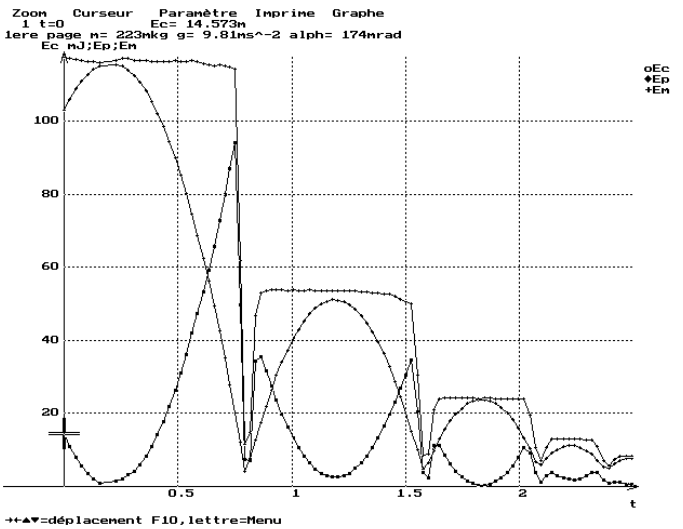
La cause la plus évidente des incertitudes sur le mesures est celles des positions x et y. Le temps t étant donné par l'horloge de l'ordinateur, l'incertitude s(t) est très petite. Malheureusement, le constructeur ne dit rien de la précision avec laquelle la position du palet est repérée par la table à digitaliser. Cette table à par ailleurs la précision d'un écran moyen d'ordinateur (800 pts * 600 pts). Distance du palet à la table, diamètre du champs de détection de la table à cette distance...
Une analyse statistique s'impose dans un cas simple (mvt rectiligne uniforme par exemple).

<u>Exemples de résultats obtenus :</u>
Rebond du palet sur le bord de la table :

Trajectoire y = f(x)



Equation de mouvement y = f(t)



Etude énergétique :
Superposition de l'énergie potentielle, cinétique et mécanique du palet : (on néglige l'énergie cinétique de rotation