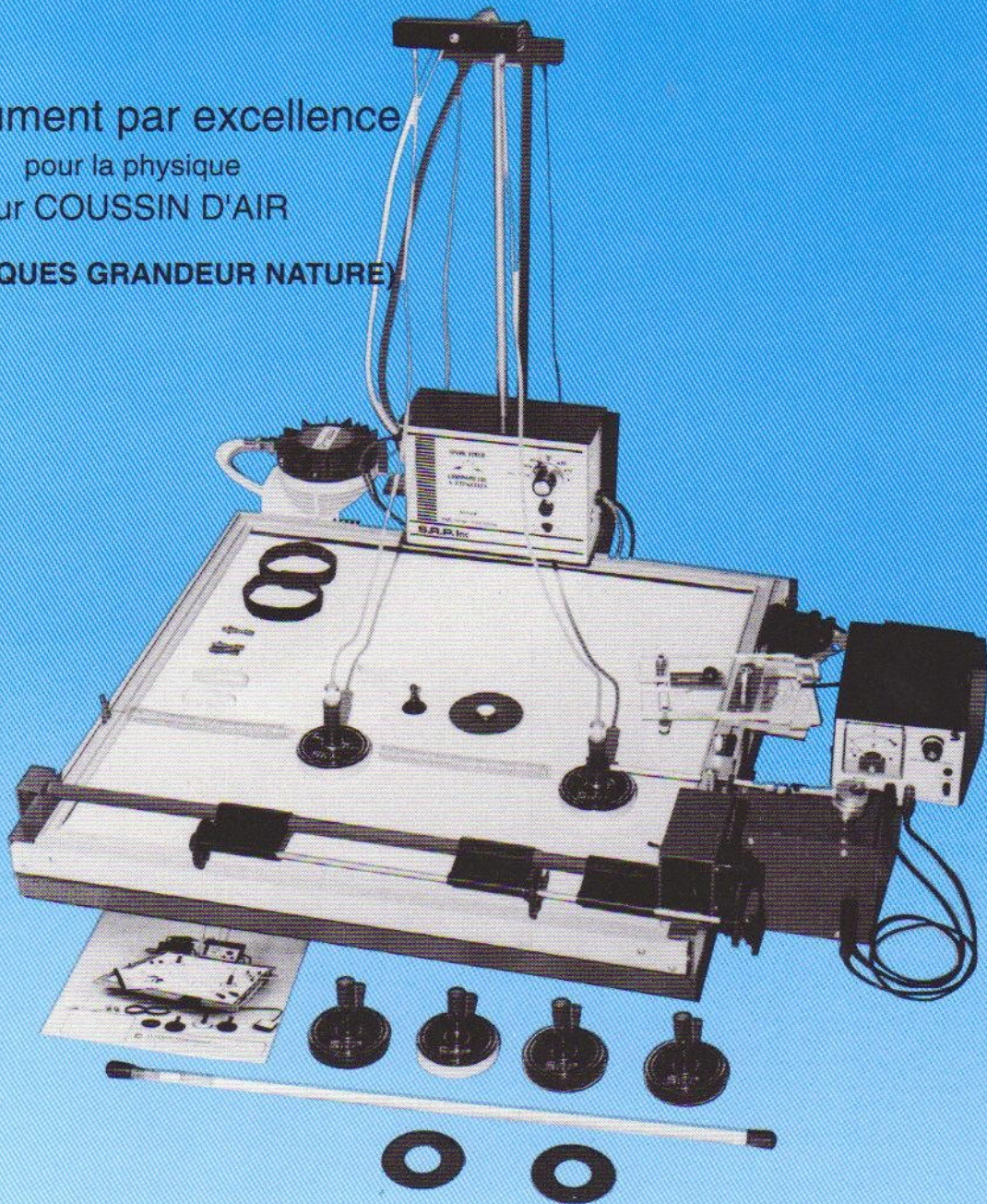


TABLE À AIR SRP

L'instrument par excellence  
pour la physique  
sur COUSSIN D'AIR

(GRAPHIQUES GRANDEUR NATURE)



GUIDE DE L'USAGER

# La Table à Air SRP

Copyright © 1992

TABLE DES MATIÈRES 1



# Table à Air SRP

## MANUEL D'EXPÉRIMENTATION et GUIDE DE L'USAGER

Version 2.1

Copyright (c) 1992, 1993, 2007, 2009 Andre Michaud

---

**SRP Inc**

Tel: 1 (418) 624 0608

---

Voyez notre CATALOGUE INTERNET: <http://www.srpinc.org/airtable.htm>

## TABLE DES MATIÈRES

<b>MANUEL DE L'USAGER.....</b>	<b>5</b>
<b>DÉBALLAGE DE LA TABLE À AIR.....</b>	<b>6</b>
<i>Liste de matériel.....</i>	<i>6</i>
Configuration Minimale.....	6
Options Additionelles.....	6
<i>Déballage.....</i>	<i>7</i>
<b>INSTALLATION DE LA TABLE À AIR.....</b>	<b>8</b>
<i>Pattes Ajustables.....</i>	<i>8</i>
<i>Support de Tête en Aluminium.....</i>	<i>8</i>
<i>Tête de conduits.....</i>	<i>8</i>
Tubes de Latex.....	9
Chaînettes conductrices.....	9
Tubes et Chaînettes de Remplacement.....	9
<i>Rondelles d'Acier.....</i>	<i>9</i>
<i>Compresseur à Air.....</i>	<i>10</i>
<i>Mise au niveau de la Table à Air.....</i>	<i>10</i>
Interférence des Tubes et des Chaînettes.....	10
<i>Papier Carbone.....</i>	<i>11</i>
<i>Papier Ordinaire Pour l'Enregistrement.....</i>	<i>12</i>
Papier Newsprint.....	12
Papier Rockland.....	12
<i>Chronomètre Digital.....</i>	<i>12</i>
Commutateur au Pied.....	13
Câbles de Branchement.....	13
<b>FONCTIONNEMENT DE LA TABLE À AIR.....</b>	<b>14</b>
<i>Le Chronomètre à étincelles.....</i>	<i>14</i>
Danger de chocs électriques?.....	14
Si vous pouvez Entendre les étincelles.....	14
Aucune Trace Sur Le Papier.....	14
Familiarisez-vous avec le Chronomètre à étincelles.....	15
<i>Chronomètre Digital 9 VDC ou 9 VAC.....</i>	<i>15</i>
<i>Les Rondelles.....</i>	<i>16</i>
Considérations Générales.....	16
Oscillations à Basse Fréquence.....	17
OSCILLATIONS APRÈS LE LANCEMENT.....	17
OSCILLATIONS APRÈS UNE COLLISION.....	17
Enregistrement des Oscillations Indésirables.....	18
Rondelles d'Acier.....	18
LA RONDELLE À CÔTÉ ARRONDI.....	19
LA RONDELLE À CÔTÉ DROIT.....	20
Rondelle d'Aluminium.....	21
Rondelle de Lucite.....	21
Rondelles Magnétiques.....	21
Les Expériences Peuvent-Elles Être Valides en Dépit des Oscillations?.....	21
<i>Poulie.....</i>	<i>22</i>
<i>Poteaux pour Ressorts.....</i>	<i>22</i>
<i>Double-Crochets.....</i>	<i>22</i>
<i>Ressorts.....</i>	<i>22</i>
<i>Bandes Velcro.....</i>	<i>23</i>
<i>Bandes de Caoutchouc.....</i>	<i>23</i>
<i>Poteau Orbital.....</i>	<i>24</i>
<i>Masse Supplémentaire.....</i>	<i>24</i>
<i>Aimants Circulaires.....</i>	<i>24</i>

## TABLE À AIR SRP

<i>Guide Paper</i> .....	25
<i>Lanceur de rondelles manuel</i> .....	25
<i>Pour lancer, pousser la rondelle contre l'élastique jusqu'à ce qu'elle s'appuie contre les deux côtés du support d'aluminium et relâcher. Tous les lancers subséquents devraient donner des résultats similaires tant que l'ajustement ne sera pas modifié</i> .....	26
<i>Méthode alternative pour lanceur des rondelles</i> .....	27
<b>ENTRETIEN ET RÉPARATION</b> .....	29
<i>Chronomètre Digital</i> .....	29
<i>Chronomètre à 6 fréquences (ancien modèle)</i> .....	29
RECALIBRATION.....	29
INTERVALLE DE SÉCURITÉ.....	30
<i>Table à air</i> .....	31
<i>Tête de Conduits</i> .....	31
<i>Remplacement des Chainettes conductrices</i> .....	31
<i>Remplacement des Tube de Latex</i> .....	32
<i>Polarité de l'adaptateur</i> .....	33
<b>RÉSOLUTION DE PROBLÈMES</b> .....	34
<i>Séquence de recherche</i> .....	34
<i>Causes de mauvais fonctionnement générales</i> .....	34
<i>Vérifications de routine</i> .....	35
<i>Procédure systématique de dernier recours</i> .....	36
<b>GARANTIE LIMITÉE DE 1 AN</b> .....	39

# **MANUEL DE L'USAGER**

**Comment assembler et utiliser  
les divers accessoires  
de la Table à air SRP**

## DÉBALLAGE DE LA TABLE À AIR

Déballez votre Table à air sur une surface plane et stable.

### LISTE DE MATÉRIEL

Vérifiez-la ou les boîtes d'emballage de la Table à air de manière à vous assurer de la présence de tout le matériel commandé. S'il semble manquer des pièces, contactez immédiatement votre fournisseur.

