

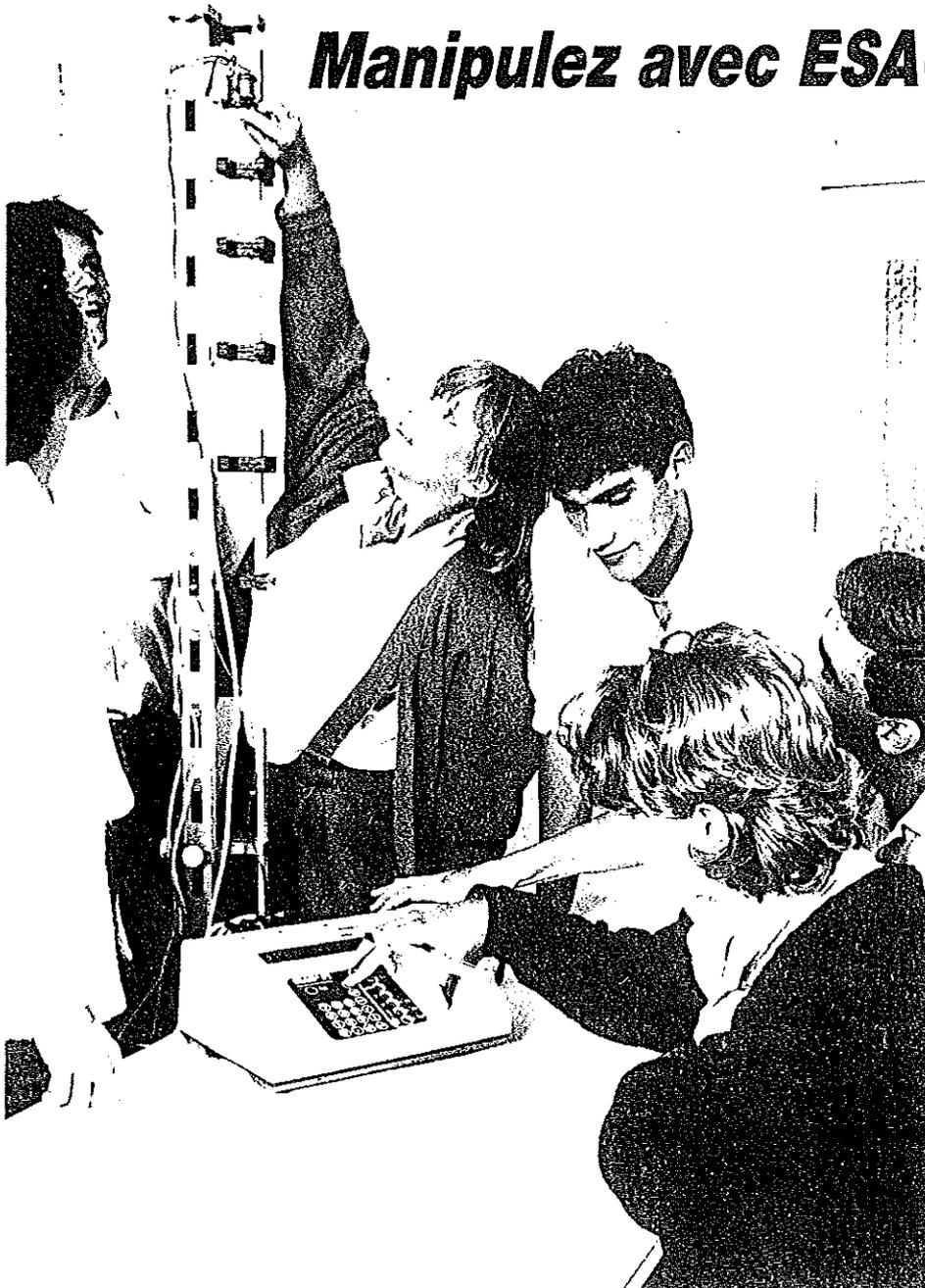


ESAO[®]

Expérimentation **S**cientifique **A**ssistée par **O**rdinateur

Manipulations avec la centrale ESAO.P1 et ses capteurs - Guide d'utilisation

Manipulez avec ESAO[®]



Le système ESAO vient en aide aux expérimentateurs : il vous permet de détecter, d'enregistrer et de traiter les résultats d'expériences grâce à l'utilisation de la technologie informatique. Vous-mêmes et vos élèves pouvez ensuite extraire les résultats sans avoir à recommencer les manipulations.

Le système ESAO vous permettra ainsi d'utiliser plus efficacement vos appareils de laboratoire, notamment en mécanique et en radioactivité. Profitez des nouvelles technologies et dès maintenant, montez vos manipulations dans l'esprit ESAO. Prenez de l'avance.

LISTE INVENTAIRE

Vous venez de recevoir votre centrale ESAO.P1 et quelques accessoires.

Le système ESAO est modulaire, évolutif. Pour savoir, en permanence :

- ce que vous possédez,

- ce que vous pouvez acquérir,

cochez sur la liste ci-dessous, en comparant à votre bon de livraison, les matériels que vous avez reçu.

NOM PRODUITS	REFERENCE	QTE
Appareils didactiques du laboratoire : chutes libres, banc à coussin d'air, pendules...	Voir catalogue Physique JEULIN	
Compteur Radioactivité CRAB (fonctionne seul, ou avec ESAO) ou banc CRAB (fonctionne avec ESAO)	232.004 232.007
Chaîne chronociné (règle graduée, capteurs opto-électroniques, accessoires)	351.034	...
Capteur chronociné (complément à la chaîne chronocinée)	353.025	...
Centrale ESAO.P1	351.033	...
Module P.10	Livré avec centrale	...
Module P.11 (cinématique)	353.022	...
Module P.13 (énergie de translation)	353.027	...
Module P.19 (radioactivité)	353.024	...
Module P1 micro (exploitation avec ordinateur)	353.030	...
Cordon adaptable V.24 (liaison centrale ESAO.P1 à une imprimante ou un ordinateur)	353.031	...

Cette liste de matériel disponible évoluera en fonction de vos besoins et des progrès technologiques. Vous en serez informés par les JEULIN-Actualités, par les catalogues.

3. PREMIERE MISE EN SERVICE

Vous venez de recevoir une centrale ESAO.P1, et la chaîne Chronociné.

Cette première mise en service permettra de vous familiariser avec le système ESAO et d'apprécier la simplicité de fonctionnement de la centrale.

3.1. Matériel nécessaire

Eléments de la référence 351.033 (central ESAO.P1)

- 1 centrale ESAO.P1
- 1 module P10.

Eléments de la référence 351.034 (chaîne chronociné)

- 1 capteur chrono (simple faisceau : bague verte)
- 2 capteurs chronocinés (double faisceau : bague rouge et bague jaune)

3.2. Mise en marche

- Connectez le capteur chrono (bague verte) en "0" sur la centrale ESAO.P1.
- Connectez les capteurs chronocinés en 1 et 2 (bagues rouge et jaune).

- Enfichez le module P.10 à droite du clavier.
- Branchez la centrale sur le réseau 220 Volts. Mettez sous tension par l'interrupteur (côté droit à la base de la centrale).

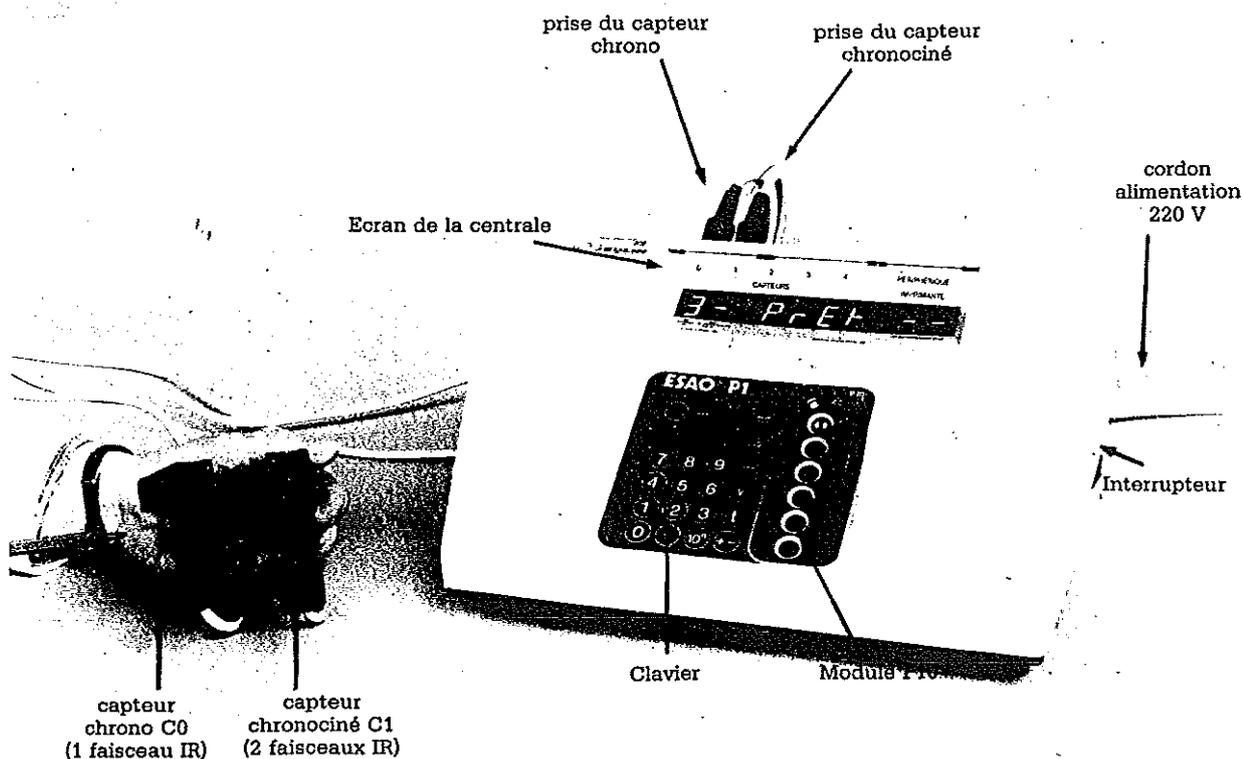
"ESAO" s'affiche sur l'écran.

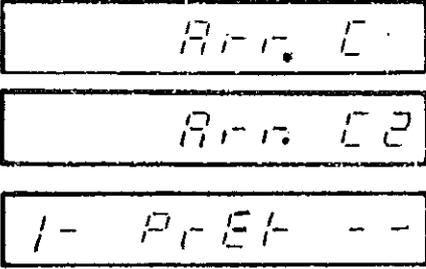
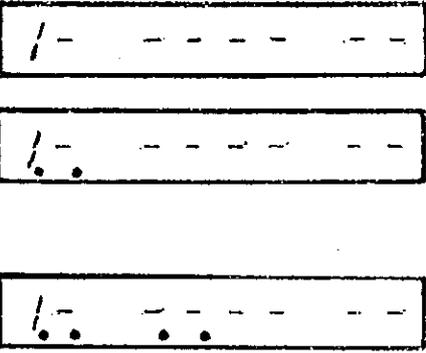
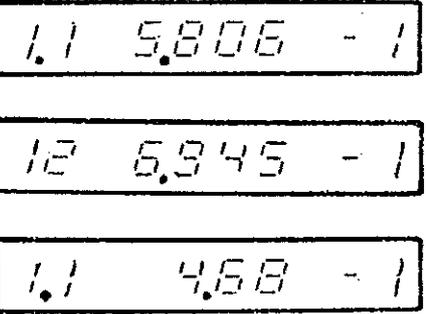
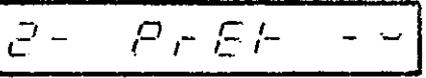
Remarque : les afficheurs lumineux à 7 segments ne permettent pas la représentation de toutes les lettres. C'est pourquoi majuscules et minuscules sont mélangées.

3.3. Manipulations

- Exécutez d'abord la manipulation décrite dans le tableau ci-contre
- Puis reportez-vous au tableau : signification des touches, pages suivantes.

Testez leurs fonctions avec la Centrale. N'hésitez pas à faire divers essais. **Aucune fausse manœuvre d'expérimentation ne peut endommager la centrale ESAO.P1.**



ACTIONS A REALISER	AFFICHAGE SUR L'ECRAN
<p>a) - Appuyez sur MANIP SUIVANTE : "C" clignote</p> <p>b) - Appuyez sur 2 (arrêt automatique du chronométrage au capteur 2)</p> <p>c) - Appuyez sur MANIP SUIVANTE. La manipulation n° 1 est prête.</p>	
<p>Manipulation 1</p> <p>d) - Coupez le faisceau (invisible) du capteur chrono C₀ (avec un crayon par exemple) : le chronométrage est commencé.</p> <p>- Coupez les faisceaux (invisibles) du capteur chronociné C₁ dans le sens de la flèche moulée à l'intérieur de la fourche du capteur. Les deux points lumineux apparaissant sur l'écran indiquent que les deux faisceaux ont été coupés.</p> <p>- Coupez les faisceaux du capteur chronociné C₂ dans le sens de la flèche. Deux points supplémentaires apparaissent sur l'écran. Le chronométrage est terminé par le deuxième faisceau du capteur C₂ : il n'y a plus d'action même si vous coupez de nouveau les faisceaux des capteurs. La centrale ESAO.P1 est en attente.</p>	
<p>Lecture des résultats</p> <p>Les informations : n° manip, n° capteur arrêt, temps, vitesses sont mémorisées dans la centrale. Pour les faire apparaître sur l'écran :</p> <p>e) - Appuyez sur t : dans l'exemple ci-contre vous lisez le temps au capteur C₁ (manipulation 1) : 0,5806 s, temps écoulé entre la coupure du capteur C₀ et celle du capteur C₁ (voir caractéristiques des capteurs)</p> <p>- Appuyez de nouveau sur t : on obtient le temps au capteur C₂ Si l'on continue à appuyer sur t, on revient au 1^{er} résultat (temps capteur C₁) etc...</p> <p>f) - Appuyez sur v : on obtient la vitesse au capteur 1 : 0,468m / s etc...</p> <p><u>Remarque</u> : tenir compte de la puissance de 10, indiquée sur les 2 afficheurs de droite.</p>	
<p>Manipulation 2</p> <p>Pour faire une nouvelle manipulation,</p> <p>g) - Appuyez sur MANIP SUIVANTE, puis recommencez à d). Vous pouvez ainsi enregistrer les temps et les vitesses de 9 expériences.</p> <p><u>Remarque</u> : La "question" posée par la centrale en a) n'est posée que pour la manip. n° 1. Les manip. suivantes seront donc arrêtées par le n° capteur entré sur le clavier (ou arrêt manuel si on entre aucune valeur).</p>	

4. FONCTIONS DES TOUCHES DU CLAVIER

TOUCHES	FONCTIONS
	<ul style="list-style-type: none"> - Arrêt de l'encours - Remise à zéro des mémoires - L'écran affiche : --ESAO--
	<ul style="list-style-type: none"> - Arrêt du chronométrage, soit en cours, soit en fin de manipulation dans le cas où aucun capteur n'a été choisi pour l'arrêt automatique (ou que les faisceaux de ce capteur n'ont pas été coupés). - Arrêt d'une impression en cours. - Arrêt d'un comptage <p>Remarque : il faut que le chronométrage (ou le comptage) soit arrêté pour pouvoir afficher les résultats.</p>
	<p>Action à la mise en service de la centrale :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Permet d'avancer dans la procédure définie dans les programmes des modules. <p>Mode d'emploi :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Première action : débute le programme. En général une question est posée (n° capteur arrêt...). Répondre à la question en frappant une valeur sur le clavier numérique. • Action(s) suivante(s) : valide la valeur introduite au clavier, et continue le programme <p>Continuer jusqu'à l'apparition de "PrEt" sur l'écran</p> <ul style="list-style-type: none"> - Action après la fin d'une manipulation (chronométrage, ou comptage terminé) : passage à une nouvelle manipulation. - Permet de commander le départ manuel du chronométrage dès que l'écran affiche "PrEt".
	<ul style="list-style-type: none"> - Efface les résultats de la dernière manipulation en mémoire. <p>Exemple : la manipulation n° 4 vient de se terminer. On ne veut pas mémoriser les résultats :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Touche "EFFACE MANIP" : efface les résultats de la 4^{ème} manipulation. 2. Touche "EFFACE MANIP" de nouveau : efface les résultats de la 3^{ème} manipulation. 3. Etc... <p>A utiliser en cas de fausse manœuvre, de mauvais résultat.</p>
	<ul style="list-style-type: none"> - Impression des résultats sur périphérique imprimante. Mode d'emploi : <ul style="list-style-type: none"> • Appuyer sur la touche IMPRIM • Appuyer sur les fonctions à imprimer t, v... (5 au maximum pour une imprimante 80 caractères par ligne) • Appuyer sur IMPRIM <p>Les résultats sont envoyés sur l'imprimante, qui les écrit sous la forme de colonnes.</p> <p>Remarque : avec le module P.10, il suffit d'appuyer une seule fois sur IMPRIM pour imprimer t et v</p>
	<ul style="list-style-type: none"> - Utilisé pour l'introduction de données numériques : numéro de capteur arrêt, longueurs, masses, etc...
	<ul style="list-style-type: none"> - Indication des puissances n, positives ou négatives, de la donnée numérique. La valeur de n introduite par le clavier figure sur les 2 afficheurs à droite de l'écran. <p>Exemple : touche 10ⁿ, puis touche 3 = 10³.</p>

TOUCHES	FONCTIONS
	<p>- Inversion du signe des valeurs introduites (nombre ou puissance).</p>
 	<p>- Affichage des temps "t" et des vitesses "v" obtenus au cours de la dernière manipulation effectuée :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Appuyer successivement sur la touche pour obtenir la valeur suivante dans l'ordre chronologique. <p>Après le dernier résultat, on retrouve les mesures de la première manipulation.</p> <p>Remarque : Si l'on veut afficher à nouveau les résultats de la dernière manipulation enregistrée, appuyer sur : MANIP. SUIVANTE, puis sur EFFACE MANIP.</p>
	<p>- A droite du clavier se trouvent 6 touches :</p> <ul style="list-style-type: none"> • la touche marquée de 2 flèches modifie la fonction des 5 autres touches. Ces fonctions sont inscrites sur le module programmé : - Le voyant de gauche allumé donne accès aux fonctions inscrites à gauche des touches - Le voyant de droite allumé donne accès aux fonctions inscrites à droite des touches
	<p>- La fonction de ces 5 touches à droite du clavier, sont définies par les inscriptions écrites sur le module.</p>

Afin de vous familiariser avec votre centrale ESAO.P1, essayez toutes les fonctions des touches avec la centrale, un capteur C₀ et 2 capteurs C₁ et C₂ (voir première mise en service).

5 ESAO.P1 AVEC UNE IMPRIMANTE

La centrale ESAO.P1 a été conçue pour fonctionner sans périphérique. Cependant, pour tenir compte de l'équipement de votre laboratoire, et de son évolution, le raccordement à une imprimante a été prévu.

Vous pourrez alors exploiter pleinement les nombreux résultats mémorisables dans la centrale.

Mise en service

1) Matériel nécessaire

- 1 capteur chrono (simple faisceau bague verte)
- 2 capteurs chronocinés (double faisceaux bague rouge, et bague jaune)
- 1 centrale ESAO.P1 et son module P.10
- 1 imprimante
- 1 cordon adaptable V.24 référence 353.031

2) Mise en marche

- Connectez les capteurs à la centrale ESAO.P1 (voir 1^{ère} mise en service page précédente), enfichez le module P.10
- A l'aide du cordon V.24, connectez la centrale à l'imprimante.

Pour régler votre imprimante série V.24, reportez-vous aux caractéristiques techniques de la centrale ESAO.P1.

Réglez le format du mot, la vitesse de transmission et le brochage des prises.

- Introduisez le papier dans l'imprimante.
- Connectez la centrale, l'imprimante au réseau 220 V. Mettez sous tension.
- L'écran de la centrale et le voyant de l'imprimante s'allument.

3) Manipulation

- Effectuez la manipulation décrite au chapitre : 1^{ère} mise en service.

