

Détermination de la vitesse instantanée d'un mobile

par Pierre MARTIN
Lycée Jean Moulin - 33210 Langon

Niveaux concernés : classe de Seconde - éventuellement par extension
Premières et Terminales.

Prérequis :

Professeur : connaissance de LABO et REGRESSI.

Élèves : aucun. Cette étude a été réalisée avec 4 classes de Seconde sans
formation informatique préalable.

1. OBJECTIFS

- Déterminer la vitesse instantanée d'un mobile.
- Le mouvement rectiligne uniforme.
- Le mouvement rectiligne uniformément varié.
- Utilisation de l'ordinateur en acquisition de données, traitement de
données par logiciel adapté.

2. L'ÉQUIPEMENT

L'établissement dispose d'une salle de T.P. équipée de neuf postes
individuels avec carte CANDIBUS et logiciel LABO. Les postes de
travail sont reliés à la paillasse professeur par une ligne (2 fils +
masse + blindage : fil type téléphone) permettant à chacun de capter les
résultats d'une expérience unique (cas de manipulations nécessitant un
dispositif expérimental unique : banc à coussin d'air dans le cas
présent).

Une imprimante est partagée entre deux postes.

3. LE DISPOSITIF EXPÉRIMENTAL

Le mouvement étudié est celui d'un mobile sur banc à coussin d'air (JEULIN avec dispositif de départ commandé par déclencheur souple avec contacteur intégré pour commande d'horloge).

L'objectif étant la détermination de la vitesse instantanée d'un mobile en un point, il s'agissait d'utiliser un dispositif qui permettrait de connaître la date de passage du mobile et la durée de ce passage en un point. Ce dispositif a été proposé par F. JEHIN (Accéléromètre - Acquisition de données avec l'ordinateur - U.d.P. 1987 - p. 168).

Le banc de capteurs est construit à partir d'une goulotte électrique : un côté porte 8 sources lumineuses type lampe luciole encastrées dans une tige PVC, régulièrement espacées (12 cm), l'autre côté en vis-à-vis, porte 8 capteurs optiques (phototransistors TIL 78).

Les 8 capteurs optiques sont connectés en parallèle sur une porte NAND 8 entrées dont la sortie est reliée à la voie 2 CANDIBUS : tension en sortie 0 V lorsque les capteurs sont éclairés et 5 V lorsque le mobile passe entre la source et le capteur (cf. annexe 1).

Le contacteur du système de départ du mobile est intégré à un circuit qui commande le déclenchement de l'acquisition (niveau de synchronisation) : la voie 1 CANDIBUS capte une tension + 0 V interrupteur fermé (avant départ) et 5 V à l'ouverture. Cette bascule sera utilisée pour la synchronisation de l'acquisition (cf. circuit annexe 2).

Ce banc de capteur se positionne sur le banc à coussin d'air. Le mobile à coussin d'air porte un drapeau de largeur $d = 3$ cm qui coupe le faisceau devant le capteur.

L'ensemble expérimental est installé paillasse professeur où se déroule la manipulation qui est captée depuis chaque poste.

Avant la première acquisition, ce dispositif est décrit aux élèves et la manipulation est réalisée «au ralenti» avec des voltmètres en voies 1 et 2 pour montrer comment évoluent les tensions selon la position du mobile. Une présentation succincte de l'ordinateur outil d'acquisition d'une tension en fonction du temps est alors faite.

4. DÉROULEMENT DE LA SÉQUENCE DE T.P.

On se place dans l'hypothèse d'une première utilisation du logiciel LABO. L'étude sera réalisée avec le banc horizontal plus incliné. Les configurations d'acquisition sont présentes sur le disque dur dans le répertoire LABO, répertoire par défaut à la mise en route du logiciel.

Document remis aux élèves :

BANC HORIZONTAL

1° - Acquisition :

Mettre l'ordinateur en marche.

Toute commande est validée par la touche **ENTREE** ↵

Choisir **LABO** dans le menu proposé.

■ Le logiciel étant chargé, observer le bandeau des menus en partie supérieure de l'écran. Parcourir rapidement ces menus.