### Configuration Minimale

Peu importe quelle configuration de la Table à air vous achetez, tous les items de la liste suivante devraient avoir été inclus:

- 1 Table à air cadrée
- 3 Pattes ajustables (Déjà fixées sous la Table à air)
- 1 Manuel de laboratoire/Guide de l'utilisateur
- 1 Poteau support de tête en aluminium
- 2 Rondelles d'acier
- 1 Tête de conduits
- 2 Bandes Velcro
- 2 Élastiques
- 2 Ressorts
- 1 Poteau orbital
- 4 Poteaux amovibles (Petits poteaux filetés)
- 1 Masse supplémentaire (Approximativement 160g)
- 1 Poulie
- 2 Double-Crochet
- 1 Lanceur manuel

### Options Additionnelles

La plupart du temps, les clients achèteront une configuration plus complète que la configuration minimum. L'importance et la nature des équipements additionnels fournis par les divers fournisseurs peuvent varier largement de l'un à l'autre.

**S**ujet à confirmation par le fournisseur auprès duquel l'achat a été fait, un ou plusieurs des accessoires additionnels suivants pourrait avoir été inclus:

- 2 Aimants circulaires
- 1 Ensemble de rondelles spéciales:
  - 1 Rondelle d'aluminium
  - 1 Rondelle de Lucite
  - 2 Rondelles magnétiques aimantées en opposition
- 1 Guide papier
- Papier carbone 22" X 22" (4 feuilles ou plus)
- Papier blanc "Rockland" (100 feuilles ou plus)
- Papier "Newsprint" (100 feuilles ou plus)
- 1 Chronomètre à Étincelles
- 1 Compresseur

## DÉBALLAGE

**A**près avoir ouvert la boîte de la Table à coussin d'air, enlevez le séparateur de carton du haut. Le poteau support de tête en aluminium, qui est habituellement emballé dans ce séparateur sortira en même temps.

**R**etirez la table cadrée de la boîte en la tirant vers le haut.

**A**vant de placer la Table à air à plat dans sa position finale, glissez les deux pattes de côté vers l'avant et vissez-les en place à environ 8 pouces (20 cm) de l'avant de la table. Glissez la patte arrière vers le centre du côté arrière de la Table, juste sous la pièce d'aluminium placée au centre.

**R**etirez les boîtes d'accessoires qui se trouvent encore dans la boîte d'emballage et vérifiez soigneusement qu'il ne reste aucun accessoires dans la boîte principale.

**L**e Chronomètre à étincelles et le compresseur sont habituellement emballés dans des boîtes séparées.

## INSTALLATION DE LA TABLE À AIR

### PATTES AJUSTABLES

Les pattes ajustables comportent deux parties distinctes:

- La partie principale en plastique gris
- Une base en plastique blanc

La partie principale comporte des filets qui permettent de serrer la patte en place en la tournant dans le sens des aiguilles d'une montre. Chaque patte latérale devrait être positionnée à environ 20 cm du devant de la Table à air et la patte arrière devrait être positionnée au centre de la partie arrière de la Table.

Pour mettre la Table à air au niveau, vissez ou dévissez simplement selon le besoin la base en plastique blanc d'une ou l'autre des pattes jusqu'à ce que vous obteniez le résultat désiré. La base des pattes peut s'allonger d'environ 2.5 cm en la dévissant.

### SUPPORT DE TÊTE EN ALUMINIUM

Le bout du bras le plus long du support d'aluminium s'ajuste dans le trou conique de la pièce d'aluminium qui se trouve au centre du côté arrière de la Table à air.

En vous assurant que le bras le plus court du support soit centré au dessus de la table lorsqu'il sera en position finale, appliquez une pression ferme vers le bas en tournant un peu le support de manière à ce qu'il se verrouille en place dans le trou de la base.

### TÊTE DE CONDUITS

Déballez la Tête de conduits qui se trouve dans la boîte d'accessoires standards (celle qui contient la paire de rondelles d'acier).

La Tête de conduits est une pièce d'équipement délicate qui devrait toujours être manipulée avec soin.

Avant de l'installer, examinez le trou qui traverse la Tête de conduit à une de ses extrémités. Vous remarquerez que l'ouverture est plus grande d'un côté que de l'autre. Insérez la Tête de conduit sur le bout du bras le plus court du support d'aluminium qui surplombe maintenant la Table en son centre, en engageant l'ouverture la plus large en premier.



Les trous de la Tête de conduits sont conçus pour s'ajuster fermement sur le bout conique du support d'aluminium lorsqu'une pression ferme est appliquée en tournant légèrement la Tête de conduits dans un sens et dans l'autre. Maintenez la Tête de conduits de manière à ce que les tubes de latex pendent librement vers le bas, appliquez soigneusement la pression vers l'arrière de la table tout en maintenant le support d'aluminium en place avec l'autre main de manière à l'empêcher de plier vers l'arrière.

La Tête de conduits donnera de longues années de service si elle est manipulée avec soin. Les recommandations suivantes concernant les tubes et les chaînettes devraient être attentivement comprises et suivies.

### **Tubes de Latex**

Lorsque vous installez ou manipulez la Tête de conduits, il faut toujours être attentif à manipuler le moins possible les tubes de latex. Le latex est un produit biodégradable qui réagit chimiquement avec les huiles naturelles que nous avons sur la peau. Le latex réagit aussi aux rayons ultra-violets. Toute exposition à ces conditions peut diminuer de façon significative la durée de vie des tubes.

### **Chaînettes conductrices**

Soyez attentif à ne jamais tirer sur les chaînettes qui sortent des tubes. Les délicates chaînettes pourraient se casser ou être arrachées de leur ancrage à l'intérieur de la Tête de Conduits.

### **Tubes et Chaînettes de Remplacement**

Voir la Section "ENTRETIEN RÉPARATION" pour la procédure recommandée pour remplacer des tubes usagés ou des chaînettes brisées.

## **RONDELLES D'ACIER**

Déballez les deux rondelles d'acier (***elles se trouvent dans la même boîte que la Tête de conduits***) et placez-les sur la Table à air.

Vous aurez remarqué l'embout de plastique transparent qui est fixé à l'extrémité de chaque tube de latex de la Tête de conduits. Prenez un des embouts (***il faut toucher le moins possible au tube de latex***) et, après avoir inséré la chaînette qui sort au centre de l'embout dans le tube central d'une des rondelles, pressez l'embout dans le tube de manière à former un joint hermétique.

Cette opération a été correctement effectuée si le bout de la chaînette repose sur la partie métallique au fond du tube et que le joint formé par l'embout et le tube est étanche à l'air.

Répétez la même opération avec le deuxième embout et l'autre rondelle.

### COMPRESSEUR À AIR

Localisez la boîte contenant le compresseur à air (si un compresseur fait partie de l'ensemble que vous avez acheté) et déballez l'appareil. Un tube de plastique devrait se trouver dans la boîte.

Insérez un bout de ce tube sur l'embout de métal à la sortie d'air du compresseur et insérez l'autre bout du tube sur l'embout correspondant se trouvant sur la Tête de conduits.

Branchez le compresseur à une prise 115V et les rondelles d'acier commenceront à flotter sur la Table à air.

### MISE AU NIVEAU DE LA TABLE À AIR

Maintenant que la pression d'air est appliquée, nous pouvons procéder à la mise au niveau de la Table à coussin d'air. Cette opération, très simple comme vous allez voir, est obligatoire pour que les expériences faites sur la Table à air soient significatives. En effet, les enregistrements obtenus lorsque la Table n'est pas au niveau sont automatiquement erronés.

Le guide de mise au niveau sera une des rondelles d'acier.

Placez une des rondelles au centre de la Table à air et observez là. Si elle tend à dériver, cela signifie que la Table à air est penchée dans la direction du mouvement de la rondelle.

Pour corriger cette condition, dévissez un peu la patte qui se trouve dans la direction du mouvement, ou vissez un peu la patte qui se trouve dans la direction opposée au mouvement. Puisque les pattes de la Table à air forment un trépied, une des pattes sera toujours située de manière à ce que son ajustement donne l'effet maximum. Replacez la rondelle au centre de la Table à air et recommencez l'opération autant de fois qu'il sera nécessaire.

Une mise au niveau parfaite a été obtenue lorsque la rondelle a tendance à flotter localement au centre de la table. Notons cependant, que dans les meilleures conditions, la rondelle peut prendre un certain temps pour atteindre un état de repos parfait. Il est tout à fait normal qu'elle ait tendance à dériver légèrement tout en restant proche du centre.

### Interférence des Tubes et des Chaînettes

Si vous placez une rondelle d'acier loin du centre, elle tendra à dériver lentement vers la zone centrale même sur une Table à air parfaitement au

niveau. Ce comportement est normal et ne doit pas être interprété comme une indication que la Table à air n'est pas au niveau.

Puisque le coussin d'air sous la rondelle n'offre pas de résistance au mouvement de la rondelle, la masse du tube de latex et de la chaînette, aussi négligeable soit-elle, sera suffisante pour faire dériver la rondelle d'acier vers le centre jusqu'à ce qu'un point d'équilibre soit atteint.

## PAPIER CARBONE

La feuille de carbone est nécessaire pour permettre l'enregistrement des points générés électriquement qui traceront sur papier normal le cheminement des rondelles. Enlever les rondelles d'acier et tout autre matériel de la surface de la Table à air et déballer une feuille de carbone.