4) Impression des résultats

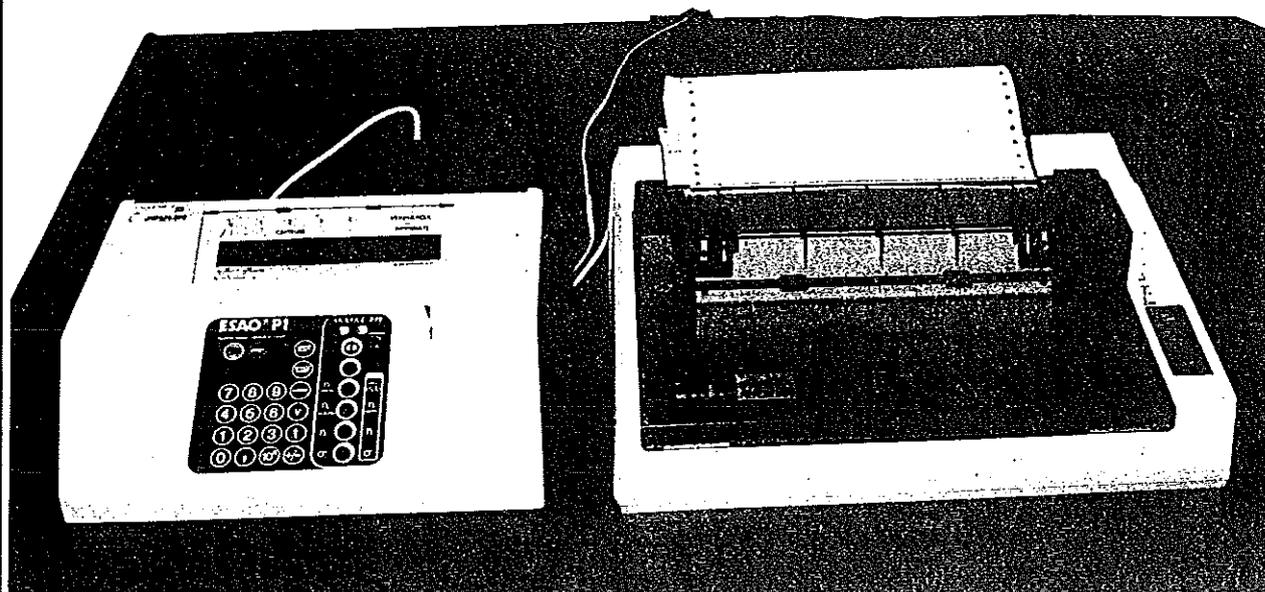
- Appuyez sur la touche IMPRIM.

Avec le module P.10, t et v s'impriment en appuyant seulement sur IMPRIM. Avec les autres modules, il faut appuyer sur IMPRIM, puis sur les touches correspondant aux fonctions à imprimer (t, t², a, etc...) puis sur IMPRIM.

- L'écran de la centrale s'éteint.

- L'impression commence et le tableau suivant s'inscrit.

N° LIGNE D'IMP.	N° MAN.	N° CAPT.	TEMPS (s)	VIT. (m / s)
01	1	1	3.237 -01	0.359 00
02	1	2	4.608 -01	0.535 00
03	1	2	1.366 00	0.178 00
04	2	1	1.738 -01	0.661 00
05	2	2	3.151 -01	0.309 00
06	2	1	4.800 -01	-0.313 00



Centrale ESAO.P1 avec une imprimante

6. ESAO.P1 AVEC UN MICRO-ORDINATEUR

La centrale ESAO.P1 est indépendante et peut fonctionner sans micro-ordinateur.

Pour les professeurs qui désirent une exploitation plus personnelle, avec leur micro-ordinateur et leurs programmes d'exploitation, la centrale ESAO.P1 possède une sortie V.24 permettant le raccordement à un micro-ordinateur possédant cette entrée-sortie.

Mise en service

1) Matériel nécessaire

- 1 capteur chrono (simple faisceau bague verte)
- 2 capteurs chronocinés (double faisceau bague rouge et bague jaune)
- 1 centrale ESAO.P1
- 1 module P1.micro réf. 353.030

Une notice de mise en œuvre avec micro-ordinateur est livrée avec le module P1 micro. Elle peut vous être livrée gratuitement sur simple demande.

- 1 cordon adaptable V.24 référence 353.031

2) Mise en marche

- Connectez les capteurs à la centrale ESAO.P1 (voir 1^{ère} mise en service). Enfichez le module P1 micro.

- Réglez la vitesse de transmission du micro-ordinateur à 1.200 bauds.

- A l'aide du cordon V.24, connectez la centrale au micro-ordinateur, sur la prise série V.24.

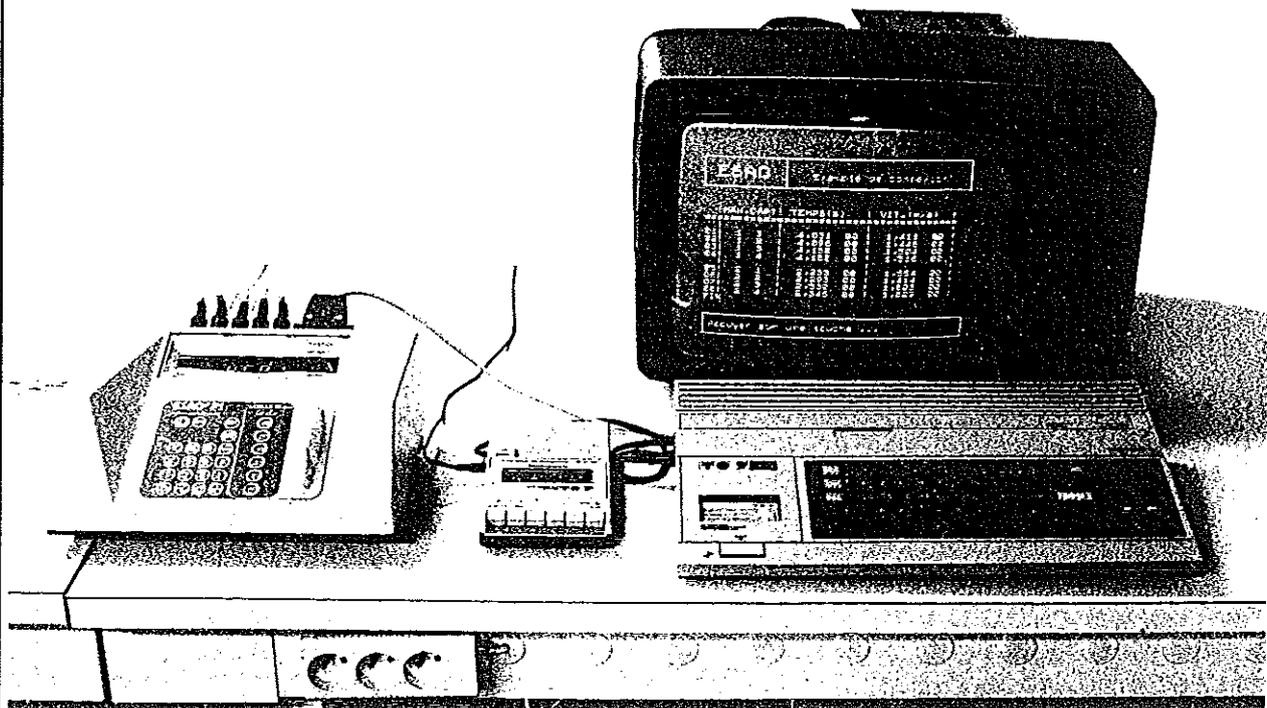
- Connectez la centrale, le micro-ordinateur, le lecteur de disquette ou de bandes au réseau 220 V. Mettez sous tension, le micro-ordinateur en dernier.

- Chargez vos programmes dans le micro-ordinateur. Lancez le programme.

- Appuyez sur la touche MANIP. SUIVANTE : le mot "Ordi =" apparaît sur l'écran.

- Introduisez le n° correspondant au format du mot : n° 5 en général. (Voir la notice fournie avec le module P1.micro).

Le mot "Ordi" clignote sur la centrale. La centrale et le micro-ordinateur sont en communication. Vous commandez la manipulation à partir de votre micro-ordinateur.



Centrale ESAO.P1 avec un micro-ordinateur, un écran, un magnétocassette

B CARACTERISTIQUES

1. Les appareils didactiques

(Chute libre, banc à coussin d'air, radioactivité...)
Ce sont les appareils de votre laboratoire. La qualité (fiabilité, précision...) des résultats des expérimentations dépendra pour une grande part, des performances de ces appareils, et bien entendu, de l'expérimentation proprement dite.

2. Les capteurs

2.1. Capteurs optoélectroniques et chaîne chronociné

En mécanique on mesure essentiellement le temps et la vitesse d'un objet. Avec le système ESAO, la fonction capteur est réalisée à l'aide de cellules optoélectroniques à temps de réaction très court **brevetées JEULIN**, et d'accessoires pour l'adaptation de ceux-ci aux divers appareils didactiques. cet ensemble est appelé **chaîne chronociné**.

Nota : les capteurs sont des instruments de précision : évitez de les choquer brutalement, de les tordre.

Ils ont fait l'objet d'un dépôt de brevet
n° 85 400030.4

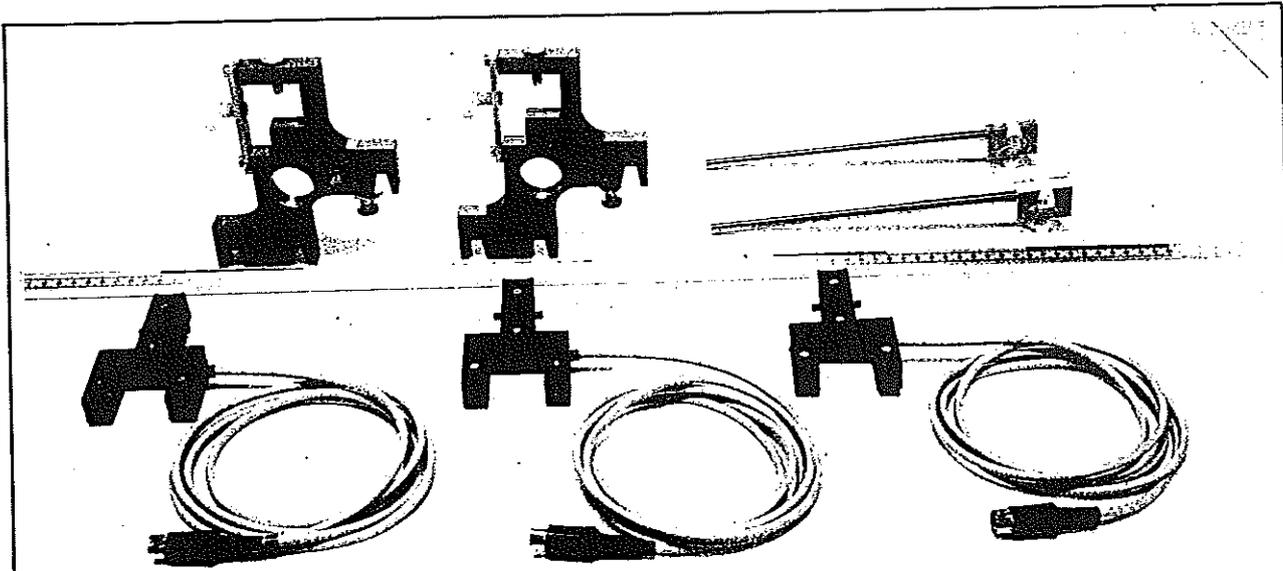
2.2. Liaison à un Compteur Geiger Muller

La centrale ESAO.P1 enregistre le nombre d'impulsions détectées par le compteur et les enregistre. Il suffit que ces impulsions soient en front descendant, compatibles TTL ou CMOS (hauteur 4 à 5 volts, temps de descente inférieur à 500 ns).

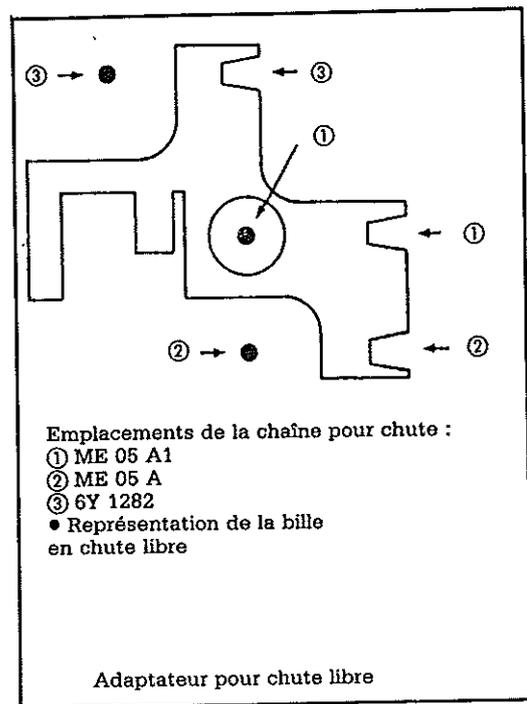
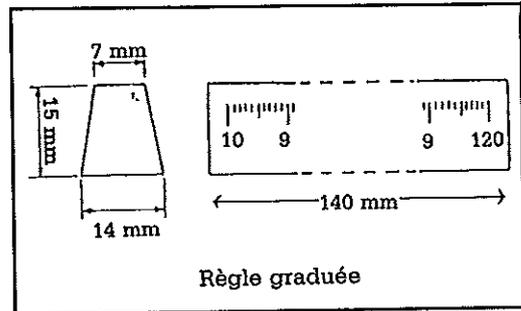
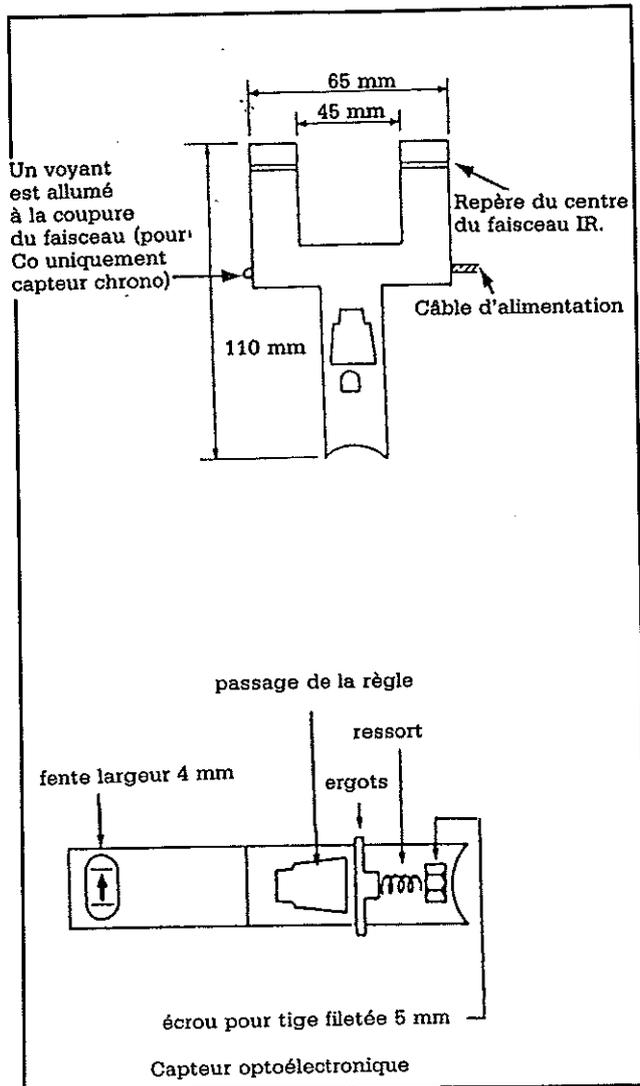
Les appareils CRAB et banc CRAB, issus de la collaboration du Commissariat à l'Energie Atomique de Saclay et des Etablissements JEULIN, fournissent ces impulsions. Ils sont donc utilisables dans le système ESAO, équipé du module P19.

Composition de la Chaîne Chronociné : (Réf. 351.034)

DESIGNATION	QTE	UTILISATION
Adaptateurs	2	Fixation de la règle graduée avec les capteurs sur les chutes libres ME 05 Al, ME 05 A et 6Y 1282 (réf. CEMS/UGAP)
Règle graduée trapézoïdale	1	Guidage et repérage des capteurs chrono et chronociné
Capteur chrono (repéré par une bague verte)	1	Capteur simple faisceau : déclenche le chronométrage. Connecter à l'entrée "0" de la centrale
Capteurs chronocinés (repérés par des bagues de couleurs différentes)	2	Capteur double faisceau : mesure le temps et la vitesse. A connecter aux entrées 1 à 4 de la centrale.
Tiges diamètre 8 mm avec noix trapèze pour la règle graduée	2	Fixation de la règle graduée sur supports universels Fixation des capteurs sur tiges.
Câble DIN/Fiche banane	1	Permet de connecter des fiches bananes diamètre 4 mm sur la prise DIN "0" de la centrale (pour un déclenchement électromécanique du chronométrage). A utiliser avec la chute libre par exemple.
Lot de petits accessoires :	1	Index simples ou doubles, à fixer sur le mobile (chariot sur coussin d'air par exemple) pour couper les faisceaux des capteurs (parallèlement aux fentes).



Les éléments de la chaîne chronométrée



3. La centrale ESAO.P1

Elle est constituée d'un boîtier contenant : l'alimentation des circuits, le microprocesseur, les mémoires ; les organes de commandes et d'affichages ; les connexions entrées et sorties.

Ce boîtier est fabriqué en matière injectée épaisse, résistante aux chocs. L'accès aux différentes fonctions est dégagé et facile : prises, clavier, écran, module. Ces fonctions sont protégées par 2 bossages latéraux, ce qui permet d'empiler les appareils sans risque de les dégrader.

3.1. Le clavier

A membrane souple, il est incliné à 20°, ce qui facilite son utilisation. Il sert aux commandes des fonctions de la centrale ESAO.P1 et à l'introduction des données. Il comporte :

- 8 touches de fonctions permanentes
- touches de fonctions complémentaires, définies par les modules programmés
- 12 touches correspondant aux données numériques : nombre, virgule, puissance.

3.2. L'écran

Comporte 8 afficheurs numériques LED (diode électroluminescente) très lumineux de 14 mm de hauteur : ils permettent une excellente vision pour les TP-Cours.

— Ces afficheurs, groupés par 2, 4 et 2 ont plusieurs rôles :

- Avant la manipulation, ils vous permettent de savoir où vous en êtes dans le programme en cours (qui dépend du module). A une question posée (afficheurs clignotants), vous frappez la réponse : les chiffres s'inscrivent sur l'écran au fur et à mesure que vous appuyez sur les touches du clavier numérique.

Lorsque l'écran affiche "PrEt", vous pouvez commencer la manipulation.

- Pendant la manipulation (avec les capteurs optoélectroniques) ils vous permettent de vérifier que :

— l'expérience est commencée : l'affichage de tirets à la place de "PrEt" indique que le chronométrage est déclenché.

— Les capteurs chronocinés ont tous bien été coupés : le point à l'embase de chaque LED figurant la virgule en affichage numérique, change d'état (allumé ou éteint) chaque fois qu'un faisceau de capteur (2 par capteur) est coupé.

Ex. : Dans le cas d'un mouvement sans retour (chute libre par exemple) tous les points correspondant aux faisceaux des capteurs doivent être allumés après chaque manipulation.

- Après la manipulation, ils vous permettent d'afficher les résultats, avec une indication concernant le n° de la manipulation et le numéro du capteur concerné.