■ Mise en place de la configuration d'acquisition :

FICHIER ↵ **CHARGER** ↵ **CONFIGURATION** ↵ Choisir **BANC_H** ↵

■ La configuration apparaît : cette configuration figurera lors de l'impression des courbes et sera commentée sur le compte rendu. *(une explication est donnée des divers paramètres d'acquisition en faisant une analogie avec le paramétrage de l'oscilloscope - le paramétrage du dessin n'est pas abordé dans cette séquence).*

■ Connecter le cordon d'acquisition de Candibus au boîtier de la table (relié à la table d'expérimentation) en respectant les couleurs des fiches et douilles (voie 1 verte, voie 2 rouge et masse noire).

L'acquisition se fait par

ACQUISITION ↵ **NORMALE** attendre le top du professeur pour valider **NORMALE**.

2° - Etude de l'enregistrement obtenu : (cf annexe 3)

- Commenter cet enregistrement, que représente chaque créneau ?
- Procéder à une impression : **touche F7**

La **touche F5** permet d'obtenir le graphe plein écran (grand zoom).

Le **pointeur touche F6** offre la possibilité, comme sur une machine graphique, de connaître les coordonnées d'un point. Quelles sont les grandeurs intéressantes ici ?

- Déterminer la durée du parcours du 1° au 7° capteur. En déduire la vitesse moyenne du mobile en m.s^{-1} , sachant que les capteurs sont espacés de 12 cm.

- Déterminer la durée du passage du mobile devant chaque capteur. Qu'en déduire ?
- Calculer la vitesse instantanée au niveau du 3° et du 5° capteur ?
- La conclusion mettra en évidence la nature du mouvement.

BANC INCLINE :**1° - Acquisition :**

- Charger la configuration :

FICHER ↵ **CHARGER** ↵ **CONFIGURATION** ↵ **Choisir BANC** ↵

Cette configuration sera commentée dans le compte-rendu.

ACQUISITION ↵ **NORMALE** attendre le top du professeur pour valider **NORMALE**.

2° - Etude de l'enregistrement obtenu : (cf annexe 4)

- Qu'observe-t-on ? Quelle est la différence essentielle qui apparait par rapport à l'expérience précédente ? Que pouvez-vous déjà affirmer ?
- Effectuer une **impression** : touche **F7**
- Choisir l'option plein écran **F5** et à l'aide du **pointeur** touche **F6**, repérer les date t_1 et t_2 du début et de fin du passage devant chaque capteur. Noter les résultats dans un tableau.

3° - Traitement des mesures à l'aide d'un tableur.

- Quitter le logiciel LABO : **FICHER** ↵ **QUITTER** ↵
- Choisir le logiciel **REGRESSI** dans le menu. Ce logiciel est utilisé pour effectuer les calculs.
- Rappeler la formule permettant de calculer la vitesse instantanée dans les conditions de l'expérience.
- Il faut saisir les dates t_1 et t_2 :

commencer par t_1 dans la première colonne.

VARIABLE ↵ **NOUVELLE** ↵ **EXPERIMENTALE** ↵
 entrer l'identificateur de la variable : t_1
 un commentaire : date début du passage
 l'unité : s

les valeurs sont entrées en colonne (unité ?), on se déplace vers la cellule suivante par la flèche ↓ .
 Même démarche pour la date t_2 .

- Calculer dans la 3° colonne la durée du passage Δt : formule de calcul ?
VARIABLE ↵ **NOUVELLE** ↵ **FONCTION** ↵ entrer la formule.
- Dans la 4° colonne, calculer la vitesse instantanée v : trouver la démarche à suivre.
- Quelle est en fonction de t_1 et t_2 , la date de passage du milieu du mobile devant le capteur : formule ?
 Faire calculer cette date t dans la 5° colonne (démarche à trouver).
- Edition des calculs :
 Effectuer l'impression des valeurs du tableau : (annexe 6)
EDITIONS ↵ **TABLEAU** par la touche ↵ afficher OUI puis **IMPRIME** ↵
- Courbe représentant l'évolution de la vitesse en fonction du temps :

GRAPHE ↵ **COORDONNEES** ↵ abscisses : t ↵ ordonnées : v ↵

Puis faire afficher le graphe : **GRAPHE** ⏏ **ECRAN** **F5** ⏏

Quelle est l'allure de la courbe $v = v(t)$?