Déballer chaque feuille avec soin car elles sont dispendieuses. Chaque feuille est constituée d'une base d'acétate de haute qualité couverte d'un enduit conducteur à base de carbone. **Enlever la feuille de papier blanc qui protège le côté enduit de carbone de la nouvelle feuille carbonnée.** Ces feuilles de carbone sont TRÈS DURABLES et si elles ne sont pas déchirées accidentellement en laissant les rondelles entrer en contact direct, elles dureront très longtemps. Des centaines sinon des milliers d'enregistrements peuvent en pratique être faits avec la même feuille.

L'apparition de trous<sup>1</sup> ou une décoloration de la surface de carbone aux endroits où les étincelles ont été produites n'affecteront pas de manière sensible les futurs enregistrements. Un trou peut cependant devenir assez grands sous une rondelle maintenue immobile pendant le fonctionnement du chronomètre à étincelle pour que les étincelles cessent de produire des points sous l'autre rondelle qui demeure mobile. Il suffit alors de déplacer un peu la rondelle immobile pour de nouveau retrouver un fonctionnement normal. Aussi longtemps que des points clairement définis apparaissent lors des enregistrements, la feuille de carbone n'a pas besoin d'être remplacée.

Placer la feuille avec le **côté carbonné vers le haut** sur la Table à coussin d'air. Il est suggéré de la centrer aussi bien que possible et la fixer à la Table à l'aide d'un morceau de papier collant à chaque coin. Il faut être attentif à ne pas laisser de poussières ou autres saletés entre la feuille et la surface de verre, et à ne pas laisser de faux plis dans la feuille, ce qui aurait pour conséquence potentielle de faire perdre le coussin d'air lorsqu'une des rondelles passera au-dessus de l'irrégularité, ou à tout le moins de lui faire perdre de l'énergie par frottement.

---

<sup>1</sup> Des trous apparaîtront aux endroits où les rondelles sont laissées immobiles pendant que le chronomètre à étincelles est en opération.

La partie la plus significative de tout tracé est obtenue dans la région centrale de la Table à air, précisément dans la zone où la masse des tubes et des chaînettes est la moins significative.

Toute expérience devrait être préparée en tenant compte que la résistance au mouvement produite par la masse des tubes et des chaînettes, aussi minime soit-elle, sera plus forte le long des côtés de la Table et moins forte dans la région centrale.

### PAPIER ORDINAIRE POUR L'ENREGISTREMENT

Deux types de papier sont disponibles pour l'enregistrement des trajectoires des rondelles, soit le papier de qualité papier journal dit "Newsprint", et le papier blanc dit "Rockland".

Chaque fois que vous voulez enregistrer le cheminement des rondelles dans le cadre d'une expérience, insérez une feuille neuve entre les rondelles et la feuille de papier carbone.

Les points noirs seront enregistrés **SOUS LA FEUILLE**. Ne soyez donc pas surpris de ne pas voir apparaître le tracé sur la feuille pendant que les rondelles sont en mouvement.

#### Papier Newsprint

L'utilisation de ce type de papier est suggérée pour les essais. Ayant une couleur légèrement brunâtre, les points noirs du tracé peuvent sembler moins visibles sur ce type de papier, tout en donnant cependant un résultat très satisfaisant.

#### Papier Rockland

Ce papier blanc est idéal pour obtenir un enregistrement donnant le meilleur contraste. Les points ont un maximum de visibilité lorsqu'ils sont imprimés sur ce papier.

### CHRONOMÈTRE DIGITAL

Un dernier accessoire est requis pour permettre d'enregistrer le mouvement des rondelles sur la Table à air, soit le Chronomètre à étincelles. Cet appareil, s'il a été commandé en même temps que la Table à air, se trouvera dans une boîte séparée de la boîte de la Table à air.

L'emballage du Chronomètre Digital pourra contenir jusqu'à quatre items:

- 1 Chronomètre à étincelles digital
- 1 Commutateur au pied
- 1 Adaptateur 9 VDC

- 1 Guide de l'utilisateur (Si commandé séparément de la Table à air)

Le plus récent modèle de Chronomètre à étincelles, soit le Chronomètre Digital, a été conçu pour être placé à côté de la Table à air aussi près possible du devant de la Table à air. Les câbles électriques noir et rouge fixés à la tête de conduits sont suffisamment longs pour atteindre l'arrière du Chronomètre à étincelles sans interférer avec le mouvement des rondelles ou des tubes.

### **Commutateur au Pied**

**B**ranchez le commutateur au pied à la prise spéciale située au coin gauche inférieur du panneau avant du Chronomètre à étincelles. Le fil devrait être assez long pour permettre au commutateur au pied d'atteindre le plancher.

Le Chronomètre à étincelles **NE FONCTIONNERA PAS** sans le commutateur au pied.

Lorsque le Chronomètre est en marche (les chiffres lumineux à l'avant de l'appareil indiqueront à ce moment une fréquence) et que vous venez juste de lancer les rondelles sur leur trajectoire au dessus d'une nouvelle feuille de papier, appuyez sur le commutateur avec votre pied et maintenez la pression aussi longtemps que vous le voulez que le tracé des rondelles soit enregistré.

### **Câbles de Branchement**

Les deux câbles de branchement (un rouge et un noir) qui sortent de la Tête de conduits permettent de raccorder cette dernière au chronomètre à étincelles. Un examen du panneau arrière du Chronomètre digital vous permettra de reconnaître facilement les prises.

**R**emarquez que les couleurs des fils et des prises peuvent être inversées sans nuire au fonctionnement.

## FONCTIONNEMENT DE LA TABLE À AIR

### LE CHRONOMÈTRE À ÉTINCELLES

Le Chronomètre Digital permet l'utilisation de 90 fréquences distinctes pour enregistrer le mouvement des rondelles. Les basses fréquences sont intéressantes pour les mouvements lents et les plus hautes fréquences sont plus pratiques pour les mouvements rapides des rondelles.

Les fréquences disponibles vont de 10 Hz à 100 Hz. À moins d'indication contraire, la meilleure fréquence pour une expérience donnée doit être déterminée par des essais.

#### **Danger de chocs électriques?**

Le plus récent modèle du Chronomètre Digital étant alimenté en courant par un adaptateur de très bas voltage, il n'existe pas de danger réel de choc électrique si quelqu'un touche les rondelles ou le papier carbone pendant la production des étincelles. La sensation est très semblable à celle des décharges d'électricité statiques produites quelquefois lorsque nous touchons une poignée de porte ou une chaise de plastique. La principale différence étant que la recharge est plutôt rapide et qu'une nouvelle étincelle sera produite au rythme déterminé par la fréquence choisie.

Chaque étincelle est très courte et dure seulement quelques millisecondes. C'est pourquoi un *point* est tracé et non une *ligne*.

**AUCUNE** étincelle ne peut être produite à moins que quelqu'un appuie sur le commutateur au pied.

#### **Si vous pouvez Entendre les étincelles**

Si vous pouvez entendre distinctement les étincelles qui sont générées, cela signifie que l'une des rondelles n'est PAS correctement placée AU DESSUS de la surface couverte par le papier carbone, ou qu'une chaînette ne rejoint pas le fond métallique du tube central de l'une des rondelles. Lorsque les points sont générés pendant que les rondelles glissent normalement au dessus de la feuille de papier, le bruit produit par les étincelles est à peine audible.

#### **Aucune Trace Sur Le Papier**

Souvenez-vous que les points ne seront jamais visibles au dessus de la feuille de papier pendant l'enregistrement. **LA TRACE SERA PRODUITE SOUS LA FEUILLE DE PAPIER.**

Si le Chronomètre à étincelles semble fonctionner correctement mais qu'aucune trace n'apparaît **SOUS** la feuille de papier suite au passage d'une rondelle, cela signifie que les étincelles sont produites dans le chronomètre à étincelles et non à la surface de la Table à air.

Cette condition est plus sujette à se produire lorsqu'une seule des rondelles est utilisée pour une expérience. l'autre rondelle étant typiquement laissée sur un côté près du cadre de la Table à air. Cette condition pourrait permettre à l'électrode centrale de la rondelle inutilisée de se trouver à une distance plus grande que 5 mm de la surface couverte par la feuille de carbone.

Pour corriger cette situation, pliez un des coins éloignés de la feuille de papier pour exposer un peu le coin de la feuille de carbone. Placez la rondelle inutilisée au dessus de ce coin en ayant soin que le centre de la rondelle soit placé au dessus de la surface de carbone. La partie pliée de la feuille aura une épaisseur suffisante pour empêcher le coussin d'air de se former correctement sous cette rondelle, ce qui lui permettra de rester immobile à cet endroit. Votre prochain essai avec l'autre rondelle devrait être couronné de succès (si vous appuyez sur le commutateur au pied!).

### Familiarisez-vous avec le Chronomètre à étincelles

Les points enregistrés par la rondelle raccordée au câble noir seront typiquement légèrement plus foncés que ceux enregistrés par la rondelle raccordée au câble rouge. Ceci est normal et ne devrait pas être perçu comme un signe de mauvais ajustement ou d'un mauvais fonctionnement du Chronomètre à étincelles.

Cette caractéristique est due au principe fondamental selon lequel les étincelles sont produites dans ce modèle de générateur d'étincelles. Les appareils sont calibrés de manière à ce que les étincelles plus pâles produites du côté du câble rouge soient suffisamment claires pour qu'une lecture facile soit possible.