— Valeurs affichables sur cet écran :

- 2 premières LED : 00 à 99
- 4 + 2 LED suivants ; 2 cas :

Valeurs uniquement positives (le temps par exemple)

maxi : 9.999 99 soit + 9,999 10⁹⁹
mini : 1.000 -19 soit + 1,000 10⁻¹⁹

Valeurs algébriques (vitesse par exemple)

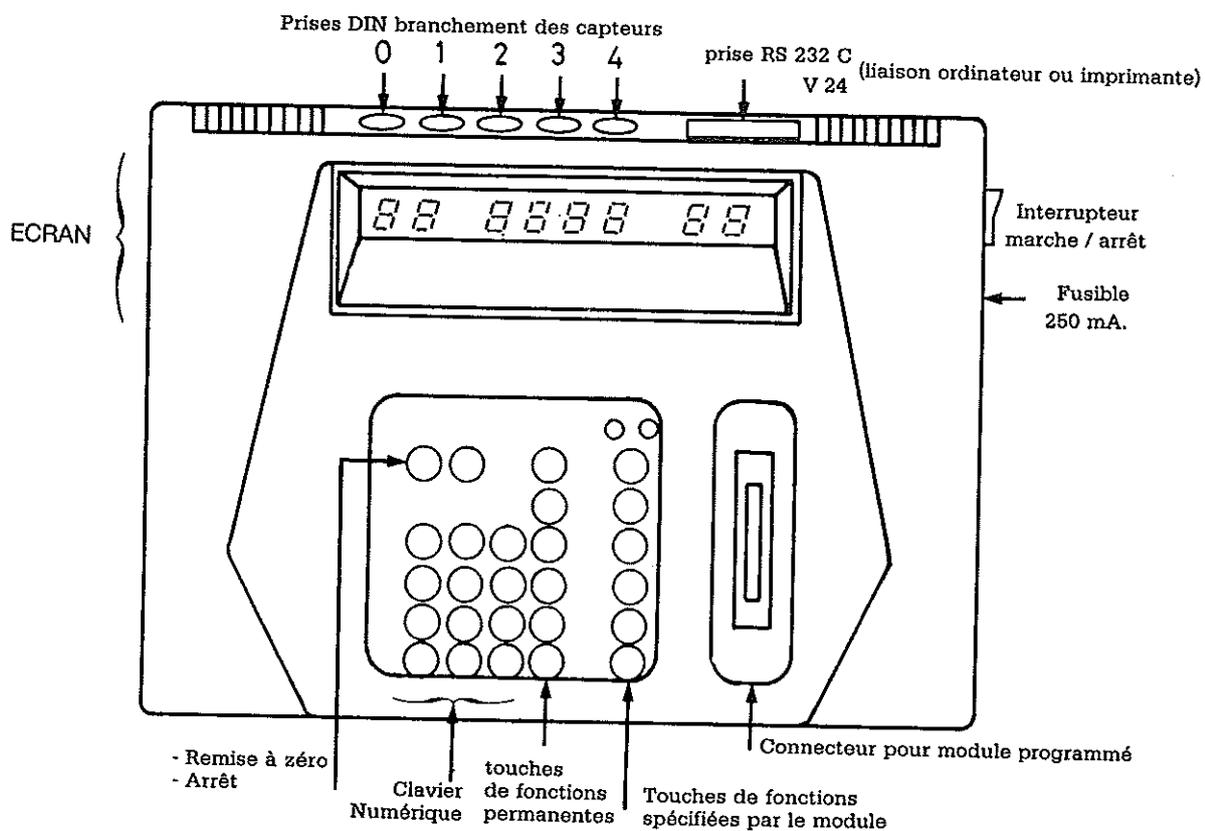
maxi : ± 1.999 99 soit ± 1,999 10⁹⁹
mini : ± 0.200 -19 soit ± 0,200 10⁻¹⁹

3.3. Le Connecteur

Pour module programmé. Situé à droite du clavier, le connecteur est fixé directement sur le circuit contenant l'électronique de la centrale.

La forme du boîtier a été étudiée pour guider l'enfichage du module programmé sur le connecteur. Afin d'éviter l'introduction accidentelle d'objets ou de poussière, *laissez toujours un module sur la centrale.*

ENTREES SORTIES



CLAVIER

Schéma de la Centrale ESAO.P1

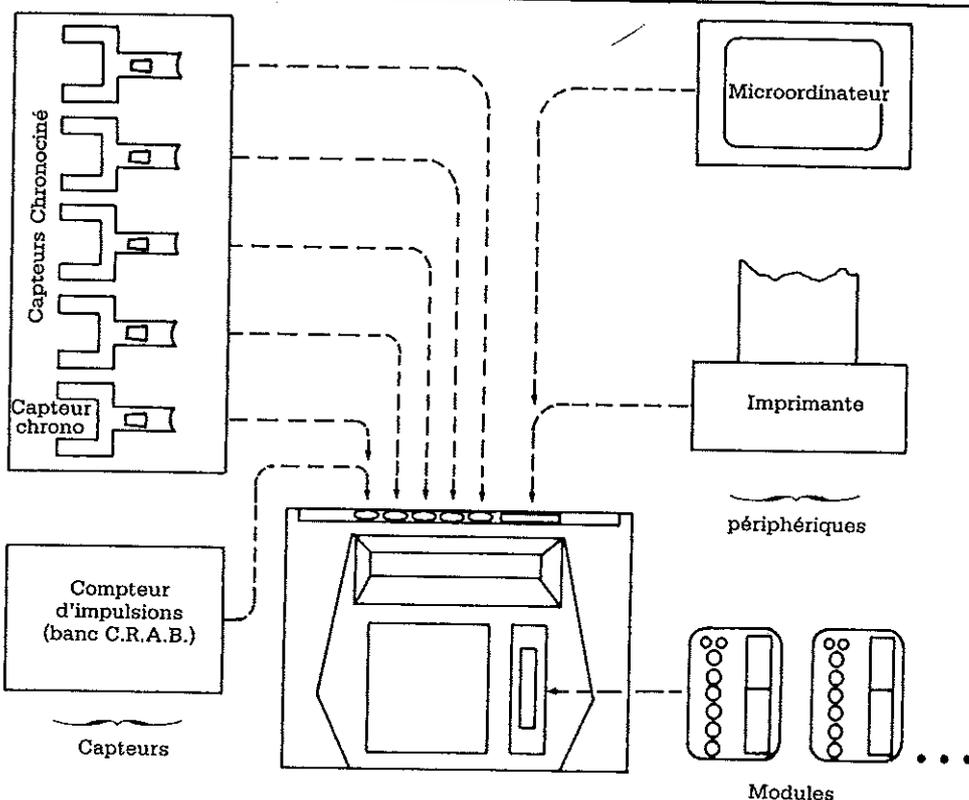


Schéma de branchements avec la Centrale ESAO.P1

3.4. Entrées-Sorties

- 5 prises DIN repérées 0 à 4, pour le branchement des capteurs (jusqu'à 5)
- 1 prise normalisée V 24 (RS 232 C) pour le branchement d'une imprimante, d'un micro-ordinateur.

Elles se situent à l'arrière du boîtier, en partie haute. On peut ainsi effectuer les branchements en restant face au boîtier et vérifier en permanence les prises qui sont occupées. De plus, les câbles de liaisons ne gênent pas pendant les manipulations.

4. Les modules programmés

Grâce à des mémoires (EPROM) programmées, ils adaptent les mesures, les fonctions, les calculs effectués par la centrale ESAO.P1 aux manipulations réalisées ainsi que la restitution des résultats sur écran, sur périphérique.

- Les touches non marquées, sur la Centrale, seront affectées par chaque module (partiellement ou en totalité).
- 30 broches dorées assurent un contact électrique parfait, ainsi qu'un guidage mécanique précis.

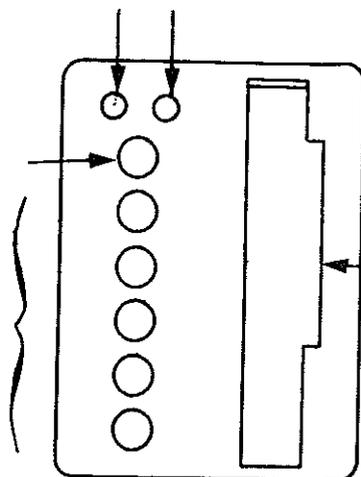
Ces modules sont nécessaires au fonctionnement du système ESAO.P1. Le module de base P.10, livré avec la centrale, permet d'utiliser le système comme un appareil de mesure à mémoire (temps, vitesse) et de transmettre les résultats sur une imprimante.

Ils ont fait l'objet d'un dépôt de brevet n° 83 12536.

Orifices donnant accès aux voyants rouges de la centrale : Celui qui est allumé indique la colonne des fonctions en cours (gauche ou droite)

Orifice donnant accès à la touche commandant les fonctions droite ou gauche des cinq touches suivantes. Ceci permet de dédoubler les fonctions des touches.

Orifices donnant accès aux touches affectées des fonctions marquées sur le module.



Bloc contenant les mémoires programmées

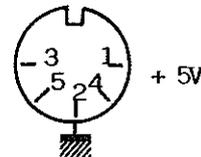
Module

C. ANNEXE 1

CARACTERISTIQUES TECHNIQUES DE LA CENTRALE ESAO.P1

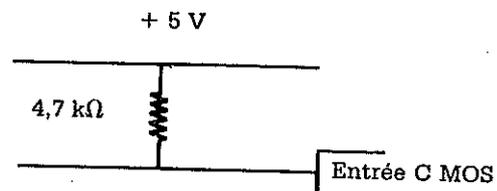
1.1. Electronique

- Microprocesseur 6802
- Timer 6840
- RAM 2 Ko
- EPROM 2 Ko
- Affichage multiplexe géré par soft : 7 segments rouges, 14 mm, haute luminosité. 8 afficheurs (LED) groupés par 2, 4 et 2 sur l'écran de la centrale.
- Connecteur à broches dorées, fixé sur le circuit imprimé. Il reçoit le module programmé.

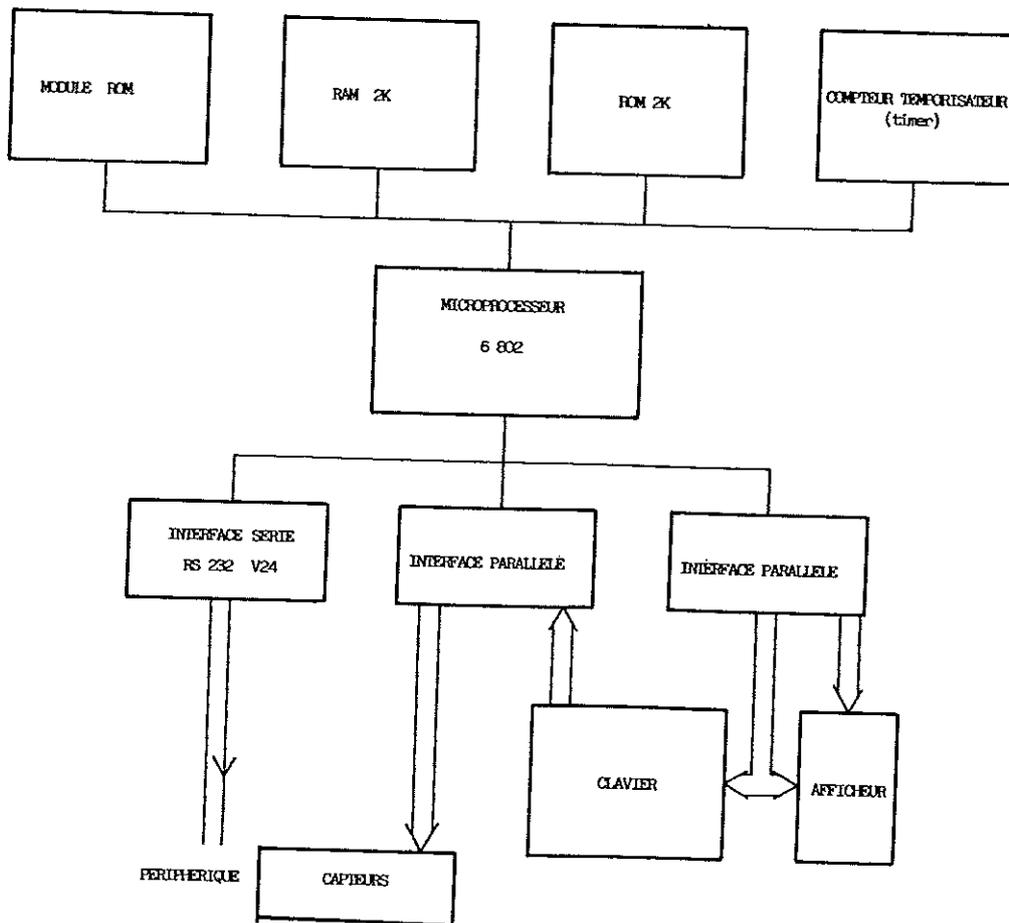


1.2. Prises DIN pour capteurs

- 1 entrée capteur repérée "0" génère une interruption. Cette entrée est également une entrée du compteur programmable.
- 8 entrées, groupées par 2 (2 prises par DIN) permettent le branchement de 4 capteurs repérés "1 à 4". Ces entrées attaquent un port d'entrées parallèles. Chaque capteur génère une interruption vers le micro-processeur.
- Tension : + 5 V \pm 0,3 V (alimentation des capteurs)
- Entrées : 4,7 kohms



Schéman équivalent des entrées DIN



Synoptique de la centrale ESAO.P1

- Entrée "0" : capteur chrono (broche 4) ou entrée de comptage (exemple CRAB)
- Entrées "1 à 4" : capteurs chronocinés (2 faisceaux, broches 4 et 5)

Les broches non mentionnées ne doivent pas être utilisées, car elles risquent de perturber le fonctionnement de la centrale.

1.3. Prise V.24 - RS 232 C

1.31. Brochage

Prise type "D" normalisée 25 broches pour entrée /sortie de signaux série. Signaux disponibles sur cette prise :

- n° 1 masse
- n° 2 Rx (réception du signal provenant de l'extérieur)
- n° 3 Tx (transmission du signal vers le périphérique)
- n° 4 Sortie RTS (Request To Send)
- n° 5 Entrée CTS (Clear To Send)
- n° 7 Masse

Autres broches non connectées

1.32. Caractéristiques de transmission

- format du caractère : 1 start, 8 bits, sans parité, 2 stops
- Vitesse de transmission : réglée dans nos ateliers à 1.200 bauds.

Cette vitesse a été choisie car elle correspond à une vitesse convenable des informations à transmettre, et elle est adaptée à la plupart des imprimantes sélectionnées par le Ministère de l'Education Nationale.

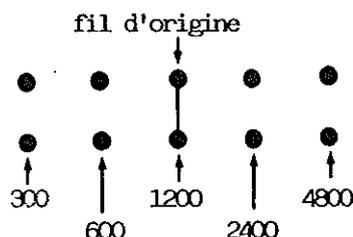
Cependant, pour tenir compte des différents matériels existants, elle est modifiable.

1.33. Modification de la vitesse de transmission

- 1 - Débrancher la prise de courant, du réseau
- 2 - Ouvrir le boîtier en dévissant les 2 vis sous le boîtier, côté clavier

3 - Sans sortir le circuit imprimé, les prises de capteurs étant dirigées vers le haut, repérer une double rangée de 5 pastilles marquées 1 et 5, au dessus de l'inscription "BAUDS". Les 2 pastilles n° 3 sont reliées d'origine. Couper cette liaison et souder un fil en fonction de la vitesse désirée en accord avec le tableau ci-dessous :

N° Pastilles	Vitesse
1	300 bauds
2	600 bauds
3	1.200 bauds
4	2.400 bauds
5	4.800 bauds



1.34. Liaisons avec une imprimante

- Imprimante possédant Rx et Tx et pas RTS, CTS.
- Relier Tx de la centrale à Rx de l'imprimante
- Relier Rx de la centrale à Tx de l'imprimante
- Relier RTS et CTS de la Centrale.

Dans ce type de câblage : mode de fonctionnement DC1-DC3 ou XON-XOFF

- Imprimante possédant RTS et CTS.
- Relier Tx de la centrale à Rx de l'imprimante
- Relier CTS de la centrale à RTS de l'imprimante
- Relier RTS de la centrale à CTS de l'imprimante

1.35. Tracé des graphes sur imprimante 80 caractères par ligne

Calcul des échelles par la centrale

Echelle des x (positives)

Valeurs de x (arrondies au plus proche)	Nombre d'unités correspondant à 1 caractère d'impression
$1 \leq x \leq 3,8$	1 car. = 0,05 unité (1 unité = 20 car.)
$3,9 \leq x \leq 7,6$	1 car. = 0,1 unité (1 unité = 10 car.)
$7,7 \leq x \leq 9,9$	1 car. = 0,2 unité (1 unité = 5 car.)

Echelle des y (positives ou négatives)

Valeurs de A (arrondies au plus proche)	Nombre d'unités correspondant à 1 caractère d'impression
$10 \leq A \leq 26$	1 car. = 0,5 unité
$27 \leq A \leq 52$	1 car. = 1 unité
$53 \leq A \leq 99$	1 car. = 2 unités

2 cas peuvent se présenter :

Toutes les valeurs ont le même signe : l'amplitude de A maxi prise en compte par la centrale est celle du maxi de la valeur absolue.

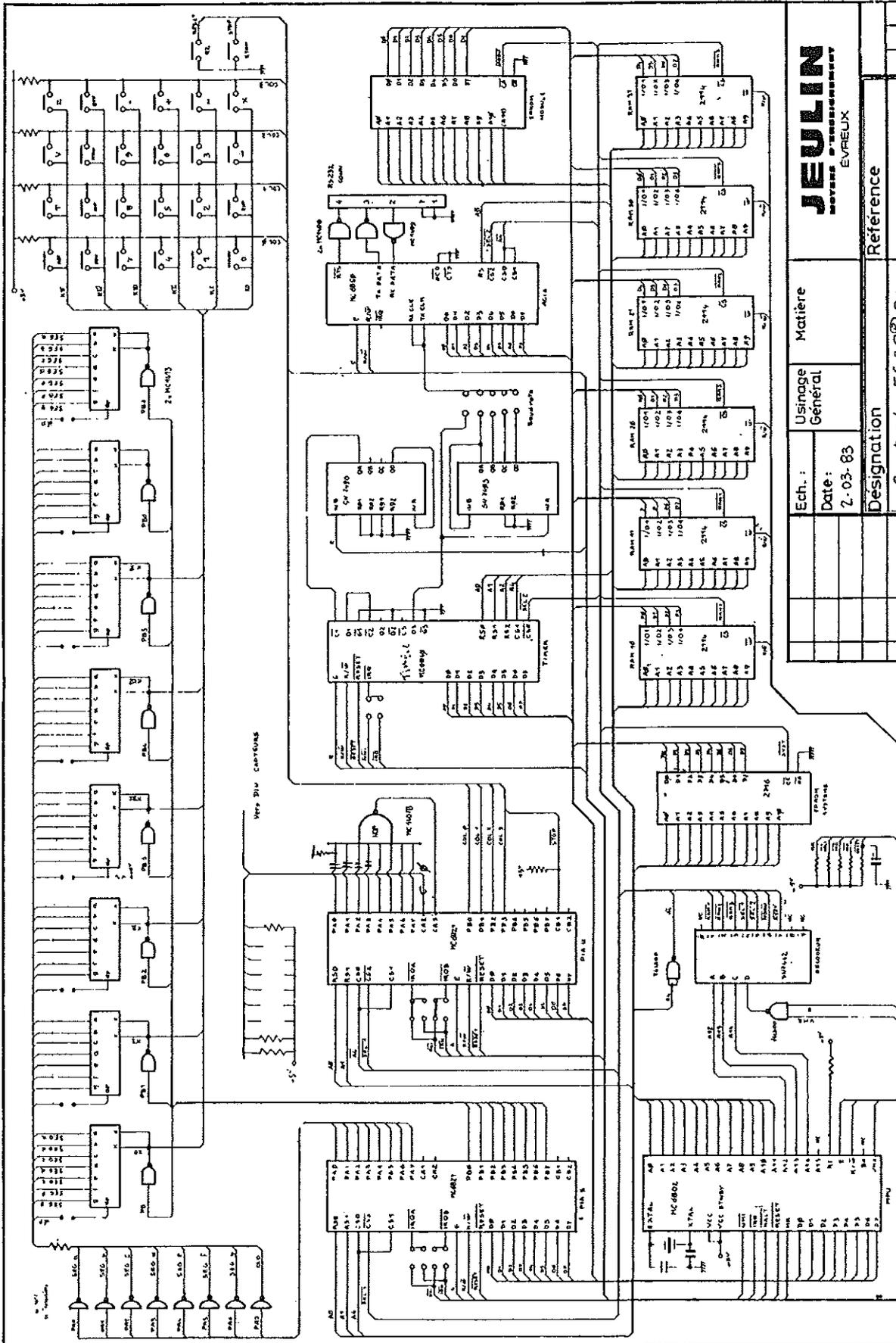
Les valeurs ont des signes différents : l'amplitude de A maxi prise en compte est la somme des 2 maxi des valeurs absolues.