L'outil informatique permet de proposer une droite :

CALCUL ⏏ **REGRESSION LINEAIRE** ⏏

Parmi les valeurs qui s'affichent, relever la pente et l'ordonnée à l'origine.
Visualiser ce résultat à l'écran : touche **F5**.

Procéder à une impression (**IMPRIME** ⏏) (annexe 7)

■ Conclusion de l'étude :

Comment la vitesse évolue-t-elle en fonction du temps ? En donner l'expression mathématique.

Quel est le type de mouvement ?

5. BILAN

Cette séquence a été menée à son terme par une nette majorité des groupes.

La manipulation de l'ordinateur n'est pas un frein et les élèves maîtrisent assez rapidement les outils du logiciel aussi bien pour LABO que pour REGRESSI.

Le phénomène physique n'est pas escamoté bien au contraire : il faut entendre la réaction des élèves dès qu'apparaît à l'écran le résultat de l'acquisition. La compréhension en est immédiate :

«créneaux de même largeur, régulièrement espacés, il va à la même vitesse»,

«créneaux de plus en plus étroits, de plus en plus rapprochés : il va de plus en plus vite».

Dans l'étude du banc horizontal, le choix de faire faire les calculs de façon traditionnelle est voulu : apprentissage des outils classiques.

L'usage de REGRESSI dans la seconde partie permet de découvrir un tableur et grapheur. Gain de temps dans les calculs et l'obtention des courbes.

Les comptes-rendus sont rédigés à partir de la fiche guide en y incorporant les résultats obtenus lors de l'étude et les commentaires nécessaires (objectifs : mise en forme du compte-rendu, analyse des courbes, nature des mouvements étudiés).

Le temps d'impression est un facteur pénalisant surtout dans le cas de partage de l'imprimante.

6. EXTENSIONS

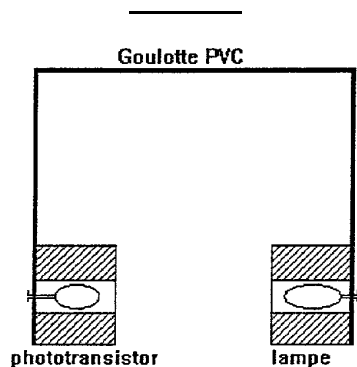
Cette manipulation peut être reprise tant au niveau 1^{ère} S que terminale en ayant pour objectifs complémentaires :

- l'étude énergétique,
- la détermination de l'accélération ($g \cdot \sin \alpha$) et des équations horaires.

Le même dispositif de capteurs permet également l'étude du mouvement de chute verticale. Il suffit d'adapter un électroaimant en sommet de la goulotte avec un contact initial objet (cylindre de préférence) - noyau de fer qui joue le rôle de l'interrupteur. Le circuit capteur - connection interrupteur a été réalisé sur circuit imprimé fixé au banc de capteurs, la mise en œuvre du matériel est très simple.

Annexe 1

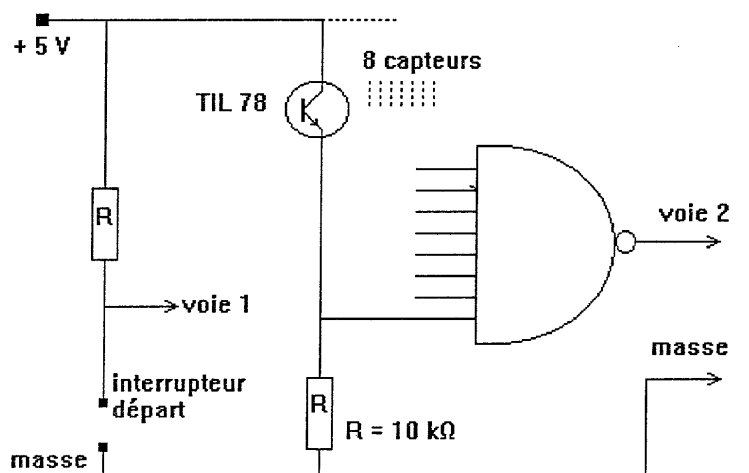
Goulotte vue en coupe



Annexe 2

Le circuit électrique

Porte NAND 8 entrées circuit type 74 HCT 30.