### CHRONOMÈTRE DIGITAL 9 VDC OU 9 VAC



Le Chronomètre Digital fonctionnant à 9 VDC (pour les unités portant le Numéro de Série A3306- ??- ????) ou moins) ou 9 VAC (pour les unités portant le numéro de série A3309- ??- ????) ou plus) est fourni avec un adaptateur approuvé CSA et permet 90 fréquences (de 10

cps à 100 cps) sélectionnables à l'aide de deux boutons poussoirs situés à gauche de l'afficheur digital.

**U**n bouton de "RESET" est situé au coin gauche en haut du panneau avant de l'appareil pour permettre de rétablir le fonctionnement normal si son comportement indique qu'il a cessé de fonctionner normalement.

**L**e circuit principal de l'appareil comporte un microcontrôleur qui, comme tous les ordinateurs, est sujet à cesser de fonctionner lorsque soumis à un champ magnétique de forte intensité. Ceci, cependant, ne se produit pas lorsque les câbles sont correctement raccordés entre l'appareil et la Tête de conduits, que les chaînettes touchent le fond métallique au centre des rondelles et que les deux rondelles circulent au-dessus de la surface carbonée de la Table à air.

**C**ette condition peut cependant se produire si la Tête de conduits est en mauvais état et que la résistance au passage du courant est augmentée ou si les pointes des électrodes centrales visibles sous les rondelles sont très noircies par un long usage. Elle pourrait aussi se produire si on appuie sur le commutateur au pied pendant que les câbles ne sont pas branchés entre la Tête de conduits et le Chronomètre à étincelles ou que les rondelles ne sont pas au dessus de la feuille de carbone.

**L**es fréquences sont calculées par programmation à partir de la très stable fréquence de 12 Mhz du cristal qui permet au microcontrôleur de l'appareil de fonctionner.

**ATTENTION : NE JAMAIS** appuyer sur la pédale au pied lorsque **seulement un** des deux cables venant de la tête de conduit est connecté à l'arrière de l'appareil. Une telle condition **BRÛLERA** une pièce protectrice à l'intérieur de boîtier, ce qui forcera un retour de l'appareil pour réparation avant de pouvoir être de nouveau utilisé.

## LES RONDELLES

### Considérations Générales

**L**a méthode utilisée pour lancer les rondelles fait souvent la différence entre une expérience réussie et une expérience manquée.

**E**n tout temps, **utiliser le minimum de force** nécessaire pour exécuter une expérience de manière satisfaisante. L'utilisation d'une force excessive donne généralement des résultats non satisfaisants sur la Table à air.

**N**ous allons examiner maintenant quelques une des causes d'enregistrements non satisfaisants, et explorer des moyens pour minimiser leurs conséquences.



## Oscillations à Basse Fréquence

Le centre de masse d'une rondelle se trouvant inévitablement au dessus du coussin d'air qui la supporte, toute force appliquée au dessus ou au dessous de ce centre de masse tendra à communiquer à la rondelle un mouvement de balancement en plus de la lancer sur la trajectoire projetée.

Ce mouvement de balancement à basse fréquence peut avoir une amplitude suffisante pour que la rondelle touche au papier pendant son mouvement. Ce contact peut provoquer une perte d'énergie d'une ampleur imprévisible qui pourrait empêcher un enregistrement précis d'une expérience.

### OSCILLATIONS APRÈS LE LANCEMENT

Lorsqu'une rondelle est lancée avec un mouvement rapide de la main, un mouvement de balancement est plus sujet à se produire que si la rondelle est "accélérée" jusqu'à la vitesse désirée. De même, une forte poussée sur la rondelle est plus sujette à produire un mouvement oscillatoire que si la force minimale nécessaire est utilisée.

Lorsqu'un lancement est préparé, plus le tube central est tenu proche de la rondelle, plus le point de poussée éventuel sera proche du centre de masse (***toujours situé sous la surface supérieure de la rondelle***) et plus les chances seront grandes que l'oscillation soit faible.

Une autre technique aidera à éliminer ce mouvement de balancement. En tenant le tube central, lors de la préparation d'un lancement, si une légère pression vers le bas est appliquée, le coussin d'air supportant la rondelle sera comprimé, ce qui créera une condition plus favorable à un lancement stable.

### OSCILLATIONS APRÈS UNE COLLISION

Les oscillations générées au moment du lancement sont relativement faciles à contrôler si les techniques décrites précédemment sont maîtrisées. Celles générées au moment d'une collision entre deux rondelles sont plus difficiles à environner.

Pour que les rondelles restent stables après une collision, les **points au bord de chaque rondelle auquel les deux rondelles vont se toucher (deux points)** et les **centres de masse des deux rondelles (deux autres points)** doivent se trouver sur le même plan horizontal.

Voici les facteurs qui peuvent faire que ces quatre points soient désalignés:

- 1- Une des rondelles oscillait déjà en raison d'un balancement provoqué lors de son lancement et n'était pas parfaitement horizontale lors de la collision.

2- Quoique les rondelles ne présentant pas de mouvement oscillatoire, les centres de masse ne se trouvent pas sur le même plan horizontal (*par exemple, une rondelle est plus légère que l'autre et flotte, par conséquent, plus haut sur son coussin d'air*).

3- Une combinaison de 1 et 2.

Nous avons abondamment considéré les causes et les solutions pour le premier facteur. Nous examinerons le deuxième facteur lors de la description des divers modèles de rondelles un peu plus loin.

### **Enregistrement des Oscillations Indésirables**

L'enregistrement des **oscillations causées par le lancement** est plutôt difficile parce que l'intensité de cette catégorie d'oscillations de basse fréquence est rarement assez forte pour faire en sorte que les rondelles touchent avec force la surface de la Table à air.

La situation est différente cependant pour les **oscillations produites par les collisions** qui provoquent souvent un choc assez fort entre le bord d'une des rondelles et la surface immédiatement après la collision. Ce comportement permet d'utiliser la technique suivante pour enregistrer l'impact.

La méthode implique l'utilisation de papier carbone ordinaire sensible à la pression du type utilisé dans les factures ou mémos à plusieurs copies. (*pas la sorte utilisée pour enregistrer les points sur la Table à air*).

Après avoir enlevé le papier carbone spécial normalement utilisé sur la Table à air, une feuille de papier carbone sensible à la pression est placée "**carbone vers le haut**" sur la Table à air. Une feuille de papier ordinaire neuve est placée au dessus de la feuille de carbone. Diverses collisions peuvent maintenant être essayées et si une des rondelles oscille suffisamment pour toucher la Table à air, une marque claire en forme de croissant s'imprimera sous la feuille de papier ordinaire.

En fait, lorsque la pression d'air semble être un problème, (*coussin d'air trop mince*), cette technique pourrait être utilisée avant d'enregistrer une expérience pour déterminer quelle force devra être utilisée pour lancer les rondelles pour que cette collision particulière se produise sans contact avec la Table à air.

### **Rondelles d'Acier**

Les rondelles d'acier sont des accessoires standard de la Table à air et constituent le principal accessoire de la plupart des expériences faites sur la

Table à air. Il est des plus important de bien comprendre chaque aspect de leur structure et de leur comportement.

**P**remièrement, elles sont massives (*environ 450 g chacune*) pour que l'interférence causée par la masse et la traction des très délicats tubes et chaînettes puisse être considérée négligeable par comparaison. L'effet de cette masse et de cette traction est encore réduit durant la plupart des expériences parce que la partie significative des enregistrements se fait typiquement dans la partie centrale de la table, soit, pratiquement directement sous la Tête de conduits, à l'endroit où l'effet de traction produit par la masse des tubes et chaînettes est pratiquement non-existant.

**O**n serait tenté de penser que le centre de masse d'une rondelle se situe au centre géométrique de la base massive de la rondelle. En réalité, la masse d'autres éléments doit être prise en compte pour déterminer la localisation du centre de masse de l'ensemble.

**L**e tube central, le dessus de plastique, l'embout de plastique transparent qui relie la rondelle au tube de latex et finalement la longueur du tube de latex et de la chaînette qui pendent mollement et dont la masse est supportée directement par la rondelle doivent être pris en compte. Tous ces éléments ont une masse mesurable et sont tous situés **au dessus du centre de masse de la base massive de la rondelle.**

**E**n prenant en considération ces éléments "**permanents**", nous pouvons percevoir que le centre de masse se trouve en réalité un peu au dessus du centre géométrique de la base massive de la rondelle et un peu à côté du centre vertical de la rondelle, du côté où le tube de la chaînette pendent mollement

**Q**elques autres composantes ou accessoires sont occasionnellement aussi à considérer, comme par exemple, le double-crochet ou la masse supplémentaire. Lorsqu'ils sont utilisés, le centre de masse est décalé encore plus vers le haut.

## **LA RONDELLE À CÔTÉ ARRONDI**

**L**a rondelle à côté arrondi a été conçue pour minimiser les oscillations produites lors des collisions. Le profil du côté est arrondi pour que le contact avec une autre rondelle se produise à un point seulement, soit un point situé sur le plan horizontal où le diamètre de la rondelle est le plus grand (*les doubles contacts sont fréquents lorsque des collisions sont produites entre deux rondelles à côté droit*).

De plus, un examen attentif de la rondelle permettra de constater que le plan de plus grand diamètre se situe verticalement un peu **au dessus du milieu de la base de la rondelle**. En fait, le plan de plus grand diamètre a été placé aussi précisément que possible **sur le plan ou le centre de masse se trouvera** lorsque la rondelle est raccordée au tube de latex.