Note 1 : Les unités lues sur l'axe sont à multiplier par la puissance de 10 (valeur indiquée en tête du graphe).

Note 2 : L'impression se fait par caractères, donc de manière discontinue. La centrale arrondit les résultats, par excès ou par défaut, selon la valeur décimale.

Ceci peut avoir comme conséquence l'impression de 2 points différents, alors que les valeurs réelles sont très proches (voir par exemple le tracé $x = f(t)$ de la manipulation 02).

1.4. Schéma de principe de la Centrale



JEULIN MOUVES P. MEUBLEMENT EVREUX		Matière	Référence
Date : 2-03-83		Designation	
		Centrale E5A0 P1	
		Schema	
I	Date	Objet	

ANNEXE 2

LES CAPTEURS OPTOELECTRONIQUES

2.1. Caractéristiques techniques

Le capteur chrono possède 1 diode émettrice, et 1 phototransistor récepteur.

Le capteur chronociné possède 2 diodes émettrices, et 2 phototransistors. L'électronique est située dans le capteur.

L'alimentation électrique : 5 V, 100 mA, est faite par la centrale, fils 1 et 2 de la prise DIN.

Dimensions : 110 x 65 x 20 mm

Masse : 0,140 kg avec le câble.

2.2. Détermination des temps et des vitesses

L'origine des temps (départ du chronométrage) s'effectue à partir :

- soit de la coupure du faisceau du capteur chrono, branché en "0" sur la centrale ESAO.P1.
- soit en appuyant sur la touche MANIP.SUIVANTE après que l'écran indique "PrEt".

Chaque capteur enregistre les instants t_1 et t_2 de passage devant les deux faisceaux séparés de 1 cm. La centrale restitue l'instant

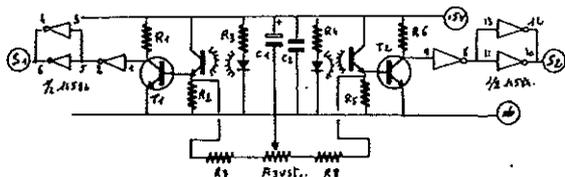


Schéma du circuit d'un capteur chronociné

$R_1 = 3,3 \text{ k}$
 $R_2 = 33 \text{ k}$
 $R_3 = 100$
 $R_4 = 110$
 $R_5 = 33 \text{ k}$
 $R_6 = 3,3 \text{ k}$

$R_7 = 1 \text{ k}$
 $R_8 = 1 \text{ k}$
 $C_1 = 4,7 \mu\text{F}$
 $C_2 = 100 \text{ nF}$
 $T_1 = \text{BC 237}$
 $T_2 = \text{BC 237}$

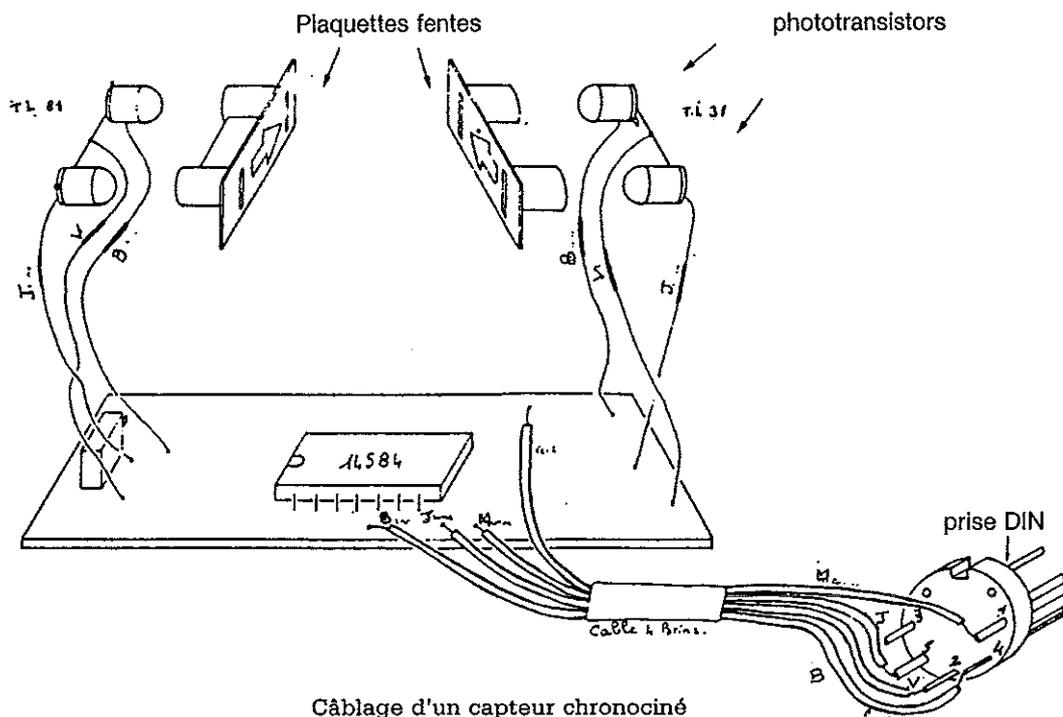
$$t_1 = \frac{t_1 + t_2}{2} \quad \text{en seconde}$$

et la vitesse

$$v_1 = \frac{0,01}{t_2 - t_1} \quad \text{en m / s}$$

considérés comme l'instant du passage au milieu des deux faisceaux et la vitesse instantanée à cet instant.

Si dans un mouvement rectiligne uniforme cette façon d'opérer se justifie facilement, dans quelles limites est-elle encore valable pour d'autres mouvements ?



Câblage d'un capteur chronociné

Prenons le cas d'un mouvement rectiligne uniformément accéléré.

Propriétés : Dans un mouvement rectiligne uniformément accéléré, la vitesse moyenne entre deux instants t_1 et t_2 est égale :

a) à la moyenne arithmétique des vitesses instantanées à ces instants

b) à la vitesse instantanée à l'instant

$$t_1 = \frac{t_1 + t_2}{2}$$

Appliquons cette propriété b) au cas de la chute libre (le plus accéléré des mouvements que nous aurons à étudier). Supposant un départ sans vitesse initiale, les équations sont :

$$\begin{aligned} g &= 980 \\ v &= 980 t \\ x &= 490 t^2 \\ v^2 &= 1960 x \end{aligned}$$

(unités : le cm et la seconde)

Distances x	Temps calculés par $t = \sqrt{\frac{x}{490}}$	Temps affichés par $t = \frac{t_1 + t_2}{2}$	v calculées au milieu des 2 faisceaux par $\sqrt{1960x}$ ou $980t$	v calculées à l'instant $\frac{t_1 + t_2}{2}$ par $\sqrt{1960x}$ ou $980t$	v affichées par $\frac{1}{t_2 - t_1}$
10,0 09,5 10,5	0,142857 0,139240 0,146385	0,142813	140,000	139,956	139,958
40,0 39,5 40,5	0,285714 0,283923 0,287494	0,285709	280,000	279,995	280,037

On constate qu'en arrondissant, par excès ou par défaut, selon la valeur du 4^{ème} chiffre, on a :
 temps calculé = temps affiché = 0,143 ou 0,286 s
 vitesse calculée = vitesse affichée = 140 ou 280 cm / s

D - MANIPULATIONS

I MISE EN PLACE DES MANIPULATIONS

1.1. Le matériel nécessaire

Afin de gagner du temps, il est préférable d'organiser les différents éléments à connecter.

- Appareil didactique
- Capteurs
- Centrale ESAO.P1 et un module
- Eventuellement, une imprimante, un micro-ordinateur.

1.2. Les appareils didactiques

Définissez la manipulation à réaliser. Choisissez le matériel didactique et procédez aux réglages : chute libre parfaitement verticale, banc à coussin d'air horizontal, etc...

L'objet mobile coupant les faisceaux des capteurs optoélectroniques, sera selon les expériences : une bille, un index opaque monté sur un chariot, sur un pendule, etc... Des index sont fournis avec l'ensemble chaîne chronociné. Montez les en fonction de votre matériel, à l'aide d'adhésif, de pâte à modeler, etc...

Note importante :

Les capteurs optoélectroniques, et la centrale ESAO.P1 à microprocesseur sont très précis, et détectent les légers défauts des appareils didactiques. On prendra donc des précautions dans la préparation et les réglages de ces appareils.

Exemple : Manque de linéarité d'un banc à coussin d'air, légère accélération et décélération entre 2 trous d'éjection de l'air, mauvais contact au départ d'une chute de bille, etc...

1.3. Les Capteurs

1.3.1. Les capteurs optoélectroniques

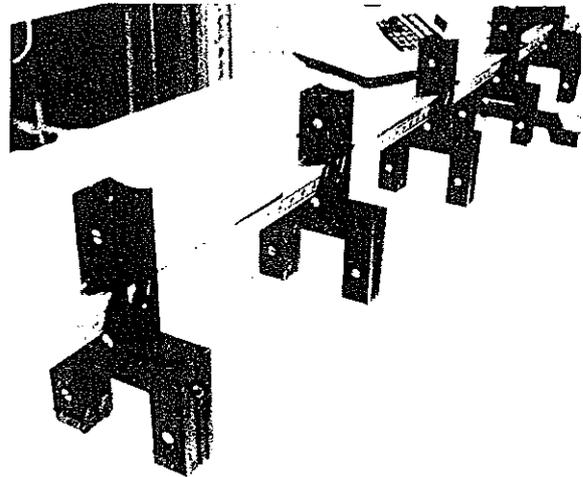
En fonction des manipulations à réaliser, vous pouvez utiliser 1, 2, 3 ou 4 capteurs chronocinés + 1 capteur départ du chronométrage (capteur chrono pour le capteur optoélectronique, capteur "ouverture d'un circuit" pour le capteur électromécanique - cas de la chute libre par exemple).

Différents cas de montage se présentent :

a) Chaîne chronociné en position horizontale, ou inclinée :

- Montez les capteurs sur la règle graduée, dans l'ordre Co, C₁, C₂... Pour cela, tirez sur les ergots en prenant appui, à l'aide du pouce, sur la partie incurvée, et faites coulisser. Mettez les tous dans le même sens (repérage du sens positif par une flèche moulée sur la plaquette-fentes, située entre les fourches).

- Vissez les 2 tiges sur les 2 noix trapézoïdales à placer aux 2 extrémités de la règle graduée.
- A l'aide de pieds d'optique (par exemple), et de noix de serrage universelles, positionnez cet ensemble parallèlement à la trajectoire du mobile à étudier.
- Placez le capteur chrono du côté départ du mobile.



Capteurs montés sur la règle graduée

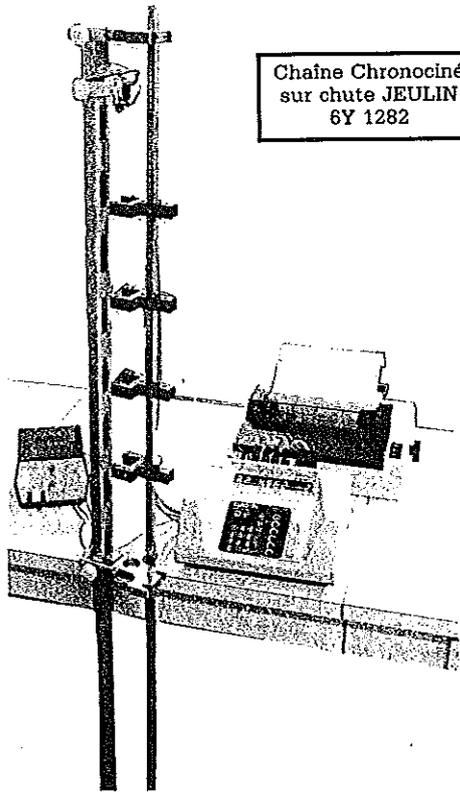
b) Chaîne chronociné en position verticale (chute libre) :

- Vous possédez un des trois modèles de chute libre distribués par l'Education Nationale depuis plus de 10 ans, (AOIP ME 05 A1 et A2, EUROSAP ME 05 A, JEULIN 6Y 1282).

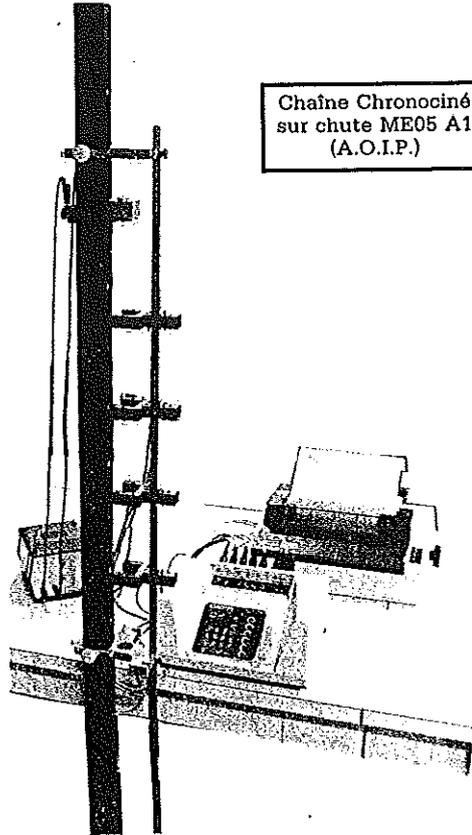
Positionnez sur la colonne les deux adaptateurs. Serrez simultanément les deux vis nylon.

Montez dans les emplacements prévus (voir figure p.13) la règle sur laquelle on a préalablement monté les capteurs.

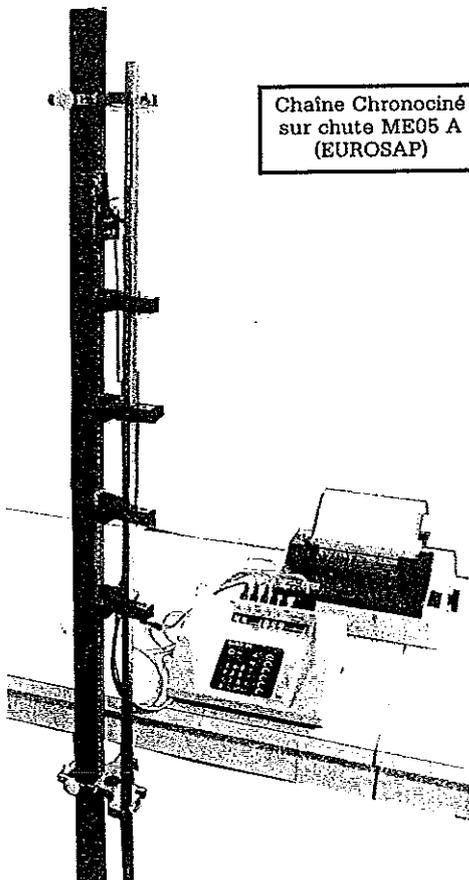
- Pour tout autre modèle de chute libre (ou pour tout autre montage) vous fixerez la règle contenant les capteurs sur une tige avec un socle lourd. Positionnez toujours bien la chaîne (précision, stabilité) afin d'obtenir des résultats corrects.



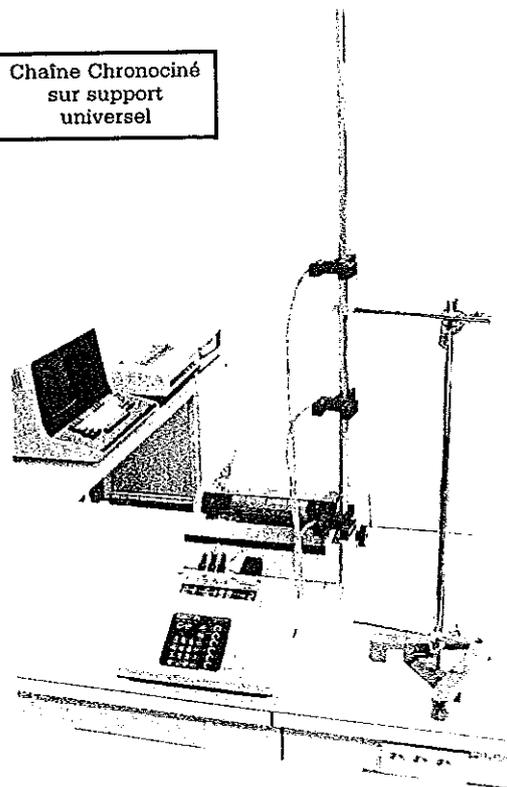
Chaîne Chronométré
sur chute JEULIN
6Y 1282



Chaîne Chronométré
sur chute ME05 A1
(A.O.I.P.)



Chaîne Chronométré
sur chute ME05 A
(EUROSAP)

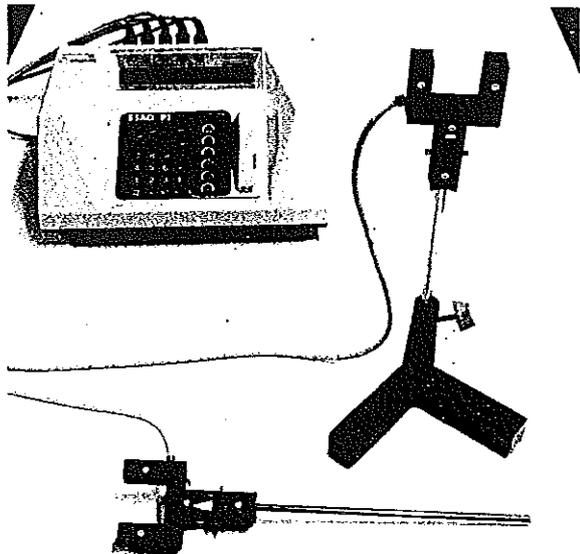


Chaîne Chronométré
sur support
universel

c) Capteurs montés sur supports libres :

Dans certaines expériences, vous serez amené à positionner les capteurs de façon non alignée, notamment avec les mouvements en rotation pour l'étude des périodes d'oscillations, et de vitesses tangentielles :

- Pendule pesant
- Pendule de torsion
- Mouvement en rotation.



Capteur sur tige ou pied d'optique

Dans ces exemples, vous repérerez avec précision la distance de l'index coupant les faisceaux à l'axe de rotation, et vous placerez les capteurs perpendiculairement au déplacement des index (fixés sur le bras oscillant) coupant les faisceaux.

d) Branchement des capteurs optoélectroniques à la centrale ESAO.P1.

- Branchez le capteur chrono C_0 à l'entrée "0". Ce capteur déclenchera le chronométrage.

Si vous voulez que le déclenchement se fasse au moment du départ du mobile, (vitesse initiale nulle), mettez la fente de ce capteur le plus près possible de l'index du mobile.

Un voyant rouge sur le côté du capteur, s'allume si le faisceau est coupé. Placez donc le capteur juste à l'extinction de ce voyant.

- Branchez les capteurs chronocinés C_1 et C_2 , et éventuellement C_3 et C_4 aux emplacements 1, 2, 3 et 4.

1.3.2. Le capteur électromécanique

Dans certaines expériences (chute libre par exemple), ce type de capteur sera utilisé à la place du capteur chrono pour le déclenchement du chronométrage.

Raccordez le circuit (fermé par la bille dans le cas de la chute libre) à l'entrée "0" sur la centrale ESAO.P1, à l'aide de l'adaptateur DIN / fiches bananes livré avec la chaîne chronocinée.

1.3.3. Le capteur CRAB ou le banc CRAB

Raccordez l'appareil CRAB (réf. 232.004) ou l'appareil banc CRAB (réf. 232.007) à l'entrée "0" de la centrale ESAO.P1.

Enfichez le module P19. Programmez la centrale. Le système ESAO est prêt à enregistrer le nombre d'impulsions délivrées par le compteur Geiger Muller du CRAB, à effectuer les calculs, à les restituer. Reportez-vous à la notice livrée avec le module P.19 (gratuite sur simple demande)

1.4. Les Modules

Choisissez le module adapté à la manipulation. L'interrupteur de la centrale étant sur arrêt, enfichez le module dans le connecteur à droite du clavier. Mettez sous tension et suivez les indications de la notice fournie avec le module (p.11 - p.13 - p.19).

1.5. La Centrale ESAO.P1

- Sortez la prise située sous le boîtier, tirez sur le cordon. Branchez au réseau 220 Volts.

- Mettez l'interrupteur (situé sur le côté inférieur droit du boîtier) sur Marche.