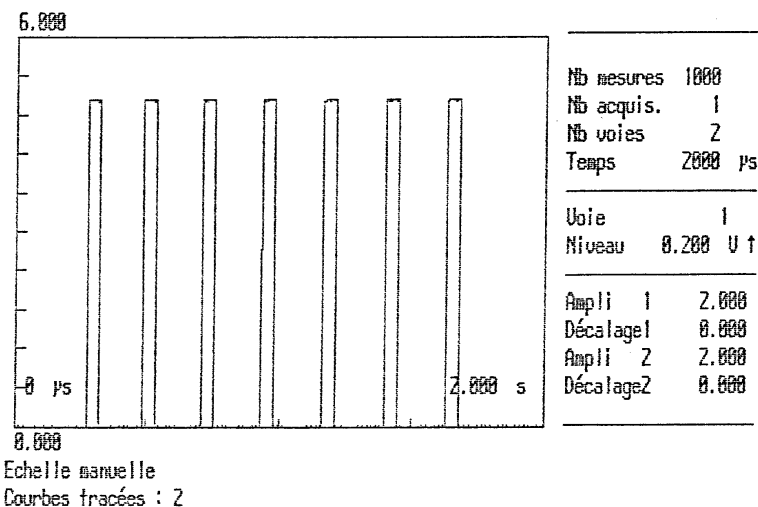


Annexe 3

Enregistrement obtenu après acquisition

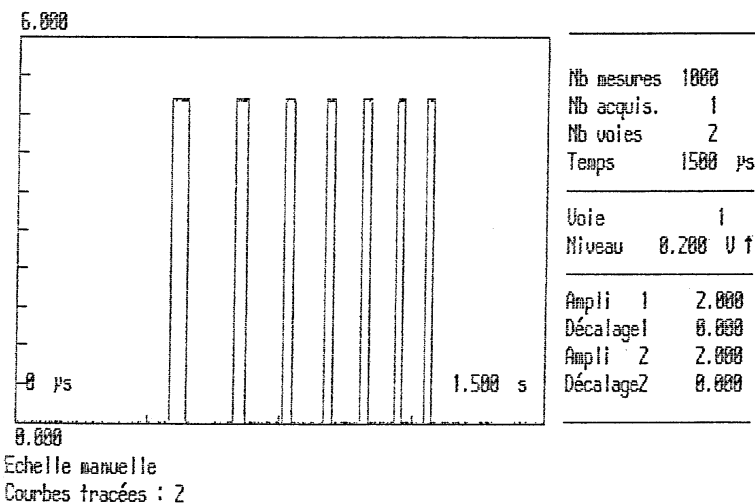
Banc Horizontal

(7 capteurs connectés dans cette expérience).



Annexe 4 **Enregistrement obtenu après acquisition** **Banc Incliné**

(7 capteurs connectés dans cette expérience)



Annexe 5
Tableau des valeurs sous REGRESSI

	t ₁	t ₂	dt	v	t	a
	s	s	s	m . s ⁻¹	s	m . s ⁻²
1	436.50 m	485.40 m	48.900 m	613.50 m	460.95 m	1.3309
2	617.10 m	651.20 m	34.100 m	879.76 m	634.15 m	1.3873
3	758.50 m	785.40 m	26.900 m	1.1152	771.95 m	1.4447
4	875.60 m	900.00 m	24.400 m	1.2295	887.80 m	1.3849
5	978.00 m	1.0000	22.000 m	1.3636	989.00 m	1.3788
6	1.0730	1.0930	20.000 m	1.5000	1.0830	1.3850
7	1.1590	1.1780	19.000 m	1.5789	1.1685	1.3513
8						

Annexe 6
Graphe obtenu sous REGRESSI