Donc, si aucune oscillation n'est communiquée à la rondelle lors du lancement, cette rondelle aura tendance à être frappée au niveau de son centre de masse lors des collisions et ne tendra donc pas à osciller et à frapper la surface de la table lors de ces collisions. Elle ne sera donc pas sujette à perdre de l'énergie par friction avec la feuille de papier.

Pour conserver la stabilité inhérente à sa conception, il est suggéré de **ne pas ajouter d'accessoires autres que le double-crochet sur cette rondelle**.

Notons ici que la base d'acier chromée de la rondelle n'est pas "**parfaitement élastique**" et qu'une quantité mesurable d'énergie sera absorbée par les rondelles à l'occasion des collisions (**pour des collisions parfaitement élastiques, voyez les "Rondelles Magnétiques", un peu plus loin**) Pour les expériences où la perte d'énergie causée par les oscillations a été éliminée, l'énergie perdue par absorption devient la seule source restante de perte d'énergie. Si cette perte par absorption (relativement faible en réalité) est considérée un facteur non négligeable pour votre expérience, elle peut évidemment être calculée et incluse dans l'analyse de votre expérience.

## LA RONDELLE À CÔTÉ DROIT

La rondelle à côté droit est le compagnon habituel de la rondelle à côté arrondi. En fait, elle est son seul compagnon si les rondelles spéciales n'ont pas été acquises avec la Table à air. Ayant une masse similaire, son centre de masse se situe approximativement à la même hauteur que celui de la rondelle à côté arrondi.

Si la rondelle à côté droit est lancée sans oscillation, elle sera frappée par la rondelle à profil arrondi qu même niveau que son centre de masse et demeurera stable, tout comme la rondelle à profil arrondi.

Ceci cessera d'être vrai cependant si par exemple la masse supplémentaire est placée sur la rondelle à profil droit. Dans un tel cas, la rondelle serait frappée SOUS le niveau de son centre de masse (**puisque le centre de masse aurait été déplacé vers le haut**) et tendra à se mettre à osciller au moment de la collision. Il faut donc lancer les rondelles avec le minimum de force possible pour minimiser l'amplitude de cette oscillation et s'assurer que les rondelles ne touchent pas la table suite à l'induction de ce mouvement oscillatoire.

### Rondelle d'Aluminium

La rondelle d'aluminium est une rondelle plus légère que les rondelles d'acier et a été conçue pour permettre les expériences impliquant des corps ayant des masses différentes. L'utilisation de la rondelle d'aluminium est prévue pour couvrir le même besoin déjà couvert par l'ensemble "masse supplémentaire/rondelle à profil droit", mais avec un ensemble de masses différentes.

La rondelle d'aluminium est cependant beaucoup plus facile à utiliser et, étant plus légère que les rondelles d'acier, flotte plus haut sur son coussin d'air et est ainsi moins sujette à toucher la Table à air suite à l'induction d'oscillations lors d'une collision.

La rondelle d'aluminium **devrait toujours être utilisée avec la rondelle d'acier à profil arrondi** pour des raisons déjà expliquées, jamais avec la rondelle d'acier à profil droit.

### Rondelle de Lucite

Semblable à la rondelle d'aluminium, la rondelle de lucite est encore plus légère et permet de varier encore plus les expériences impliquant des masses différentes. Elle devrait être utilisée de la même manière que la rondelle d'aluminium.

La rondelle de lucite **devrait toujours être utilisée avec la rondelle d'acier à profil arrondi**.

### Rondelles Magnétiques

La paire de rondelles magnétiques a été conçue pour permettre une expérience de "**Collision parfaitement élastique**". Puisque les rondelles ne viennent pas en contact physique durant une "collision", (ELLES NE DOIVENT PAS SE TOUCHER lors d'une expérience. Si elles entrent en contact, la poussée de lancement était trop forte), aucune énergie n'a été absorbée durant l'expérience. Cette particularité, ajoutée au fait que les rondelles flottent sur coussin d'air, permet d'obtenir ce qu'on pourrait qualifier d'**expérience parfaite**.

Les rondelles magnétiques ont été conçues pour être utilisées ensemble et ne doivent pas être utilisées avec les autres rondelles. Voir la section **AIMANTS CIRCULAIRES** pour une possible exception.

### Les Expériences Peuvent-Elles Être Valides en Dépit des Oscillations?

La pratique montre qu'il est plutôt difficile de se débarrasser complètement des oscillations indésirables. et le fait est que même si ces oscillations sont

présentes à un certain degré, aucune perte d'énergie ne sera subie dans la mesure où les rondelles n'entrent pas en contact avec la Table à air lors de ces oscillations.

De manière générale, le simple fait d'être conscient du problème permet à l'expérimentateur de le réduire à une quantité négligeable.

### POULIE

La poulie permet toutes les expériences relatives à la force de gravité. Elle est conçue pour être utilisée avec une ficelle et quelques masses légères de différents formats (non fourni avec la Table à air).

Typiquement, une rondelle est immobilisée au-dessus d'un coin éloigné de la feuille de papier carbone et la ficelle est attachée à un double-crochet qui aura été préalablement inséré sur le tube central de l'autre rondelle. La ficelle est alors passée sur la poulie et une masse légère est suspendue à l'extrémité de la ficelle qui pend librement vers le plancher.

Lorsque la rondelle est relâchée, la masse accélérera en fonction de la force de gravité et le même mouvement sera communiqué à la rondelle par la ficelle. Utilisez le chronomètre à étincelles pour enregistrer des tracés montrant l'accélération due à la gravité en utilisant une variété de masses et de rondelles différentes.

### POTEAUX POUR RESSORTS

Les poteaux pour ressorts (*4 sont fournis*) sont de petits poteaux de plastique filetés qui peuvent être fixés dans des écrous captifs (*6 sont fournis*) qui peuvent glisser librement dans un sillon sur le dessus du cadrage de la Table à air. Ces poteaux peuvent être utilisés pour fixer un bout des ressorts alors que les bouts libres des ressorts peuvent être fixés aux rondelles.

### DOUBLE-CROCHETS

Deux double-crochets sont fournis avec la Table à air. Ils peuvent être insérés (*comme des anneaux*) sur le tube central des rondelles d'acier (*ou de toute autre rondelle en cours d'utilisation*). Ils sont utilisés pour ancrer les ressorts (*un de chaque côté de la rondelle*). Les autres extrémités des ressorts sont fixées aux poteaux déjà décrits précédemment.

### RESSORTS

Les ressorts (deux sont fournis) peuvent être utilisés de plusieurs manières. La principale application cependant consiste à les utiliser pour attacher une rondelle aux deux côtés de la Table à air (voir "**Double-Crochets**" plus haut).

On attire ensuite la rondelle vers un des côtés pour ensuite la relâcher. Elle se met alors à osciller et ce mouvement, entretenu à vitesse décroissante par les ressorts, peut ensuite être enregistré sous forme d'un tracé sinusoïdal dont l'amplitude décroît, en tirant une feuille de papier à vitesse uniforme vers l'avant de la Table à air (L'autre rondelle est laissée stationnaire au-dessus d'un des coins éloignés de la feuille de carbone.).

Une autre application importante consiste à relier une rondelle avec les ressorts, d'un côté au cadre de la Table à air, et de l'autre côté au plongeur du **Pulsateur à vitesse variable**. En ajustant le rythme des pulsations de manière à ce que l'oscillation se maintienne de manière stable à la même amplitude, il devient possible d'enregistrer un tracé sinusoïdal stable à l'aide, idéalement, du **Tire Papier à vitesse variable** ou du **Guide-Papier** si un Tire Papier n'est pas disponible.

Une paire spéciale de ressorts plus courts est fournie avec le Pulsateur à vitesse variable pour être utilisée en combinaison ou en remplacement des ressorts réguliers si ces derniers ne procurent pas une tension suffisante pour qu'une oscillation satisfaisante soit produite.

## BANDES VELCRO

Les bandes Velcro sont utilisées pour faire des expériences de collisions "**totale**ment non-élastiques". Séparez les deux bandes Velcro (elles sont expédiées pressées une contre l'autre) et attachez-en une autour de chaque rondelle. Une petite longueur de Velcro de genre opposé est fixée à un bout de chaque bande pour permettre à celle-ci d'être fixée solidement lorsqu'elle est enroulée et bien tendue autour d'une rondelle.

Assurez-vous de laisser le côté "actif" des bandes Velcro tourné vers l'extérieur. Lorsque ces rondelles seront lancées pour entrer en collision une avec l'autre, les deux bandes Velcro, qui sont de genre opposé, colleront une à l'autre au moment de la collision, les empêchant par la suite de rebondir et de se séparer. Ce comportement simulera "l'absorption *complète*" de l'énergie et permettra l'enregistrement de ce type de collisions.

## BANDES DE CAOUTCHOUC

Deux bandes de caoutchouc sont fournies pour permettre d'expérimenter avec les "collisions **semi-élastiques**". Pour exécuter une telle expérience, il faut enserrer chaque rondelle avec une bande de caoutchouc. Lorsque les rondelles entrent en collision, les bandes de caoutchouc absorberont une quantité considérable d'énergie ce qui fera perdre une quantité facilement mesurable du momentum.