"--ESAO--" s'affiche sur l'écran.

- La manipulation étant réglée, les capteurs connectés, le module enfiché, programmez la centrale. Lorsque l'écran affiche "PrEt" le système ESAO est prêt pour la manipulation.

- Programmation de la centrale avec le module P.10 : reportez-vous à la première mise en service page 6.

- Programmation de la centrale avec un autre module : reportez vous à la notice livrée avec le module.

Remarques :

- En cas de non réponse à une question de la centrale, celle-ci prend en compte la valeur affichée (zéro si aucune valeur n'a encore été introduite)

- Toutes les questions prévues par le module sont posées :

Ex. : centrale + Module P 11 + 2 capteurs chronocinés C₁ et C₂.

Il faut indiquer les longueurs L₁ et L₂, distances de C₁ et C₂ à une origine commune. Les questions L₃ et L₄ sont aussi posées même si C₃ et C₄ n'existent pas. Ne répondez pas et continuez en appuyant sur MANIP. SUIVANTE jusqu'à l'affichage de "PrEt".

- Si vous avez frappé un chiffre par erreur, introduisez des zéro, puis reappelez la valeur correcte.

1.6. Les périphériques

1.6.1. Les Imprimantes

Imprimante avec liaison V.24 :

Reportez-vous aux caractéristiques techniques de la centrale ESAO.P1 pour régler le format du mot, la vitesse de transmission, et le brochage des prises.

Le cordon adaptable V.24 réf. 353.031 a été réalisé pour satisfaire le raccordement de la plupart des imprimantes à la norme V.24 (ou liaison série RS 232 C).

1.6.2. Le micro-ordinateur

a) Micro-ordinateur avec sortie V.24 et la centrale équipée de son module programmé P1.micro réf. 353.030.

- Réalisez les programmes en fonction des indications portées sur la notice livrée avec le module P1.micro.

- Lisez la notice de mise en œuvre du micro-ordinateur. Reportez-vous aux caractéristiques techniques et réglez le format du mot, la vitesse de transmission et le brochage des prises.

Vérifiez le branchement des broches 2 et 3 de la prise V.24 du micro-ordinateur. Utilisez un cordon parallèle, ou croisé selon le branchement. Le cordon adaptable V.24 réf. 351.031 est parallèle, ou croisé selon la position des commutateurs sur la prise.

- Enfichez le module programmé P1.micro réf. 353.030 sur la centrale.

La manipulation sera alors commandée par le micro-ordinateur et ses programmes, par l'intermédiaire d'une interface : la centrale ESAO.P1 et le module P1.micro.

b) Micro-ordinateur avec sortie V.24 et le module programmé P.10, P.11, P.13, etc...

- Connectez la centrale et le micro-ordinateur comme ci-dessus. Les résultats fournis par la centrale sont ceux affichables sur son écran.

Pour les transférer sur le micro-ordinateur, procédez comme pour le transfert sur une imprimante (voir touche IMPRIM). Reportez-vous à votre notice du micro-ordinateur pour le brancher en terminal d'affichage.

2. REPONSES A VOS QUESTIONS

OBSERVATIONS	CAUSES POSSIBLES	REMEDES
1 ou plusieurs afficheurs clignent.	La centrale vous pose une question.	Introduisez la donnée (n° capteur arrêt, longueur, masse...).
Affichage "Err."	Grandeur de la donnée introduite hors des limites du système ESAO.	Réintroduisez la donnée correcte. (Si l'on appuie sur MANIP-SUIVANTE, la donnée sera zéro).
Erreur en cours d'introduction d'une donnée.		Il faut effacer cette donnée : - Introduisez les zéros jusqu'à affichage 0000 sur l'écran, puis la donnée correcte. - Si on en est aux chiffres des puissances, introduisez 99 : ce chiffre sort des limites autorisées et l'écran affiche "Err.". Réintroduire alors la donnée correcte.
Des points lumineux apparaissent ou disparaissent sur l'écran.	A chaque faisceau de capteur correspond un point lumineux sur l'écran de la centrale. Celui-ci change d'état chaque fois qu'il est coupé.	Fonctionnement normal. Ces points permettent de vérifier que chaque faisceau des capteurs a bien été franchi.
Pas d'obtention de résultats : le comptage continue.	Le capteur choisi pour l'arrêt n'a pas été franchi, ou aucun capteur n'a été choisi pour effectuer l'arrêt automatique.	Appuyez sur la touche ARRET.
Affichage "ESAO" lorsqu'on demande les résultats.	Aucun résultat n'a été enregistré dans la centrale.	- Vérifiez les branchements - Recommencez la manipulation.
Seules les données paraissent sur l'imprimante (pas de résultat).	- Vous avez appuyé sur IMPRIM (2 fois) sans demander de résultats - Pas de résultats enregistrés.	- Recommencez en demandant les résultats à imprimer - Recommencez la manipulation.
Calcul effectué par la centrale différent de celui effectué à partir de résultats affichés.	La centrale effectue ses calculs avec 7 chiffres significatifs tandis que les résultats affichés sur l'écran sont arrondis avec 3 ou 4 chiffres significatifs.	Les résultats calculés par la centrale sont plus précis que ceux calculés à partir des résultats affichés.
Le résultat est erroné, à un multiple ou sous-multiple de 10.	- l'affichage est en virgule-flottante avec 10 ⁿ - erreur de donnée.	- Tenez compte de l'exposant n, à lire sur les 2 afficheurs de droite - Vérifiez et corrigez la valeur de la donnée.

OBSERVATIONS	CAUSES POSSIBLES	REMEDES
Pas de résultat au capteur chronociné choisi pour l'arrêt automatique.	- Celui-ci est branché à l'envers. Le mobile franchit le 2 ^{ème} faisceau en arrêtant le comptage des temps, avant d'avoir coupé le 1 ^{er} .	Remettez le capteur dans le bon sens.
Après une manipulation la centrale refuse de prendre en compte d'autres informations (et la manipulation s'est arrêtée d'elle-même).	Saturation de la mémoire : le nombre de mesures mémorisables est de 99 et l'on a atteint ce chiffre. Exemple : 2 capteurs chronocinés sur un pendule de période 1 / 2 s : la centrale est saturée au bout de 12 secondes.	Relevez les mesures intéressantes et faites une remise à zéro pour vider les mémoires.
Afficheurs éteints.	- Vous avez appuyé sur IMPRIM (ou sur une touche commandant l'impression d'un graphe) et il n'y a pas de connexion vers l'imprimante ou celle-ci n'est pas prête à recevoir une information. - Voir aussi cas ci-dessous.	- Appuyez sur ARRET - Effectuez ou vérifiez la connexion vers l'imprimante (ou le micro-ordinateur). - Vérifiez que l'imprimante est sous tension et sélectionnée (en communication avec la centrale).
Affichage sans signification, refus de fonctionnement normal.	- Microcoupure dans le réseau. - Mauvais contact au fusible primaire. - Court-circuit momentané dans les fils d'alimentation des capteurs. - Parasite important dû à un appareil inductif, branché sur la même ligne.	- Vérifiez le fusible. - Si le non-fonctionnement persiste, débranchez les capteurs pour déterminer celui qui est défectueux. - Vérifiez la mise à la terre de cet appareil. - Branchez la centrale sur une autre ligne. Dans tous les cas, faites une REMISE A ZERO.
Pas d'affichage à la mise sous tension.	- Pas de tension au réseau - Fusible primaire coupé - Pas de module enfiché (ou mal enfiché). - Module enfiché après la mise sous tension - Un objet étranger a été introduit dans le connecteur pour module - Court-circuit des fils d'alimentation des capteurs.	- Vérifiez la prise réseau - Vérifiez le fusible - Eteignez la centrale, et mettez le module - Faites une REMISE A ZERO. Mettez toujours le module avant la mise sous tension de la centrale - Eteignez la centrale, et vérifiez - Laissez toujours un module sur la centrale - Eteignez la centrale, débranchez les capteurs, remettez sous tension. Recherchez le capteur défectueux.

3. LEXIQUE

- ESAO® :** Expérimentation Scientifique Assistée par Ordinateur (nom et modèle déposés).
- CENTRALE ESAO.P1 :** Appareil à microprocesseur centralisant et mémorisant les informations en provenance de capteurs fournissant des signaux logiques.
La centrale traite ensuite ces informations, et les restitue sur son écran, ou sur périphérique.
- ECRAN :** Organe d'affichage des résultats d'expérience, sur la centrale ESAO.P1. Il est constitué de 8 afficheurs.
- RESULTAT :** Valeur numérique affichée sur l'écran de la centrale, à la demande. Exemples : temps(s), vitesse(m / s).
- DONNEE :** Valeur numérique introduite dans la centrale ESAO.P1. Exemples : n° capteur arrêté, valeur d'une masse (kg)...
- PERIPHERIQUE :** Accessoire (imprimante ou micro-ordinateur) pouvant être connecté à la centrale ESAO.P1, sur la sortie V.24
- CONNEXION V.24 :** Connexion normalisée, en mode série uni ou bidirectionnel, permettant de connecter la centrale ESAO.P1 à un périphérique réglé à cette norme. Ce type de connexion est aussi appelé RS.232 C.
- CAPTEUR CHRONO :** Capteur optoélectronique, à 1 faisceau infra-rouge. Ce capteur se connecte à l'entrée "0" de la centrale ESAO.P1. La coupure du faisceau infra-rouge déclenche le chronométrage de la centrale ESAO.P1.
- CAPTEUR CHRONOCINE :** Capteur optoélectronique, à 2 faisceaux infra-rouge, espacés de 1 cm. Ce capteur se connecte aux entrées "1", "2", "3" ou "4" de la centrale ESAO.P1. La coupure des 2 faisceaux infra-rouge fournit :
- le temps de passage moyen au capteur
 - la vitesse moyenne de passage au capteur
- CHAINE CHRONOCINE :** Ensemble d'accessoires constitué par :
- 1 capteur chrono
 - 2 capteurs chronocinés
 - 1 règle graduée de guidage des capteurs
 - 1 lot d'accessoires d'adaptation des capteurs aux appareils didactiques de laboratoire.
- MODULE :** Accessoire contenant des mémoires programmées. Enfiché sur la centrale ESAO.P1, il gère les fonctions du système ESAO.
- MANIPULATION :** Ensemble des opérations aboutissant à une série de résultats (une chute de bille par exemple).
- EXPERIENCE :** Ensemble des opérations aboutissant à plusieurs séries de résultats. Une expérience correspond en général à plusieurs manipulations.
- PROGRAMMATION :** Utilisation du clavier de la centrale ESAO.P1 pour mettre en service (introduction des données) ou pour obtenir des résultats (sur l'écran de la centrale, ou sur périphérique).

TRANSLATION

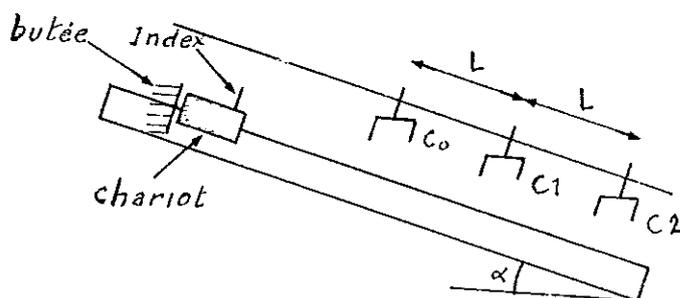
Mouvement rectiligne

Vitesse instantanée Limite de la vitesse moyenne

FICHE
01

MATERIEL

- Banc à coussin d'air : un chariot avec index pour couper les faisceaux des capteurs.
- 1 chaîne chronociné (règle graduée, 1 capteur chrono C_0 , 2 capteurs chronocinés C_1 et C_2).
- 2 pieds d'optique avec tige et noix de serrage pour monter la chaîne chronocinée.
- 1 centrale ESAO P1 avec le module P.10.



MISE EN SERVICE

- Montez les capteurs sur la règle graduée, dans l'ordre C_0 (capteur chrono 1 faisceau), C_1 , C_2 (capteurs chronocinés à 2 faisceaux).
- Fixez aux extrémités de la règle, les deux noix trapèzes avec tige. Montez la chaîne sur les pieds d'optique (se reporter au chapitre montage de la chaîne chronociné en position horizontale ou inclinée).
- Inclinez le banc d'environ 6° (dénivellation de 10 cm sur un mètre).
- Placez la chaîne chronociné parallèlement au banc, de façon à ce que l'index, monté sur le chariot, coupe les faisceaux des capteurs. Repérez la position des capteurs avec $L = 40$ cm par exemple.
- Connectez les capteurs à la centrale en "0", "1", et "2". Placez les câbles afin qu'ils ne gênent pas pendant la manipulation.
- Enfichez le module P.10 sur la centrale. Mettez sous tension.
- Programmez la centrale (l'écran indiquant "-- ESAO --").
 - appuyez sur MANIP SUIVANTE
 - introduisez le n° 2 (capteur arrêt = C_2).
 - appuyez sur MANIP. SUIVANTE. La centrale affiche "PrEt".

MANIPULATIONS

Le but est de montrer que la vitesse instantanée est la limite de la vitesse moyenne, lorsque l'intervalle de temps tend vers zéro.

Afin de comparer les résultats sur plusieurs manipulations, les expériences seront réalisées dans des conditions identiques.

- Pente fixe.
- Point de départ du chariot, fixé en bout de banc par exemple. Le retenir avec un crayon, sans appuyer. Lacher brusquement en déplaçant le crayon dans le sens du déplacement du chariot.
- Capteur C_1 fixe. Il enregistre ainsi une vitesse pratiquement identique à chaque lâcher de chariot. C_0 et C_2 seront rapprochés progressivement.

Réalisez 2 ou 3 essais pour chaque position de C_0 et C_2 .

EXPLOITATION

L	40	20	10
t_2	0,7911	0,3775	0,1868
$V_m = \frac{2L}{t_2}$ (calculée)	1,0112	1,0596	1,0707
V en C_1 (lue)	1,083	1,083	1,083
$\frac{ V_{C_1} - V_m }{V_{C_1}}$	6,5 %	2,8 %	1,1 %

$V_m = 2L/(t_2 - t_0) = 2L/t_2$ car $t_0 = 0$ (le départ du chronométrage est commandé par le capteur C_0).

Conclusion : La vitesse moyenne, calculée entre C_0 et C_2 se rapproche de la valeur donnée par le capteur chronociné C_1 , qui donne la vitesse quasi-instantanée (vitesse moyenne calculée sur 1 cm). Lorsque la longueur L diminue, la vitesse moyenne tend vers une limite qui est la vitesse instantanée en C_1 .

Remarque : Vous obtenez par ces calculs le module de la vitesse. Les capteurs chronocinés étant orientés (voir la flèche à l'intérieur des fourches de ces capteurs) ceux-ci donnent une valeur algébrique de la vitesse.

MANIPULATION DU MEME TYPE

• Mouvement rectiligne uniforme

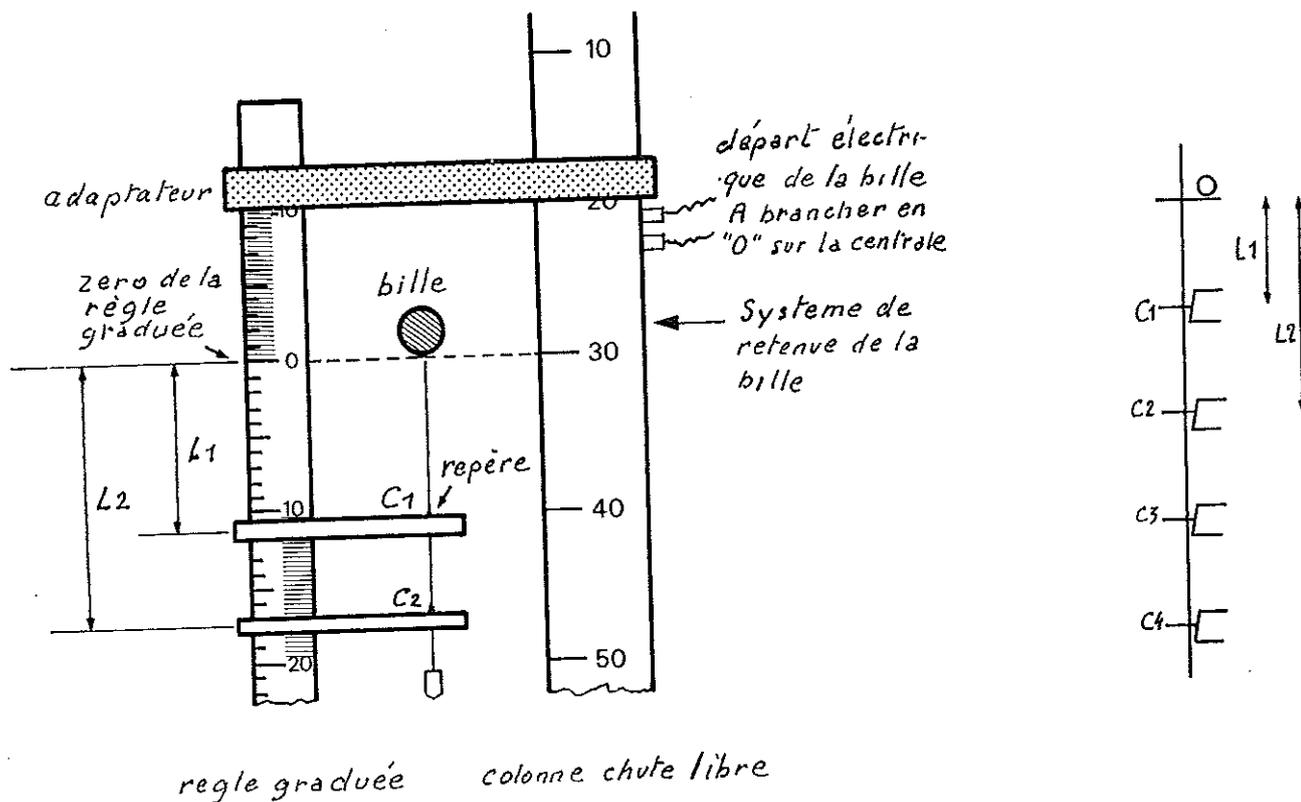
- Sur le banc horizontal, on constate que la vitesse "quasi-instantanée" d'un mobile lancé, que l'on vient de définir, est constante.

Cette constatation met sur la voie du principe de l'inertie.

MATERIEL

- Colonne de chute libre (JEULIN ou AOIP ou EUROSAP ME 51).
- Chaîne chronociné.
- Centrale ESAO.P1.
- Module P.11
- Matériel complémentaire : 2 capteurs chronocinés supplémentaires
Imprimante série V 24.
Cordon adaptable V 24.

MISE EN SERVICE



a) Montage :

- Positionnez le système de retenue de la bille (électroaimant, déclencheur) sur la colonne de la chute libre.
- Placez un adaptateur (livré avec la chaîne chronociné) sur la colonne à 10 cm au dessus de la bille.
- Placez le 2^{ème} adaptateur sur la colonne à environ 1,30 m du premier.
- Glissez les capteurs chronocinés sur la règle graduée, puis fixez-la sur les adaptateurs (le capteur chrono ne sera pas utilisé dans cette expérience).

- Branchez les capteurs sur la centrale (dans l'ordre). Utilisez l'adaptateur DIN/fiches bananes pour connecter le départ électromécanique de la bille à l'entrée "O" sur la centrale.

b. Réglages

- Alignez le zéro de la règle graduée avec le zéro de la bille (à l'aide d'une équerre par exemple) (indiqué "30" sur le dessin du montage).
- Avec un fil à plomb, alignez les repères moulés sur les capteurs, verticalement, de façon à ce que la bille passe au milieu des faisceaux des capteurs (réglez en x et en y).

c. Mise en fonction

- Enfichez le module P.11 sur la centrale. Mettez sous tension.
- Repérez la position des capteurs : L_1 , L_2 etc...
- Placez la bille en position départ.
- Programmez la centrale selon le processus décrit sur la notice livrée avec le module. Si vous n'êtes pas relié à une imprimante, il est inutile d'introduire les longueurs L_i . Après avoir indiqué le n° du capteur arrêt, appuyez sur MANIP. SUIVANTE jusqu'à l'apparition de "PrEt" sur l'écran de la centrale.

MANIPULATIONS

- Libérez la bille (coupure de l'électroaimant : chute Jéulin ou AOIP, déclencheur mécanique : chute EUROSAP).
- Affichez les résultats obtenus sur g (touche v/t) qui doivent être voisins de 9,80 [à 1 % près : $9,7 < g < 9,9$].

Notes concernant le système ESAO avec la chute libre.

Note 1 La centrale mesure les temps à la microseconde.

Elle calcule ensuite le rapport v/t qui donne g à condition que $v=0$ à $t=0$.

Les incertitudes sur g proviennent :

- des capteurs, du calcul, de l'horloge : erreur inférieure à 1 %
- du top départ donné par la bille assurant le circuit lorsqu'elle est libérée. Cette erreur peut être très importante. Elle est due à une oxydation et/ou un défaut de propreté des lames contacts et de la bille. Avant chaque série de manipulation, nettoyez les contacts et la bille.
- de la retenue de la bille, due à l'effet de rémanence de l'électroaimant.
- de l'impulsion donnée à la bille par la lame contact attirée par l'électroaimant en position d'attente, et qui se détend à la coupure de l'alimentation.

Note 2 Il faut placer la bille avant le dernier pas de la programmation de chaque manipulation. Vous risquez en effet de déclencher le chronométrage (faites l'essai) lorsque vous placez cette bille après que l'écran de la centrale ait affiché "PrEt".

- Lorsque la manipulation est bien réglée ($g = 9,8$ à 1 %) effectuez 2 ou 3 chutes de bille avant de modifier la position des capteurs.

Pour obtenir des points sur 1 mètre de chute, prenez par exemple :

$L = 0,1 ; 0,3 ; 0,5 ; 0,7$ puis $0,2 ; 0,4 ; 0,6 ; 0,8$.

- La valeur de g est également calculée par dv/dt (en réalité $\Delta v/\Delta t$) terme calculé à partir de 2 capteurs chronométrés consécutifs. Cette valeur est valable quelle que soit la qualité du top départ, mais les résultats seront plus dispersés (cette dispersion atteint 5 %).
Cela s'explique puisque le mouvement étant accéléré, et les capteurs équidistants, les différences de temps et de vitesses sont de plus en plus petites. Et, l'on sait que les incertitudes relatives dans les soustractions, augmentent quand les deux termes de la soustraction se rapprochent.

EXPLOITATION

- Vous obtiendrez dans le tableau ci-après (reproduit à partir de la centrale connectée à une imprimante) les résultats avec 4 capteurs chronométrés - donc 4 points de mesure par manipulation. Chaque manipulation a été répétée 3 fois. Moyenne obtenue pour g : 9,78.
- Le module P.11 vous fournit directement les valeurs v/t ; dv/dt ; et t^2 (le module P.10 n'aurait fourni que le temps et la vitesse).
- Ce module permet aussi de transcrire sur une imprimante (80 caractères par ligne) les points pour le tracé des graphes: $L = f(t)$; $L = f(t^2)$ et $v = f(t)$. Il suffit d'appuyer sur la touche correspondante (une fois que l'imprimante est connectée correctement) sur la centrale ÉSAO.P1 pour obtenir ces tracés.

Remarques concernant le tracé des graphes

Les résultats reportés sur l'imprimante sont arrondis, ce qui accentue les écarts sur les graphes.

Exemple 1 : $L = f(t^2)$.

- Les deux points A et B sont décalés par rapport à la droite joignant les autres points. Une partie de ce décalage provient des arrondis :

$$A \quad \begin{cases} L = 0,7 \\ t^2 = 0,1426 \text{ arrondi à } 0,145 \end{cases}$$

$$B \quad \begin{cases} L = 0,8 \\ t^2 = 0,1632 \text{ arrondi à } 0,165 \end{cases}$$

- Les résultats sur 3 mesures sont confondus

$$t^2 = \begin{cases} 0,02023 \\ 0,02021 \text{ arrondi à } 0,020 \\ 0,02018 \end{cases}$$

$$t^2 = \begin{cases} 0,06109 \\ 0,06105 \text{ arrondi à } 0,061 \\ 0,06099 \end{cases}$$

Exemple 2 : $v = f(t)$.

- Le résultat sur des mesures dans des conditions expérimentales identiques, peut aboutir à deux points différents sur le graphe (lignes 14, 22 et 18 sur le tableau des résultats) :

$$C \quad \begin{cases} v = 2,786 \text{ arrondi à } 2,8 \\ t = 0,2854 \text{ arrondi à } 0,29 \end{cases}$$

$$C \quad \begin{cases} v = 2,784 \text{ arrondi à } 2,8 \\ t = 0,2853 \text{ arrondi à } 0,29 \end{cases}$$

$$D \quad \begin{cases} v = 2,787 \text{ arrondi à } 2,8 \\ t = 0,2848 \text{ arrondi à } 0,28 \end{cases}$$

MANIPULATIONS DU MEME TYPE

- Chute libre avec vitesse initiale

- Déclenchement du chronométrage avec le capteur chrono placé à une distance L_0 de la bille (t_0 différent de 0).

- Déclenchement manuel du chronométrage avec la touche MANIP. SUIVANTE, lorsque l'écran affiche "PrEt" (appuyez avant de lâcher la bille).

Dans ces cas v/t ne passe pas par l'origine. Vous trouvez g avec la pente de la droite $v = f(t)$, ainsi que v_0 .

Remarque La touche v/t n'est pas utilisable ici, car sans signification, par contre dv/dt est utilisable.

Comparez les valeurs de g déterminées par le graphique, et celles données par la touche dv/dt .

- Banc incliné, avec ou sans vitesse initiale (voir fiche 03)

- En mouvement uniformément accéléré.

- En mouvement uniformément retardé.

- Accéléromètre

Même type d'étude qu'avec la chute libre.

Vérifiez la formule $a = \frac{m}{M+m} g$

Toutes ces manipulations sont réalisables soit avec le module P.10 (données v et t) soit avec le module P.11 qui fournit des données supplémentaires, ainsi que la possibilité du tracé de graphes sur imprimante.

NOM : JCS

LE 16/05/84

EXPERIENCE : CHUTE LIBRE (02)

à partir de la manip. 1

- L1 = 1.000 -01
- L2 = 3.000 -01
- L3 = 5.000 -01
- L4 = 7.000 -01

à partir de la manip. 4

- L1 = 2.000 -01
- L2 = 4.000 -01
- L3 = 6.000 -01
- L4 = 8.000 -01

	MAN.CAPT	TEMPS (s)	VIT. (m/s)	v/t (m/s ²)	t ²
01	1 1	1.422 -01	1.393 00	9.795 00	2.023 -02
02	1 2	2.471 -01	2.415 00	9.772 00	6.109 -02
03	1 3	3.192 -01	3.115 00	9.760 00	1.019 -01
04	1 4	3.777 -01	3.708 00	9.817 00	1.427 -01
05	2 1	1.422 -01	1.392 00	9.795 00	2.021 -02
06	2 2	2.471 -01	2.415 00	9.773 00	6.105 -02
07	2 3	3.191 -01	3.114 00	9.759 00	1.019 -01
08	2 4	3.777 -01	3.707 00	9.815 00	1.427 -01
09	3 1	1.420 -01	1.391 00	9.795 00	2.018 -02
10	3 2	2.470 -01	2.413 00	9.772 00	6.099 -02
11	3 3	3.190 -01	3.117 00	9.772 00	1.018 -01
12	3 4	3.775 -01	3.708 00	9.822 00	1.426 -01

13	4 1	2.017 -01	1.972 00	9.775 00	4.070 -02
14	4 2	2.854 -01	2.786 00	9.762 00	8.145 -02
15	4 3	3.499 -01	3.411 00	9.749 00	1.225 -01
16	4 4	4.040 -01	3.960 00	9.803 00	1.633 -01
17	5 1	2.012 -01	1.973 00	9.806 00	4.047 -02
18	5 2	2.848 -01	2.787 00	9.784 00	8.113 -02
19	5 3	3.493 -01	3.413 00	9.772 00	1.221 -01
20	5 4	4.034 -01	3.970 00	9.840 00	1.628 -01
21	6 1	2.016 -01	1.973 00	9.787 00	4.065 -02
22	6 2	2.853 -01	2.784 00	9.761 00	8.138 -02
23	6 3	3.497 -01	3.414 00	9.763 00	1.224 -01
24	6 4	4.039 -01	3.967 00	9.821 00	1.632 -01

NOM : JCS.....

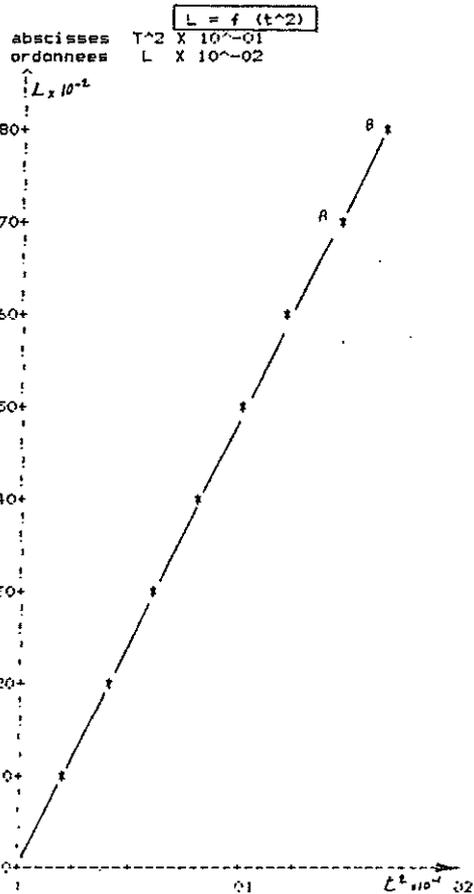
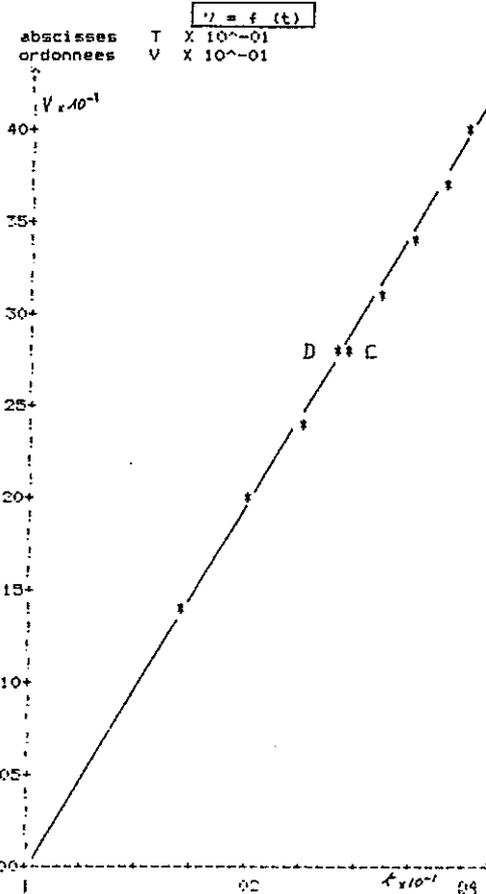
LE 16/05/84

EXPERIENCE : CHUTE LIBRE... (02)

NOM : JCS.....

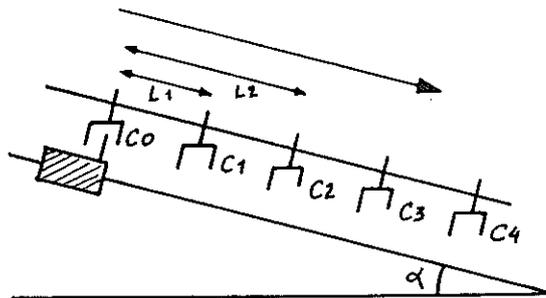
LE 16/05/84

EXPERIENCE : CHUTE LIBRE... (02)



MATERIEL

- Banc à coussin d'air (ou plan incliné, ou accéléromètre). Chariot avec un index.
- Chaîne chronociné
- Centrale ESAO.P1
- Module P.11
- Matériel complémentaire :
 - 2 capteurs chronocinés supplémentaires
 - Imprimante série V 24.
 - Cordon adaptable V 24.



MISE EN SERVICE

- Effectuez le montage banc + chaîne chronociné (voir fiche 01), avec le banc incliné d'un angle α .
- Mesurez (calculez) avec soin l'angle d'inclinaison et calculez $\sin \alpha$
- Enfichez le module P.11 sur la centrale. Mettez sous tension.
- Programmez la centrale selon le processus décrit sur la notice livrée avec le module, après avoir positionné le mobile au point de départ.

MANIPULATION

- Placez l'index fixé sur le chariot, devant le faisceau du capteur chrono C_0 : La diode située sur le côté de ce capteur s'allume. Remontez très doucement jusqu'à l'extinction de cette diode. Ne bougez plus. Finissez la programmation sur la centrale jusqu'à l'affichage de "PrEt". Pour mener à bien cette opération, il est préférable d'opérer avec 2 manipulateurs, l'un s'occupant du chariot, l'autre de la centrale.
- Lachez le chariot : dès que l'index coupe le faisceau de C_0 , le chronométrage est commencé. La précision du résultat calculé avec $a = v/t$ dépendra de la position départ : v doit être égal à 0 au début de ce chronométrage. Dans le cas contraire utilisez la touche dv/dt .

Note : Avec le module P.10 calculez les termes $a = v/t$ (si la vitesse initiale est nulle),
ou $a = (V_{n+1} - V_n) / (t_{n+1} - t_n)$ dans le cas contraire.

EXPLOITATION

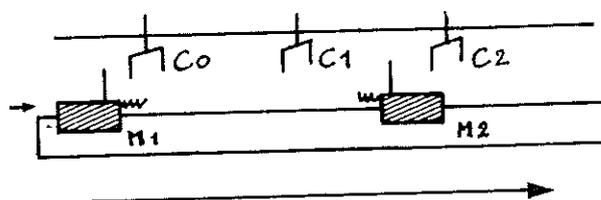
- Vérifiez $a = C^{te}$
- Vérifiez $a = g \cdot \sin \alpha$
- Tracez les graphes $v = f(t)$; $L = f(t^2)$; $v^2 = f(L)$

MANIPULATIONS DU MEME TYPE

- Mouvement rectiligne uniforme accéléré avec vitesse initiale.
- Mouvement rectiligne uniforme retardé, suivi éventuellement d'un mouvement uniforme accéléré.

MATERIEL

- Banc à coussin d'air avec 2 chariots munis de ressorts tampons, et un index.
- Chaîne chronométrée.
- Centrale ESAO.P1 avec son module P.10



MISE EN SERVICE

- Montez les trois capteurs sur la règle graduée, dans l'ordre C_0 , C_1 et C_2 ;
- Fixez les deux noix trapèze avec les tiges aux extrémités de la règle graduée. Montez l'ensemble sur pied d'optique, afin que la règle graduée soit parallèle au banc.
- Règlez l'horizontalité du banc : soufflerie en marche, chariot immobile. Règlez le parallélisme banc/règle graduée en veillant à ce que les index montés sur le chariot coupent les faisceaux des capteurs.
- Enfichez le module P.10. Mettez sous tension.
- Placez un chariot à gauche de C_0 , déclencheur du chronométrage, et l'autre entre C_1 et C_2 , immobile.
- Programmez la centrale (l'écran affiche "--ESAO--") : Appuyez sur MANIP. SUIVANTE 2 fois. L'écran affiche "PrEt".

Note 1 Ne faites pas d'arrêt automatique sur C_2 , car vous risquez de manquer le chariot 1 en retour sur C_1 . Vous ferez donc un arrêt manuel, sur le clavier, en appuyant sur la touche ARRET lorsque les deux chariots auront franchi les capteurs.

Note 2 Pour être très précis, placez les capteurs symétriquement par rapport aux trous d'air du banc.

Note 3 Equilibrez les chariots en plaçant 1 tampon ressort de chaque côté des chariots.

MANIPULATION

- Lancez le chariot 1. Vérifiez les premiers résultats sur v.
- Faites plusieurs essais, à des vitesses différentes, afin de rechercher les conditions expérimentales les plus favorables (la vitesse de lancement la plus favorable dépend du banc à coussin d'air, des tampons élastiques, etc).

EXPLOITATION

M1 = 0,1 kg en mouvement
M2 = 0,2 kg immobile

$$P = M_1 V_1$$

$$P' = M_1 V'_1 + M_2 V'_2$$

N° manip.	N° capteur	Vitesses m/s		P kg m/s	Ecart
1	1	V ₁	0.3570	P = 0.03570	1,1 %
1	2	V ₂	0.2391	P' = 0.03611	
1	1	V' ₁	-0.1171		
2	1	V ₁	0.4436	P = 0.04436	2,0 %
2	2	V ₂	0.2965	P' = 0.04523	
2	1	V' ₁	-0.1407		
3	1	V ₁	0.3230	P = 0.03230	0,1 %
3	2	V ₂	0.2147	P' = 0.03226	
3	1	V' ₁	-0.1068		

La centrale restitue les renseignements dans l'ordre chronologique. On peut reconstituer le phénomène :

- M₁ passe au capteur 1 puis choque M₂.
- M₂ passe au capteur 2.
- M₁ repart en arrière et repasse au capteur 1 (avec v négatif)

MANIPULATIONS DU MEME TYPE

- Cas particulier de 2 masses égales : M₁ = M₂
- Eclatement de 2 mobiles liés par un ressort en compression
 - avec des masses égales
 - avec des masses différentes
- Choc élastique de 2 mobiles en mouvement
- Choc mou avec accrochage de 2 mobiles.

TRANSLATION

Energie

Energie mécanique

Chute libre

FICHE
05

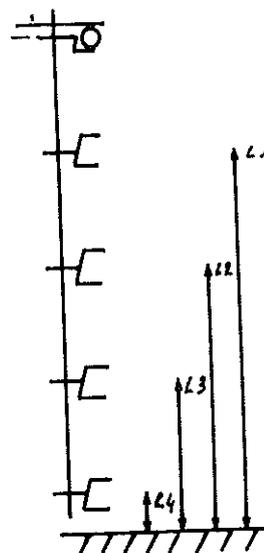
MATERIEL

- Chute libre (JEULIN, AOIP, ou EUROSAP ME 051)
- Chaîne chronociné avec le déclencheur électromécanique
- Centrale ESAO.P1
- Module P.13
- Matériel complémentaire :
 - 2 capteurs chronocinés supplémentaires
 - Imprimante série V 24
 - Cordon adaptable V 24

MISE EN SERVICE

- Réalisez le montage et les réglages décrits à la fiche 02.
- Repérez les positions L_i des capteurs. Il est commode de prendre une origine à la base de la chute. Ceci évite l'introduction de valeurs négatives (voir dessin ci-contre).
- Déterminez la masse M de la bille (en kg)
- Placez la bille en position départ.
- Programmez la centrale selon le processus indiqué sur la notice du module. Données à introduire : n° de capteur arrêt (n° 4 ici), L_1 , L_2 , L_3 , L_4 , M , $\sin\alpha = 1$, $m=0$.

Remarque : afin de n'introduire que des distances positives, on a pris ici l'origine des L_{au} niveau du sol - ou en L_4 . ($L_4 = 0$)



MANIPULATIONS

- Lorsque la centrale affiche "PrEt", lâchez la bille à l'aide du déclencheur de la chute libre.
- Effectuez les vérifications décrites à la fiche 02 afin d'être sûr que la manipulation est correcte ($g = 9,81$ à 1 % près)
- Réalisez 2 séries de 3 manipulations identiques

Note : La touche **DONNEES IDENTIQUES** permet d'effectuer plusieurs manipulations sans avoir à réintroduire toutes les données. Cette touche est très commode lorsque vous refaites plusieurs fois la même manipulation.