## POTEAU ORBITAL

Le poteau orbital permet d'expérimenter avec les mouvements circulaires. La ventouse permet de fixer ce poteau n'importe où sur la surface de verre près du cadre. Une courte ficelle (non fournie) peut être utilisée pour attacher une rondelle au poteau orbital (voir Double-Crochets).

La rondelle est repoussée pour tendre la corde. On lance alors la rondelle à angle droit par rapport au poteau orbital. Le mouvement circulaire peut alors être enregistré et étudié.

## MASSE SUPPLÉMENTAIRE

La masse supplémentaire (environ 160g) est fournie pour permettre toutes sortes d'expériences avec des collisions impliquant des rondelles de masses différentes. La masse supplémentaire est conçue pour être insérée sur le tube central de la rondelle d'acier à profil droit.

L'utilisation de la masse supplémentaire accroît potentiellement les problèmes associés avec les **oscillations à basse fréquence** (Voir la section où ce sujet a été préalablement discuté).

Lorsque disponibles, utilisez plutôt la rondelle de Lucite ou la rondelle d'Aluminium avec la rondelle d'acier à profil arrondi pour faire ce type d'expériences. L'utilisation de ces rondelles spéciales minimise l'effet de ces problèmes.

## AIMANTS CIRCULAIRES

Lorsque vous ne disposez pas des rondelles magnétiques, les aimants circulaires peuvent être utilisés pour expérimenter avec les "**collisions parfaitement élastiques**". Ils doivent être insérés sur les rondelles d'acier. Ils tiennent plus fermement en place sous les rondelles mais la distance entre la pointe électrique au centre de la rondelle et la surface de carbone devient trop grande pour que les trajectoires des rondelles puissent être enregistrées. Si des étincelles arrivent à se produire entre les rondelles et la surface de carbone (très douteux à cette distance!), les points seront tracés sur le papier avec une marge d'erreur totalement inacceptable dû au facteur d'incertitude inhérent au mode de propagation des arcs électriques.

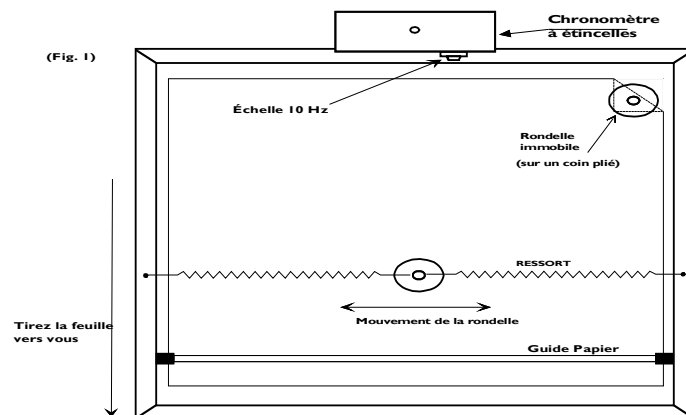
L'utilisation des aimants circulaires augmente aussi la probabilité de problèmes associés avec les oscillations à basse fréquence. Si les rondelles magnétiques sont disponibles, l'usage combiné d'une rondelle magnétique avec une rondelle d'acier sur laquelle un aimant circulaire aura été placé permettra d'expérimenter avec des "**collisions parfaitement élastiques**" impliquant des corps de masses différentes.



## GUIDE PAPER

Si le Tire-Papier à vitesse variable n'est pas disponible, le Guide Papier peut être utilisé pour l'enregistrement d'expériences comportant un mouvement oscillatoire.

Le Guide Papier est utilisé pour forcer la feuille de papier à rester bien à plat sur la surface de la Table à air pendant que l'utilisateur la tire avec ses mains avec un mouvement aussi régulier que possible.



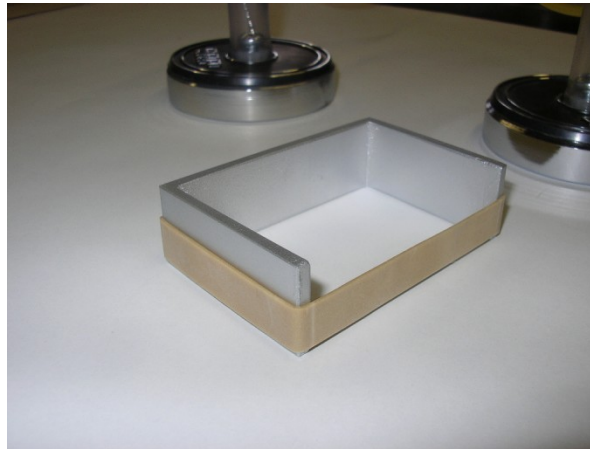
Typiquement, on peut enregistrer de cette manière tout mouvement d'oscillation produit en faisant balancer une rondelle d'un côté à l'autre pendant qu'elle est captive entre deux ressorts.

## LANCEUR DE RONDELLES MANUEL

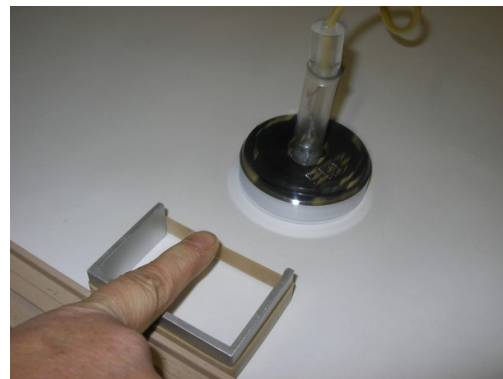
Si vous disposez du lanceur de rondelles manuel, vous pouvez exécuter les divers lancers requis en disposant le lanceur le long

## TABLE À AIR SRP

du cadre selon le type de lancer voulu; dans un coin pour des lancer paraboliques et à plat contre un des côtés pour les lancers droits. Les côtés du support d'aluminium sont suffisamment rapprochés l'un de l'autre pour assurer que la tension de l'élastique sera toujours la même d'un lancer au suivant chaque fois que l'on force la rondelle à buter à fond contre les 2 côtés:



**S**ouvenons-nous que lorsque la table est seulement légèrement penchée vers l'avant en plaçant un objet sous la patte arrière, très peu de force est requise pour lancer une rondelle sur une trajectoire parabolique très acceptable. Ici encore, essais et erreurs permettront de déterminer le meilleur angle et la meilleure tension pour votre expérience.



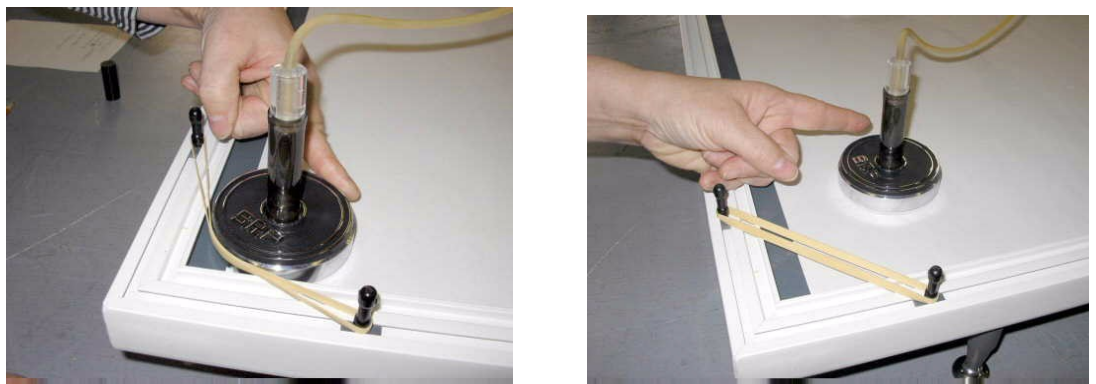
**POUR LANCER, POUSSER LA RONDELLE CONTRE L'ÉLASTIQUE JUSQU'À CE QU'ELLE S'APPUIE CONTRE LES DEUX CÔTÉS DU SUPPORT D'ALUMINIUM ET RELÂCHER. TOUTS LES LANCERS SUBSÉQUENTS DEVRAIENT DONNER DES RÉSULTATS SIMILAIRES TANT QUE L'AJUSTEMENT NE SERA PAS MODIFIÉ.**

### MÉTHODE ALTERNATIVE POUR LANCEUR DES RONDELLES

Pour exécuter des trajectoires paraboliques, il est utile de disposer d'un Lanceur de Rondelles pour les besoins de stabilité. Cependant, une manière peu coûteuse et simple pour lancer les rondelles est disponible avec les accessoires standard de la Table, soit les poteaux pour ressorts et un élastique. Voir les photos :



Rappelons encore que lorsque la table est seulement légèrement penchée vers l'avant en plaçant un objet sous la patte arrière, très peu de force est requise pour lancer une rondelle sur une trajectoire parabolique très acceptable. Ici encore, essais et erreurs permettront de déterminer le meilleur angle et la meilleure tension pour votre expérience.



Pour lancer, pousser la rondelle contre l'élastique jusqu'à ce qu'elle s'appuie contre les deux côtés de la table et relâcher. Tous les lancers subséquents devraient donner des résultats similaires tant que l'ajustement ne sera pas modifié.



## ENTRETIEN ET RÉPARATION

Très peu de pièces de la Table à air ont besoin de remplacement ou d'ajustement. Les tubes de latex et les chaînettes sont des exceptions notoires.

### CHRONOMÈTRE DIGITAL

Le Chronomètre à Étincelles Digital ne nécessite aucun entretien ou recalibration.