EXPLOITATION

- Le plan de référence est quelconque. Dans le tableau de résultats ci-joint, $L_4 = 0$ sert de référence, et $E_p = 0$ à $L_4 = 0$.
 - La centrale restitue les renseignements cinématiques : t , v , v/t , dv/vt ; et les calculs des énergies cinétiques ($1/2 mv^2$), potentielles (mgL avec $g = 9,81$) et mécanique qui est la somme des deux.
- Les résultats imprimés sont : l'accélération qui permet de vérifier rapidement si l'expérience est correcte, et les énergies E_c , E_p et E .
- Vérifiez la constance de la somme $E_p + E_c$; autrement dit, vérifiez que la variation d'Energie cinétique est égale au travail du poids de la bille.
 - Les résultats de la colonne E_c sont en progression arithmétique croissante ; en effet : $v^2 = gh$; or on a choisi des longueurs en progression arithmétique.
 - Les résultats de la colonne E_p sont en progression arithmétique décroissante de même raison.
- Il est donc logique que E soit une Constante.
Vous observez que pour les manipulations réalisées, $E = C^{te}$ à 1,4 % ;

NOM : JCS

LE 04/09/84

EXPERIENCE : CHUTE LIBRE-ENERGIE (05)

à partir de la manip. 1

L1 = 6.000 -01

L2 = 4.000 -01

L3 = 2.000 -01

L4 = 0.000 00

SIN = 1.000 00

M = 1.670 -02

m = 0.000 00

à partir de la manip. 4

L1 = 7.000 -01

L2 = 5.000 -01

L3 = 3.000 -01

L4 = 1.000 -01

	MAN.CAPT	v/t(m/s ²)	Ec (J)	Ep (J)	Em (J)
01	1 1	9.816 00	3.247 -02	9.830 -02	1.308 -01
02	1 2	9.781 00	6.467 -02	6.553 -02	1.302 -01
03	1 3	9.775 00	9.722 -02	3.277 -02	1.300 -01
04	1 4	9.847 00	1.316 -01	0.000 00	1.316 -01
05	2 1	9.802 00	3.249 -02	9.830 -02	1.308 -01
06	2 2	9.757 00	6.452 -02	6.553 -02	1.301 -01
07	2 3	9.764 00	9.722 -02	3.277 -02	1.300 -01
08	2 4	9.845 00	1.318 -01	0.000 00	1.318 -01
09	3 1	9.804 00	3.248 -02	9.830 -02	1.308 -01
10	3 2	9.776 00	6.474 -02	6.553 -02	1.303 -01
11	3 3	9.767 00	9.722 -02	3.277 -02	1.300 -01
12	3 4	9.828 00	1.313 -01	0.000 00	1.313 -01
.....					
13	4 1	9.787 00	1.618 -02	1.147 -01	1.309 -01
14	4 2	9.777 00	4.875 -02	8.191 -02	1.307 -01
15	4 3	9.764 00	8.120 -02	4.915 -02	1.303 -01
16	4 4	9.805 00	1.145 -01	1.638 -02	1.309 -01
17	5 1	9.801 00	1.620 -02	1.147 -01	1.309 -01
18	5 2	9.763 00	4.856 -02	8.191 -02	1.305 -01
19	5 3	9.752 00	8.094 -02	4.915 -02	1.301 -01
20	5 4	9.844 00	1.153 -01	1.638 -02	1.317 -01
21	6 1	9.794 00	1.620 -02	1.147 -01	1.309 -01
22	6 2	9.767 00	4.863 -02	8.191 -02	1.305 -01
23	6 3	9.762 00	8.115 -02	4.915 -02	1.303 -01
24	6 4	9.827 00	1.150 -01	1.638 -02	1.314 -01

Le module P.13 permet le tracé, sur la même feuille, des 3 courbes $E = E(L)$, $E_p = E(L)$ et $E_c = E(L)$.
 Sur le graphe de cette série d'expériences, vous constatez que E_c est peu différent de E_p pour $L = 0,4$ m.
 On peut donc en déduire que le départ de la bille ($v = 0$) se situe à $L = 0,8$ m.

Remarque 1 : Le module P.13 et la centrale calculent les ordonnées E, Ec et Ep de façon indépendante. Il est donc possible d'avoir des échelles différentes. Pour les trois graphes, reportez-vous à l'annexe 1 de cette notice qui indique comment est calculée l'échelle de chaque graphe.

Remarque 2 : Ces expériences sont réalisables avec le module P.10. Vous effectuez les calculs à partir des vitesses fournies par les capteurs, et des positions relatives de ces capteurs.

MANIPULATIONS DU MEME TYPE

- Décalez l'origine d'une valeur x (toutes les 2 manipulations par exemple) et vérifiez les décalages de Em et de Ep d'une constante mgx

- Manipulation avec un banc incliné (voir fiche 01 et 03 pour le montage et les réglages).

$$E_c = 1/2 mv^2 \quad E_p = mg L \sin \alpha$$

Veillez à effectuer le démarrage dans des conditions identiques, lorsque vous désirez comparer les manipulations.

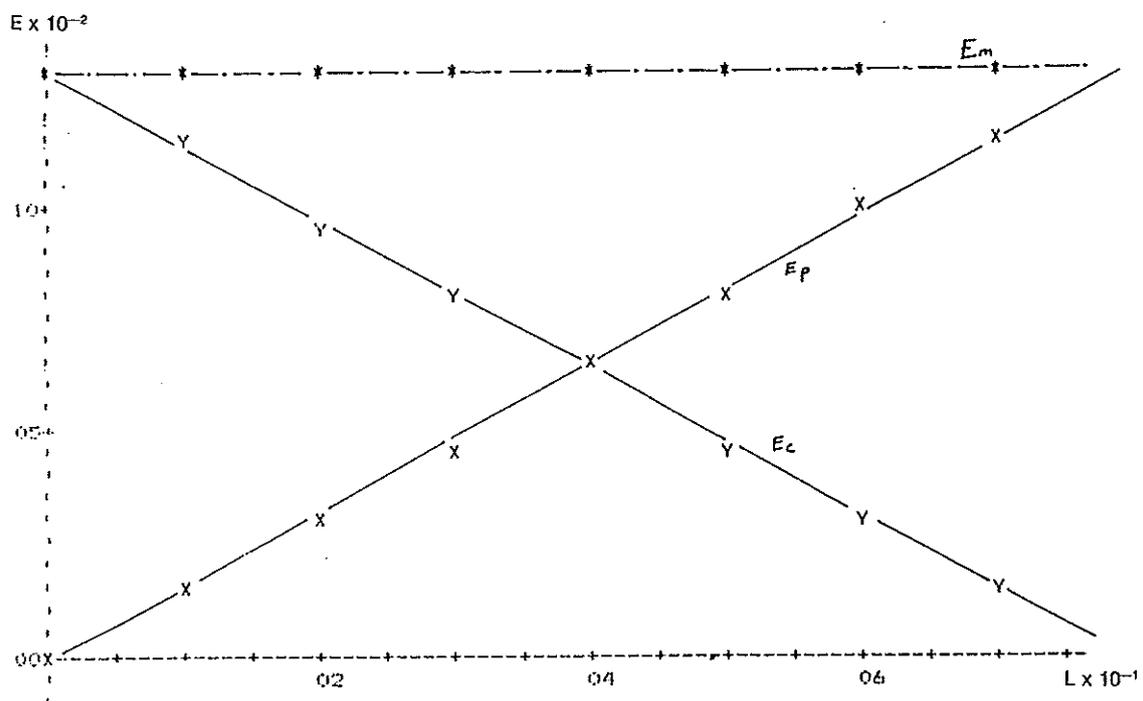
- Accéléromètre : voir fiche 06

NOM : JCS

EXPERIENCE : CHUTE LIBRE-ENERGIE (05)

LE 04/09/84

$E = f(L)$
 abscisses L X 10⁻⁰¹
 ordonnées (Y) Ec X 10⁻⁰²
 (X) Ep X 10⁻⁰²
 (*) Em X 10⁻⁰²



TRANSLATION

Energie

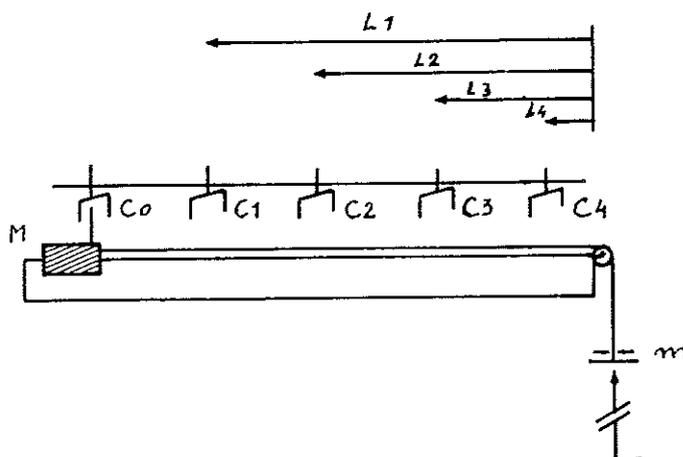
Energie mécanique

Accéléromètre

FICHE
06

MATERIEL

- Banc à coussin d'air (ou appareil pour étudier les lois de la dynamique)
- Chaîne chronociné
- Centrale ESAO.P1
- Module P.13
- Matériel complémentaire :
 - 2 capteurs chronocinés
 - Imprimante série V 24
 - Cordon adaptable V 24



MISE EN SERVICE

- Effectuez le montage et les réglages décrits à la fiche 04 (banc horizontal, chaîne chronociné montée)
- Equipez le banc en fonction accéléromètre (poulie sur roulement, cordon, masses accélératrices...)
- Repérez les données L_i , mesurez M et m à 0,1 g près.
- Placez le chariot en position départ (devant C_0).
- Programmez la centrale selon le processus indiqué sur la notice du module P.13. Données à introduire : n° du capteur arrêt (n°4 avec 4 capteurs chronocinés), L_1 , L_2 , L_3 , L_4 , M , $\sin \alpha = 0$, m .

MANIPULATION

- Lorsque l'écran de la centrale affiche "PrEt" lâchez le chariot.
Si vous voulez $v = 0$ à $t = 0$ (départ sans vitesse initiale), placez l'index fixé sur le chariot juste à l'extinction du voyant situé sur le côté du capteur chrono C_0 .
- Faites 2 ou 3 essais afin de vérifier les réglages de la manipulation.
Notez que la touche DONNEES IDENTIQUES permet d'effectuer plusieurs manipulations sans avoir à réintroduire toutes les données.

Une vérification préliminaire consiste à comparer l'accélération donnée par la centrale (avec la touche v/t si $v=0$ à $t=0$, ou dv/dt dans le cas contraire) à la grandeur calculée $mg / (m + M)$.

Avec le module P.13, vous obtenez directement les grandeurs a , E_m , E_p et E_c à l'aide des touches correspondantes.

Avec le module P.10, calculez :

$$\frac{1}{2} (M + m) (V_{n+1}^2 - V_n^2) \text{ et } mg (L_n - L_{n+1})$$

NOM : JCS

LE 04/09/84

EXPERIENCE : ACCELEROMETRE-ENERGIE (06)

à partir de la manip. 1

L1 = 7.000 -01

L2 = 5.000 -01

L3 = 3.000 -01

L4 = 1.000 -01

SIN = 0.000 00

M = 2.000 -01

m = 2.030 -02

à partir de la manip. 3

L1 = 6.000 -01

L2 = 4.000 -01

L3 = 2.000 -01

L4 = 0.000 00

	MAN.CAPT	v/t(m/s ²)	Ec (J)	Ep (J)	Em (J)
01	1 1	8.946 -01	3.882 -02	1.394 -01	1.782 -01
02	1 2	8.879 -01	7.751 -02	9.957 -02	1.771 -01
03	1 3	8.819 -01	1.152 -01	5.974 -02	1.749 -01
04	1 4	8.827 -01	1.542 -01	1.991 -02	1.742 -01
05	2 1	9.059 -01	3.942 -02	1.394 -01	1.788 -01
06	2 2	8.923 -01	7.749 -02	9.957 -02	1.771 -01
07	2 3	8.891 -01	1.159 -01	5.974 -02	1.757 -01
08	2 4	8.890 -01	1.550 -01	1.991 -02	1.749 -01
.....					
09	3 1	8.750 -01	5.714 -02	1.195 -01	1.766 -01
10	3 2	8.798 -01	9.670 -02	7.966 -02	1.764 -01
11	3 3	8.773 -01	1.346 -01	3.983 -02	1.745 -01
12	3 4	8.795 -01	1.739 -01	0.000 00	1.739 -01
13	4 1	8.940 -01	5.774 -02	1.195 -01	1.772 -01
14	4 2	8.916 -01	9.670 -02	7.966 -02	1.764 -01
15	4 3	8.896 -01	1.353 -01	3.983 -02	1.752 -01
16	4 4	8.890 -01	1.740 -01	0.000 00	1.740 -01

EXPLOITATION

- Comme dans le cas de la chute libre, vous vérifierez la constance de l'énergie mécanique par :

$$Em = 1/2 (m+M) v^2 + mg L.$$

La variation d'énergie cinétique est égale au travail du poids m.

- Une vérification préliminaire : comparez a calculé, à a donné par la centrale (moyenne de a sur les 4 capteurs).

a calculé :

$$a = mg / (m+M) = 0,904.$$

a donné par v/t manip. 1

$$a = 0,887 \text{ écart } 1,9 \%$$

manip. 2

$$a = 0,894 \text{ écart } 1,1 \%$$

manip. 3

$$a = 0,878 \text{ écart } 2,9 \%$$

manip. 4

$$a = 0,891 \text{ écart } 1,4 \%$$

Les écarts sont dûs :

- au banc : il existe de faibles frottements

- au cordon : dont on néglige la masse

- à l'inertie de la poulie

- au début du chronométrage : le chariot se trouve à une distance ϵ (avec $v < \epsilon < 1 \text{ mm}$) du faisceau de C_0 . Le départ du chronométrage ne se fait pas ici (contrairement aux conditions de départ avec la chute libre) exactement à $v=0$ pour $t = 0$, sauf si l'on possède un démarrage électromagnétique du chariot (cas de l'appareil pour étude des lois de la dynamique réf. 332 006 où l'on peut brancher C_0 sur l'électroaimant départ).

Les écarts de 1 à 2 % s'expliquent par les imperfections du matériel, et une approximation des données. Au delà, il faut mettre en cause le début du chronométrage, qui dépend de la manipulation et des réglages.

- Tracé des graphes $E = E(L)$ (voir page suivante)

1. On observe $E_m = C^1$ (aux arrondis près)

2. E_c et E_p évoluent en progression arithmétique, en sens inverses

3. La somme $E_c + E_p = E_m$ (à une constante près si $E_{p_0} \neq 0$)

4. Les points sont reportés avec une résolution dépendant de l'imprimante : ± 1 caractère

• Graphe E_m : Les valeurs sont arrondies à $1,7 (10^{-2})$

Sauf une : $1,782$ arrondie à $1,8 (10^{-2})$

• Graphe E_c : 2 valeurs sensiblement égales correspondant à des manipulations différentes, ont été arrondies à des valeurs différentes :

$$L = 0,6 \quad E_c = 5,714 \text{ arrondi à } 5,7 (10^{-2})$$

$$E_c = 5,774 \text{ arrondi à } 5,8 (10^{-2})$$

$$L = 0,5 \quad E_c = 5,751 \text{ arrondi à } 7,8 (10^{-2})$$

$$E_c = 7,749 \text{ arrondi à } 7,7 (10^{-2})$$

• Graphe E_p : valeurs arrondies aux mêmes chiffres, quelle que soit l'expérience. Ce qui est normal puisque ces valeurs sont calculées et ne dépendent donc pas de l'expérience.

Les graphes reproduits par la centrale ESAO.P1 donnent l'allure générale du phénomène.

On pourra en réaliser de plus précis, en corrigeant les points manuellement (définition meilleure qu'avec une imprimante) ou en recopiant sur papier calque.

5. Les graphes ont été tracés à la même échelle :

$$L = L \times 0,1$$

$$E_i = E_i \times 0,01$$

Dans certains cas, ces échelles peuvent être différentes - Voir calcul des échelles annexe 1.

MANIPULATIONS DU MEME TYPE

- Accéléromètre avec des masses différentes, avec changement de masse en cours de mouvement.

- Accéléromètre avec chariot sur un plan incliné

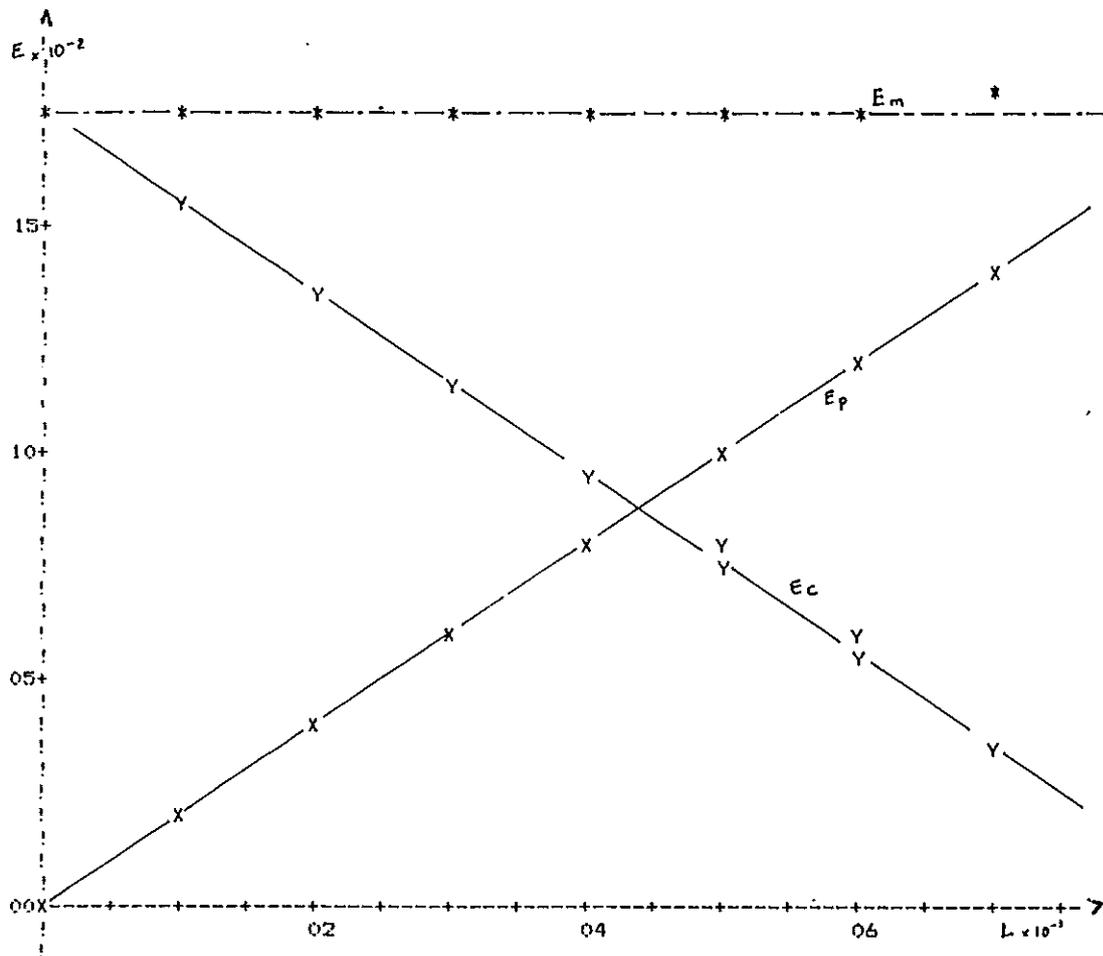
- $\sin \alpha$ positif
- $\sin \alpha$ négatif

NOM : JCS

EXPERIENCE : ACCELEROMETRE ENERGIE (06)

LE 04/09/84

$E = f(L)$
abscisses $L \times 10^{-1}$
ordonnées (Y) $E_c \times 10^{-2}$
(X) $E_p \times 10^{-2}$
(*) $E_m \times 10^{-2}$



OSCILLATION

Cinématique

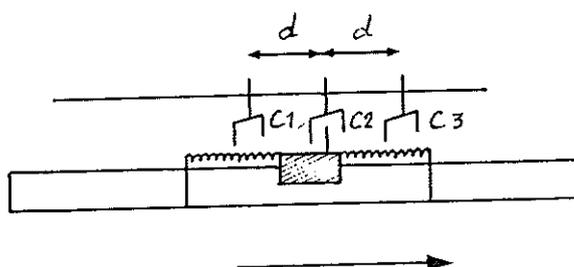
Oscillateur mécanique

Notion de période

FICHE
07

MATERIEL

- Banc à coussin d'air + accessoires pour oscillations du chariot attaché à 2 ressorts (lot complémentaire Réf. 333.017 du banc JEULIN référence 332.018).
- Chaîne chronociné
- Centrale ESAO.P1
- Module P.10
- Accessoire complémentaire : 1 capteur chronociné



MISE EN SERVICE

- Effectuez le montage et les réglages décrits à la fiche 01 (banc horizontal).
- Montez les capteurs chronocinés C_1 , C_2 et C_3 dans cet ordre (le capteur chrono C_0 n'est pas utilisé ici).
- Placez C_2 au point de repos du chariot : soufflerie en marche, chariot immobile, index au milieu de C_2 .
- Placez C_1 et C_3 , symétriquement par rapport à C_2 , à une distance d .
- Programmez la centrale : (l'écran affiche "-- ESAO --") : Appuyez 2 fois sur MANIP SUIVANTE (pas d'arrêt automatique sur un capteur dans cette manipulation, car l'on veut enregistrer plusieurs périodes). L'écran affiche "PrEt".