### CHRONOMÈTRE À 6 FRÉQUENCES (ANCIEN MODÈLE)

Les fréquences préajustées de l'ancien modèle de chronomètre à étincelles peuvent dériver avec le passage des années. Si votre Chronomètre doit être re-calibré, un technicien qualifié pourra faire l'ajustement à l'aide d'un oscilloscope en suivant attentivement les instructions suivantes.

### RECALIBRATION

**1-** Débranchez le fil d'alimentation électrique avant d'ouvrir le cabinet. Ouvrez le cabinet en enlevant les 4 vis qui retiennent le dos de l'appareil et localisez un ensemble de 6 petits potentiomètres (trim-pots) situés sur le bord du circuit. Chaque potentiomètre contrôle une des fréquences.

**AVERTISSEMENT:** Soyez très prudent, il y a plusieurs condensateurs dans l'appareil et un d'entre eux pourrait avoir retenu une forte charge électrique. Visitez chacun d'entre eux avec un outil approprié (un tournevis par exemple, ayant une poignée isolée) et court-circuitez les deux "pattes" de chacun d'entre eux pour les neutraliser. Préparez-vous à ne pas être trop surpris par la très forte étincelle qui pourrait être produite lors de cette opération.

**2-** Localisez "l'intervalle de sécurité" installé entre les bornes de la bobine d'allumage. (Si vous rebranchez l'appareil et appuyez sur le commutateur au pied, c'est à cet endroit que les étincelles seront produites).

**3-** Connectez la prise de mise-à-la-terre de votre oscilloscope au boîtier du Chronomètre à étincelles.

**4-** Attachez un bout de fil (30 cm de long environ) au terminal vertical de votre oscilloscope qui tiendra lieu d'antenne pour capter le signal en provenance de "l'intervalle de sécurité". ATTENTION: Ne connectez pas le terminal vertical directement au fil rouge du Chronomètre à étincelles (l'antenne de 30 cm captera un signal suffisant pour activer l'oscilloscope).

**5-** Ajustez la sensibilité verticale à 1 ou 2 Volt/cm.

**6-** Ajustez la base de temps à 10 ms/cm.

**7-** Placez l'interrupteur du Chronomètre en position ON.

**8-** Appuyez sur la pédale de contrôle de manière à obtenir des étincelles (voir étape 2).

**9-** Observez les pointes de signal qui apparaîtront sur l'écran de l'oscilloscope.

- Si l'échelle de 100 ms. était bien calibrée, vous verrez une pointe à tous les 10 cm sur l'écran.

- Si un ajustement est requis, localisez le potentiomètre correspondant et ajustez-le à l'aide d'un tournevis approprié jusqu'à ce qu'une pointe à tous les 10 cm soit obtenue sur l'écran.

- Suivez la même procédure pour les fréquences qui restent:

50 ms donne une pointe à tous les 5 cm.

40 ms donne une pointe à tous les 4 cm.

30 ms donne une pointe à tous les 3 cm.

20 ms donne une pointe à tous les 2 cm.

10 ms donne une pointe à tous les 1 cm.

## INTERVALLE DE SÉCURITÉ

Lorsque vous ouvrez le boîtier pour recalibration, soyez attentif à ne pas désajuster "l'intervalle de sécurité" installé sur la bobine d'allumage. L'intervalle de sécurité est constitué d'un petit bout de fil de cuivre soudé à la borne de la bobine à laquelle est connecté le fil rouge. Ce bout de fil est plié de manière à ce que l'extrémité libre du fil pointe vers la surface d'aluminium au-dessus de la prise banane rouge.

**Ce fil ne doit pas toucher le boîtier.** La distance (l'intervalle) entre le bout de ce fil et la surface d'aluminium devrait être d'environ 3/16e de pouce. Cet intervalle fait en sorte que les étincelles sont produites À L'INTÉRIEUR DU BOITIER si une des rondelles est levée pendant que le Chronomètre à étincelles est en opération. Plus l'intervalle est petit, plus les étincelles

produites entre les pointes des rondelles et la surface de carbone seront courtes si une rondelle est levée et plus le voltage maximum possible hors du boîtier du Chronomètre sera faible.

## TABLE À AIR

La Table à air proprement dite ne nécessite aucun entretien.

## TÊTE DE CONDUITS

Quoique ne demandant pas d'entretien spécifique, la Tête de Conduits est un accessoire complexe et délicat qui devrait toujours être manipulé avec soin. Les tubes de latex sont particulièrement sensibles aux rayons ultra-violets et manipulations à mains nues. Ils sont, par nature même bio-dégradables.

Ils peuvent devenir plus rigides à certains endroits et éventuellement percer sur une période de temps allant de 6 mois à plusieurs années dépendant de conditions locales difficiles à identifier.

Lorsque cela se produit, les tubes doivent être remplacés si la dégradation est trop étendue pour qu'ils soient simplement raccourcis légèrement avant de les refixer aux embouts d'aluminium de la tête et aux embouts de lucite.

## REPLACEMENT DES CHAÎNETTES CONDUCTRICES

Les chaînettes conductrices qui sortent de la Tête de conduits peuvent être accidentellement cassées et ont donc quelquefois besoin d'être remplacées.

Pour remplacer une chaînette cassée, il faut d'abord désengager le tube de latex de l'embout d'aluminium correspondant sur la Tête de conduits et tirer délicatement le bout de chaînette qui reste pour exposer un peu le fil de cuivre auquel est attachée la chaînette.

Il faut faire bien attention de ne pas casser ce petit fil lorsqu'on le tire, lorsqu'on détache le bout de chaînette restant et lorsque qu'on fixe la nouvelle chaînette.

Pour que la prochaine opération réussisse, la chaînette et le tube de latex doivent être bien secs.

Après que le tube de latex et la chaînette cassée ont été enlevés, agrippez d'une main l'embout de lucite fixé à une extrémité du tube et laissez pendre le tube vers le bas.

De l'autre main, saisissez la chaînette par le bout qui comporte un anneau et une courte section rigide et levez la chaînette de manière à ce que l'extrémité

libre de la chaînette entre dans l'ouverture de l'embout de lucite tenu dans l'autre main.

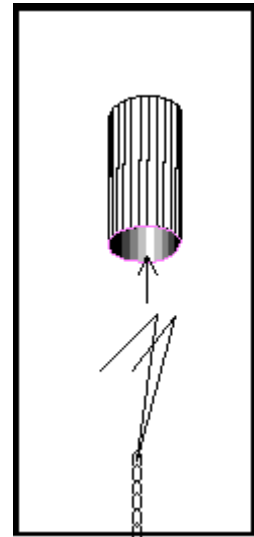
Laissez la chaînette glisser dans le tube. Si la chaînette se bloque, retirez-la légèrement, juste assez pour que "l'embouteillage" soit dégagé, avant de la laisser de nouveau glisser. Après quelques tentatives, le bout de la chaînette aura traversé le tube au complet et ressortira à l'autre bout.

Si vous examinez le dernier maillon de la chaînette, vous constaterez qu'il a été agrandi pour permettre de l'enfiler sur la broche de cuivre qui sort de la Tête de conduits. Insérez ce maillon sur la broche et recroisez cette dernière sur elle-même en spirale pour verrouiller la chaînette en place.

Repoussez délicatement le bout du fil pour qu'il ne dépasse pas au bout de l'embout d'aluminium. IL NE FAUT PAS LE POUSSER JUSQU'AU FOND. Poussez-le juste suffisamment pour qu'il ne touche pas au tube de latex une fois que ce dernier sera réinséré sur l'embout.

En tenant le bout libre de la chaînette, laissez glisser le tube de latex jusqu'à ce qu'il touche l'embout d'aluminium. Nous sommes maintenant prêts à insérer le tube de latex sur l'embout d'aluminium. Pour que cette opération réussisse, il faut mouiller l'embout d'aluminium avec de l'eau (pas de salive, car cela pourrait accélérer la dégradation du tube) pour que le tube glisse facilement sur l'embout.

Engagez le tube sur l'embout d'aluminium avec un mouvement tournant. Glissez-le vers le fond jusqu'à ce que l'embout soit complètement couvert.



## REMPACEMENT DES TUBE DE LATEX

Pour remplacer un tube de latex défectueux, il faut d'abord l'enlever de sur l'embout d'aluminium fixé à la Tête de Conduits. La chaînette doit aussi être détachée du fil de cuivre qui la retient à l'intérieur de l'embout.

Sortez la chaînette du tube usagé et enlevez l'embout de plastique transparent et le manchon d'aluminium qui le retient au tube.

Engagez un bout du nouveau tube sur le petit manchon d'aluminium (une goutte d'eau dans le bout du tube aidera le processus d'insertion). Insérez l'embout transparent à l'autre bout du tube et glissez-le jusqu'à ce qu'il



atteigne le petit manchon d'aluminium. En tenant l'embout de lucite d'une main, tirez sur le tube de l'autre main jusqu'à ce que le manchon d'aluminium vienne se coller contre le bout de l'embout de lucite.

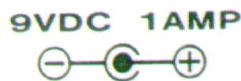
La section précédente "Chaînettes Conductrices" explique comment réassembler le tube et la chaînette.

## POLARITÉ DE L'ADAPTATEUR

### 9 VDC

La polarité et le voltage pour le Chronomètre à étincelles est de **9 VDC** à 1 Amp pour les unités portant le numéro de série A3306-??-???? ou moins. Vérifiez soigneusement la polarité utilisée si vous remplacez l'adaptateur afin de prévenir tout dommage à votre Chronomètre à étincelles.