MANIPULATIONS

- Ecartez le mobile de sa position d'équilibre d'une longueur supérieure à d ; attendez une ou deux oscillations avant de déclencher manuellement le chronométrage en appuyant sur MANIP. SUIVANTE.
- Enregistrez au moins 2 allers-retours.
- Arrêt du chronométrage en appuyant sur ARRÊT.

EXPLOITATION

Manipulation n° 1 :

Masse du chariot : 0,3 kg

	N° CAPTEUR	v (m / s)	t (s)	T (s)
01	1	0,533	0,1321	
02	2	0,611	0,2237	
03	3	0,547	0,3157	
04	3	- 0,546	0,7384	
05	2	- 0,614	0,8309	
06	1	- 0,551	0,9233	
07	1	0,543	1,345	1,213
08	2	0,604	1,438	1,214
09	3	0,540	1,531	1,215
10	3	- 0,538	1,952	1,214
11	2	- 0,606	2,045	1,214
12	1	- 0,541	2,139	1,216
13	1	0,535	2,558	1,213
14	2	0,597	2,652	1,214
15	3	0,532	2,747	1,216
16	3	- 0,530	3,165	1,213
17	2	- 0,599	3,260	1,215
18	1	- 0,532	3,355	1,216

Les signes des vitesses permettent de reconstituer le mouvement. Après le déclenchement du chronométrage, le mouvement se fait dans le sens positif 1 2 3 puis négatif 3 2 1 et recommence.

Temps. Faites la différence des instants des lignes 07 et 01, 08 et 02, 09 et 03... (les résultats sont écrits sur la première ligne citée). Les temps obtenus indiquent la durée qui sépare deux passages successifs du mobile, dans le même sens, en un point donné. D'où la notion de période. Vous observez la constance de la période au 1 / 1000ème de seconde près. Les légers écarts proviennent des arrondis, et des légères différences de caractéristiques entre différents capteurs.

Symétrie du mouvement. La vitesse au passage au même point est la même en valeur absolue (comparez les lignes 02 et 05 ou 01 et 06 ou 03 et 04...). Elle est pratiquement la même en deux points symétriques (comparez les lignes 01 et 03 ou 04 et 06...).

N.B. : La légère diminution de la vitesse est due à l'amortissement (environ 1,5 % par période), les frottements n'étant jamais complètement éliminés. Par contre la période reste constante.

MANIPULATIONS DU MEME TYPE

- Vérification de la formule de la période $T = C^e. \sqrt{M} = 2 \pi \sqrt{\frac{M}{K}}$

Constante des ressorts utilisés : $k_1 = k_2 = 4N / m$

	M = 0,3 kg	M = 0,2 kg	M = 0,1 kg
T mesuré	1,215	0,992	0,704
T / \sqrt{M}	2,218	2,218	2,226
$T = 2 \pi \sqrt{\frac{M}{K}}$	1,217	0,993	0,702

OSCILLATION

Cinématique

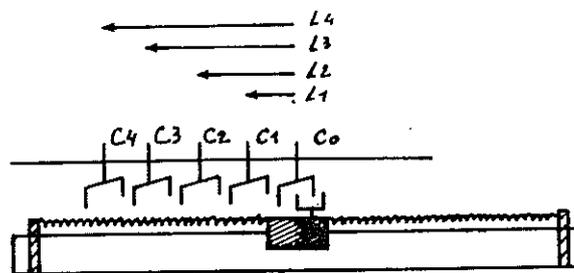
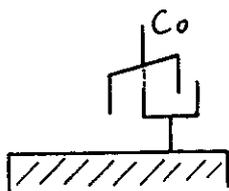
Oscillateur mécanique

Oscillation d'un chariot oscillant

FICHE
08

MATERIEL

- Banc à coussin d'air + accessoires pour oscillations d'un chariot attaché à 2 ressorts (lot complémentaire réf. 333.017 du banc JEULIN : réf. 332.018).
- Chaîne chronociné
- Centrale ESAO.P1
- Module P.10
- Accessoires complémentaires : 2 capteurs chronocinés.



MISE EN SERVICE

- Effectuez les montages et les réglages décrits à la fiche 01 (banc + chaîne chronocinée avec 4 capteurs chronocinés).
- On a constaté à la fiche 07 la symétrie du phénomène. On pourra mettre dans cette expérience tous les capteurs d'un même côté par rapport à la position d'équilibre du chariot (voir aussi fiche 09).
- Fixez un index double (livré avec la chaîne chronocinée) sur le chariot. Les deux branches de cet index espacées de 2 cm (vérifiez et réglez si besoin) permettent de doubler le nombre de points de mesure. Notez que les deux branches doivent être séparées de plus de 1 cm, de façon à ce qu'elles franchissent les deux faisceaux (espacés de 1 cm) des capteurs chronocinés de façon indépendante.
- Placez le capteur C₀, face à la première branche de l'index : la diode sur le côté de C₀ s'allume lorsque son faisceau est occulté (voir figure ci-dessus). Débranchez C₀ de la centrale (pas de départ automatique du chronométrage).
- Placez les capteurs C₁, C₂, C₃ et C₄ à 4 cm, 8 cm, 12 cm, et 16 cm de C₀. Tout se passe, grâce à l'utilisation du double index, comme si vous aviez un capteur tous les 2 cm.
- Programmez la centrale (l'écran affiche "--ESAO--") appuyez 2 fois sur MANIP. SUIVANTE (pas d'arrêt automatique sur un capteur dans cette manipulation, car l'on veut enregistrer plusieurs périodes). L'écran affiche "PrEt".

MANIPULATION

- Ecartez le chariot vers la gauche, d'une longueur suffisante pour que la deuxième branche de l'index coupe C₄. après le lâcher. Lâchez, et attendez une ou deux oscillations avant d'enregistrer.
- Appuyez sur MANIP. SUIVANTE pour déclencher le chronométrage, et donc les enregistrements.
- Enregistrez une ou deux oscillations seulement (16 points de mesure à chaque aller-retour).
- Appuyez sur ARRET pour arrêter les manipulations.

EXPLOITATION

N° Capteur	t.0,1 (s)	v (m/s)
1	0,2263	1,696
1	0,3438	1,665
2	0,4671	1,613
2	0,5925	1,555
3	0,7279	1,438
3	0,8707	1,329
4	1,035	1,167
4	1,222	0,9523
.....		
4	2,681	- 0,9282
4	2,875	- 1,125
3	3,043	- 1,288
3	3,191	- 1,398
2	3,329	- 1,494
2	3,458	- 1,559
1	3,588	- 1,619
1	3,709	- 1,659

- L'examen des vitesses permet de constater un léger amortissement dû aux frottements dans l'air (2 à 3 %).

- Tracez les courbes : voir page suivante.

• $l = l(t)$ (sinusoïde)

• $v = v(t)$ (cosinusoïde)

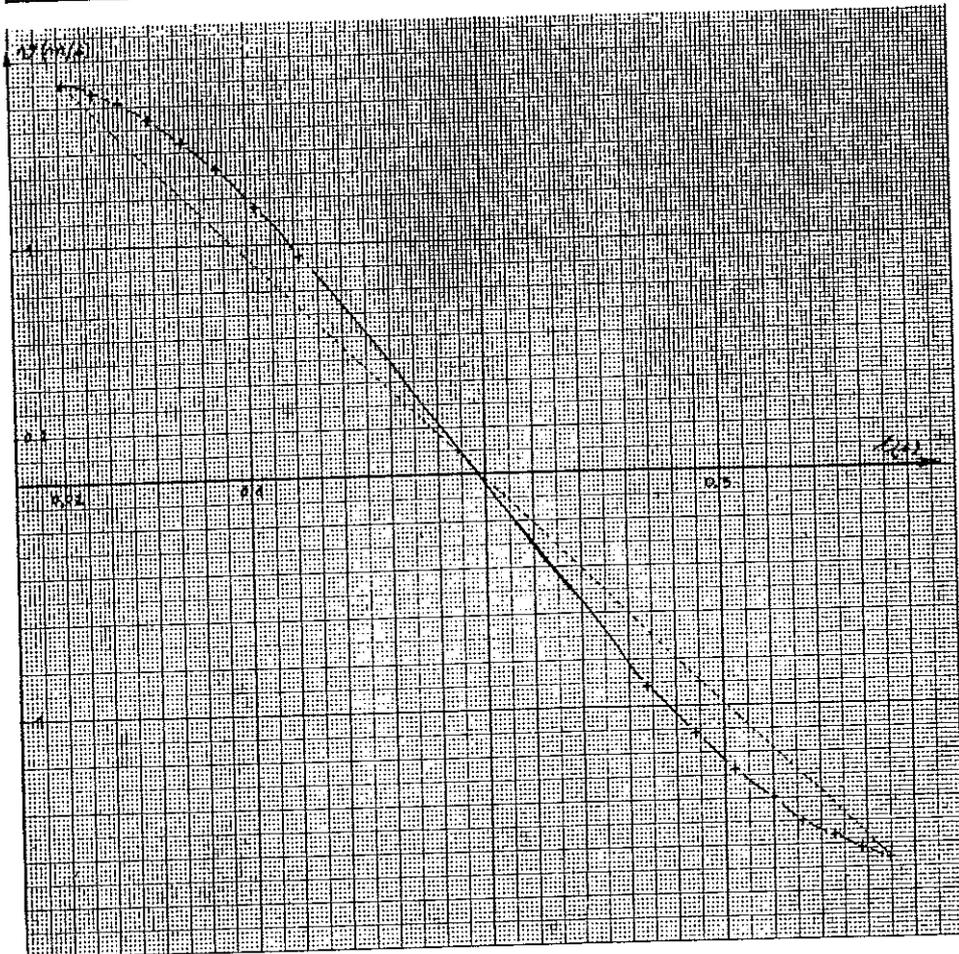
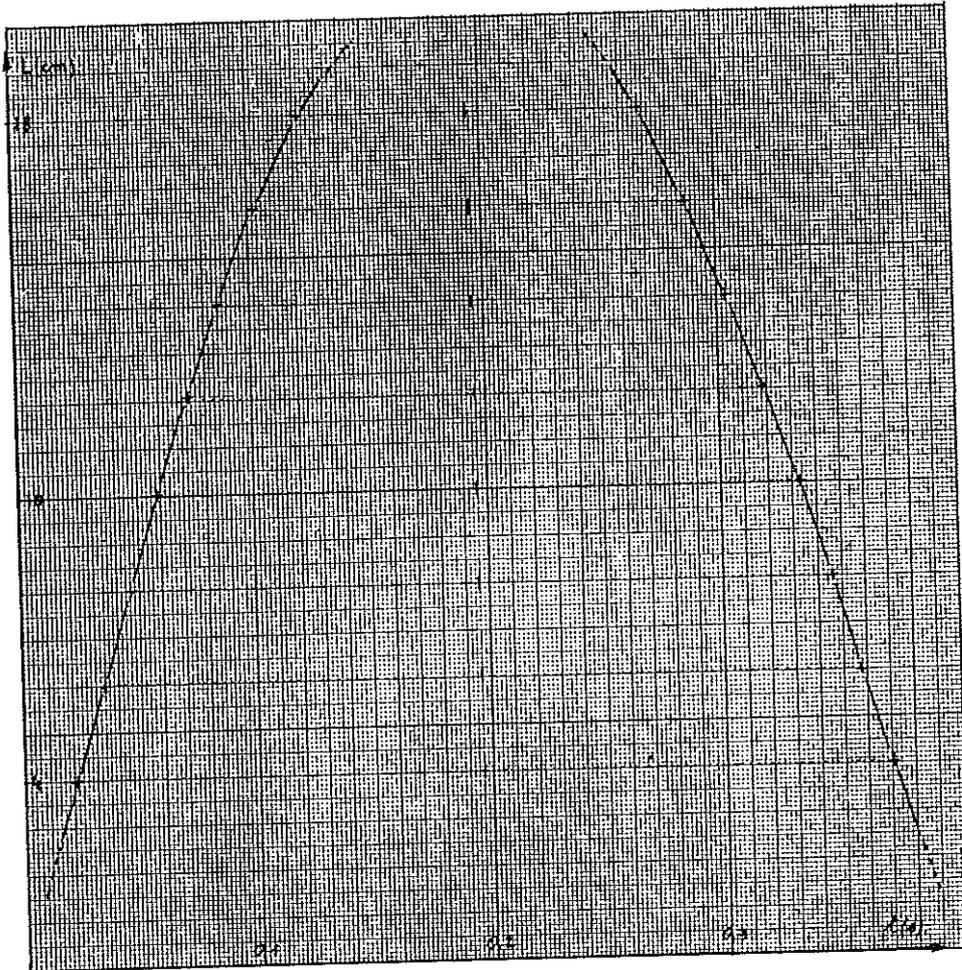
- La représentation $L(t)$ donne une arche sinusoïdale incomplète. On constate que les milieux des segments parallèles à l'axe des abscisses sont alignés, ce qui permet, compte tenu de la symétrie d'avoir l'abscisse du sommet (1/4 de période) et de placer l'abscisse du retour à la position d'équilibre (1/2 période).

La représentation $v(t)$ donne une arche cosinusoïdale incomplète. Les segments joignant deux points représentatifs du passage au même endroit en sens contraires passent par le point d'abscisse $T/4$.

MANIPULATIONS DU MEME TYPE

- Oscillation sur un plan incliné, avec 1 ressort

- Oscillation avec un ressort et une masse (utilisation des accessoires accéléromètre).



OSCILLATION

Energie

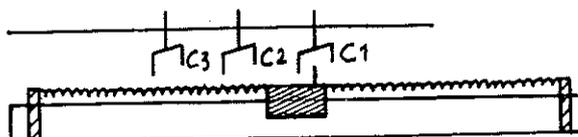
Oscillateur mécanique

Oscillation d'un chariot oscillant

FICHE
09

MATERIEL

- Banc à coussin d'air + accessoires pour oscillations du chariot attaché à 2 ressorts (lot complémentaire réf. 333.017 du Banc JEULIN réf. 332.018).
- Chaîne chronociné
- Centrale ESAO.P1
- Module P.10
- Accessoires complémentaires : 1 capteur chronociné.



MISE EN SERVICE

- Effectuez les montages et les réglages décrits à la fiche 04.
 - Montez les capteurs chronocinés (le capteur C_0 n'est pas utilisé ici)
 - Placez C_1 au point de repos du chariot : soufflerie en marche, chariot immobile, index au milieu de C_1 . Vous avez vérifié : (voir fiche 07) la symétrie du mouvement. L'enregistrement sur une demi-période, et même sur un quart, est donc suffisant. Vous obtiendrez davantage de points intéressants en plaçant les capteurs d'un même côté, par rapport à la position d'équilibre du chariot.
- Remarque : Vous pouvez aussi opérer avec C_1 et C_3 symétriques par rapport à C_2 (manipulation n° 2).

EXPLOITATION

- Déterminez, pour chaque position de capteur, l'énergie cinétique du chariot.
- Déterminez également l'énergie potentielle à une constante près. Dans cette expérience (k déterminé en statique avant la manipulation)
 - $k_1 = 3,92 \text{ N/m}$
 - $k_2 = 4,05 \text{ N/m}$
 - $k_1 + k_2 = 7,97 \text{ N/m}$ soit environ 8 N/m
 - On peut choisir $E_p=0$ lorsque le chariot est au repos
- Calculez E_{c_i} , E_{p_i} et E_{p_j} , E_{c_j} .

MANIPULATIONS

Manipulation n° 1

M = 200 g

L1 = 11 cm

L2 = 5,5 cm

L3 = 0

Résultat en Joule x 10⁴

n° capt. i	v(m/s)	Ec _i	Ep _i	Ec _i + Ep _i	Ec _i moyen	Ec _i + Ep _i moyen
1	0,421	177	484	661	170	654
2	0,723	523	121	644	528	649
3	0,811	658	0	658	659	659
3	0,812	659	0	659		
2	0,730	533	121	654		
1	0,403	163	484	647		

Dans cette manipulation $Ec_i + Ep_i$ est constant à 2,5 % près.

Si on prend la valeur moyenne des vitesses, à l'aller et au retour sur chaque capteur, $Ec_i + Ep_i$ est constant à 1,5 % près.

Manipulation n° 2

M = 300 g

L1 = 5,5 cm

L2 = 0 cm

L3 = 5,5 cm

n° capt. i	v(m/s)	Ec _i	Ep _i	Ec _i + Ep _i	Ec _i moyen	Ec _i + Ep _i moyen
1	0,373	207	121	328	206	328
2	0,467	326	0	326	326	326
3	0,373	208	121	329	208	329
3	0,372	208	121	329		
2	0,466	326	0	326		
1	0,369	204	121	325		

Dans cette manipulation $Ec + Ep$ est constant à 1,2 % près, et à 1 % près lorsque l'on prend la moyenne des vitesses (aller et retour au même capteur).

Remarque : En réalité, on observe toujours une légère diminution de la vitesse. Ce qui se traduit par l'arrêt du chariot au bout d'un certain temps. Par suite $Ec + Ep$ diminue : rigoureusement, il n'y a pas conservation de l'énergie mécanique.

MATERIEL

- Compteur de radioactivité banc CRAB réf. 232.007 ou CRAB réf. 232.004
- Centrale ESAO.P1
- Module P.19
- Matériel complémentaire :
 - Imprimante série V.24
 - Cordon adaptable V.24

MISE EN SERVICE

- Reliez le banc CRAB (ou le CRAB) à la centrale ESAO.P1, en "0".
- Reliez la centrale à l'imprimante, à l'aide du cordon adaptable V.24.
- Enfichez le module P.19
- Mettez sous tension la centrale, l'imprimante.
- Positionnez la source et les écrans sur le banc CRAB.
- Faites une première mise en marche, en suivant les indications de la notice du module P.19.

MANIPULATIONS

- Effectuez un essai sur quelques dizaines de comptages (durée de quelques secondes en programmant des temps de comptage de $1/10^{\text{ème}}$ de seconde) de façon à choisir une valeur moyenne d'impulsions enregistrées.
Vous choisissez une valeur n de l'ordre de 10 pour une distribution de Poisson.
Vous choisissez une valeur n de l'ordre de 50 pour une distribution de Gauss.
- La centrale ESAO.P1 vous fournit des résultats quantitatifs, portant sur de grands nombres. Vous pouvez obtenir jusqu'à 4.500 points de mesure en moins de 10 minutes.
- Pour les expériences à réaliser en radioactivité, reportez-vous au livret "Radioactivité" (réf. 367.021) fourni avec le banc CRAB (et le CRAB).

EXPLOITATION

- Après avoir mémorisé les valeurs, la centrale les restitue sur son écran et/ou sur l'imprimante série V 24.
- Valeurs accessibles par les touches du clavier :
 - Valeurs n_j dans l'ordre chronologique, de la dernière série j de comptages.
 - Valeurs n_j dans l'ordre croissant, et le nombre de fois f_j la valeur de la dernière série j de comptage.
 - Valeur moyenne \bar{n}_j des j séries de comptage.
 - Ecart type σ_j des j séries de comptage.
- Pour l'ensemble des séries de comptage effectuées (résultats cumulés)
 - Impression de l'histogramme : appuyez seulement sur cette touche pour l'obtenir (sur une imprimante série V 24).
 - Valeur n_j par ordre croissant, et le nombre de fois f_j cette valeur.
 - Valeur moyenne.
 - Ecart type.