La grosseur de la prise est **2.1 mm** pour les unités portant les numéros de série de A3115-??-???? à A3306-??-????, et de **2.5 mm** pour les unités portant un numéro de série plus petit que A3115-??-????.



### 9 VAC

Le voltage pour le Chronomètre à étincelles est **9 VAC** à 1 Amp pour les unités portant le numéro de série A3309-??-???? ou plus. Les prises de ces adaptateurs sont de type phono jack 1/8 (0.125 po) et ne sont pas polarisées.

## RÉSOLUTION DE PROBLÈMES

### SÉQUENCE DE RECHERCHE

L'utilisateur doit prendre conscience que la plupart des cas de défectuosité "apparente" du Chronomètre à étincelles lorsque la Table à Air et le Chronomètre sont mis en place pour une nouvelle série d'expérience peuvent être dus à une variété de causes impliquant d'autres composants de la Table à air. Malheureusement, certaines de ces causes externes au Chronomètres peuvent conduire à une défectuosité "réelle" du Chronomètre si l'appareil est TESTÉ À OUTRANCE avant que ce problème externe soit identifié et corrigé.

**Au** début de chaque semestre, ou chaque fois qu'un nouvel enseignant ou technicien commence à utiliser le système pour la première fois, il est recommandé que cette personne lise le manuel de l'utilisateur et/ou discute avec une personne qui a déjà utilisé le système pour se familiariser avec les sources de problèmes possibles.

**Lorsque** toutes les conditions possibles sont bien comprises, très peu de problèmes peuvent survenir avec la Table à coussin d'air SRP.

### CAUSES DE MAUVAIS FONCTIONNEMENT GÉNÉRALES:

- 1- **Si** l'adaptateur de courant est remplacé avec un adaptateur local, il doit avoir une sortie 9 VAC avec prise 2.1mm et capacité de 1 Ampère (pour les unités ayant un numéro de série commençant par A3309-??-???? ou plus). (pour les unités dont le numéro de série commençant par A3306-??-???? ou moins, un adaptateur avec sortie 9 VDC est requis). Une capacité inférieure à 1 Ampère (1000 mA) est insuffisante pour alimenter correctement l'appareil et peut causer un mauvais fonctionnement. Tout voltage supérieur à 9 Volts peut endommager l'appareil.
- 2- **Les** moteurs électriques génèrent un puissant champ magnétique qui est suffisamment puissant pour déstabiliser le microcontrôleur du circuit primaire du chronomètre et peut court-circuiter l'optocoupleur H11D1 de protection. C'est pourquoi il est recommandé de placer le compresseur à air sur le sol sous la table de laboratoire, ce qui établit une distance sécuritaire d'environ 60 cm entre le compresseur et le chronomètre digital.
- 3- **La** Table à air ne devrait pas être installée au dessus d'une surface métallique puisqu'un tel matériel peut contribuer à la transmission de champs magnétiques transitoires qui peuvent interférer avec le fonctionnement de l'appareil.
- 4- **Si** des feuilles de carbone sont achetées localement, il est CRITIQUE de vérifier si elles sont électriquement conductrices. Sinon, toutes les étincelles se produiront sur l'arceau de sécurité (safety gap) à l'intérieur de l'appareil et

AUCUNE TRACE ne pourra être obtenue sur la table. Notons que tout **test à outrance** de l'appareil dans ces conditions peut conduire à brûler le H11D1 de sécurité et possiblement d'autres composantes de l'appareil. La plupart des feuilles dites de "carbone" disponibles sur le marché ne contiennent pas de carbone conducteur mais un enduit À BASE DE CIRE qui ne conduit pas le courant électrique.

#### VÉRIFICATIONS DE ROUTINE:

Lors d'une mise en place de la Table à Air pour une nouvelle expérience, les points suivants doivent toujours être vérifiés si le Chronomètre ne semble pas produire de points sous la feuille de test:

- 5- **Si** le bruit des étincelles est entendu venant de l'intérieur du boîtier du Chronomètre, cela peut signifier que
- a) **L'**une des rondelles ne se trouve pas au dessus de la surface couverte par la feuille de carbone,
  - b) **Ou** que la rondelle non utilisée (le cas échéant) a été laissée trop longtemps sans bouger au même endroit près d'un côté de la Table à air et a eu le temps de brûler un trou suffisamment grand dans la feuille de carbone pour empêcher les étincelles de se produire sur la table.
  - c) **Ou** que l'une des chaînettes ne se rend pas jusqu'au fond du tube central de l'une des rondelles
  - d) **Ou** que la feuille de protection de la feuille de carbone n'a pas été enlevée,
  - 3) **Ou** que la surface carbonée n'a pas été placée face vers le haut.

Lorsque des points sont générés sous la feuille de test alors que les rondelles circule au dessus de la feuille, le son des étincelles est à peine audible.

6- Les deux rondelles doivent se trouver en tout temps au dessus de la surface couverte par la feuille de carbone pour que les points s'impriment sous la feuille de test située entre la feuille de carbone et les rondelles.

7- **Si** seulement une rondelle est requise pour une expérience donnée, l'autre rondelle doit tout de même demeurer sur la table à air en ayant son électrode central au dessus de la surface carbonée. CEPENDANT, si cette rondelle non utilisée demeure trop longtemps immobile au même endroit, un trou de plus en plus grand sera brûlé dans la feuille de carbone sous son électrode centrale jusqu'au moment où la résistance au passage du courant deviendra suffisamment grande pour empêcher les étincelles de se produire sur la table. Elles se produiront alors à l'intérieur du boîtier du Chronomètre sur le "gap" de sécurité. Pour contrôler ce problème il suffit de surveiller l'apparition de tels trous dans la feuille de carbone et empêcher cette situation de se produire, il suffit de déplacer légèrement la rondelle inutilisée de temps en temps.

**NOTER** que le cas numéro 7 précédemment décrit est typiquement la principale cause de "mauvais fonctionnement apparent" du Chronomètre après plusieurs tracés sans problème.

8- **Lorsque** la vérification des conditions 5- à 7- ne résout pas le problème, les connexions de la Tête de conduits doivent être vérifiées. Est-ce que les fils noir et rouge sont bien connectés au Chronomètre? Les tubes de latex sont suffisamment translucide pour permettre de voir les chaînettes conductrices qui se trouvent à l'intérieur. L'utilisateur doit les examiner avec attention pour voir si l'une des chaînettes n'aurait pas accidentellement été tirée vers le bas de manière à ne rejoindre l'embout d'aluminium près de la Tête de conduit.

9- **Des test excessifs** du Chronomètre lorsque celui-ci n'est pas correctement connecté à la Table à air de manière à produire un tracer sur une feuille de test peuvent éventuellement conduire à brûler l'optocoupleur H11D1 de protection. C'est pourquoi une attention IMMÉDIATE et vérification de tous les points précédemment décrits aussitôt que le bruit des étincelles semble provenir de l'intérieur du boîtier du Chronomètre et/ou qu'aucune trace n'apparaît sous la feuille de test reposant sur la feuille de carbone.

**Lorsque** tous les cas de mauvais fonctionnement apparent précédemment décrits sont identifiés et corrigés immédiatement, le Chronomètre donnera des années de service sans problèmes.

### PROCÉDURE SYSTÉMATIQUE DE DERNIER RECOURS

**Noter** qu'il est normal de soupçonner le Chronomètre à étincelles de mal fonctionner chaque fois qu'aucun points n'apparaît sous la feuille de test. CEPENDANT, il est important de comprendre que tout test excessif de l'appareil sans avoir identifié et corrigé la véritable cause du problème peut stresser de manière excessive certains composants du circuit de l'appareil et conduire éventuellement à un mauvais fonctionnement réel.

**D'autres composants** de la Table à cousin d'air peuvent aussi (la plupart du temps en fait) être la cause réelle du mauvais fonctionnement apparent. La procédure suivante permettra d'identifier le composant qui cause le problème.

**Lorsqu'une inspection visuelle** de tous les points décrits précédemment ne permet pas d'identifier et corriger un problème, voici une procédure rapide qui permettra

d'identifier lequel des 5 composants suivants cause le problème ((Chronomètre, pédale d'activation, Tête de conduits, Rondelles, ou feuille de carbone)

1- **D**ébrancher ou couper l'alimentation du compresseur pour diminuer le bruit ambiant. Déconnecter les fils noir et rouge de la tête de conduits de l'arrière du Chronomètre. Connecter la pédale de déclenchement. Mettre l'alimentation à On (les deux chiffres de la fréquence s'illumineront sur le panneau avant de l'appareil) et appuyer sur la pédale.

-- **S**i le son de la fréquence est audible en provenance de l'intérieur du boîtier de l'appareil, cela signifie que l'appareil fonctionne correctement.

-- **S**i aucun son n'est audible, il se peut que la pédale de déclenchement soit défectueuse. Vérifier la prise de la pédale avec un ohmmètre. Si elle fonctionne correctement, il y aura conduction lorsqu'on appui sur la pédale et aucune conduction lorsqu'on la relâche. **S**i la pédale fonctionne correctement, cela signifie alors que le Chronomètre lui-même est défectueux et que tout test supplémentaire devient inutile. Le Chronomètre (ou la pédale) ont besoin d'être réparés.

2- **S**i l'étape 1 confirme que le Chronomètre et la pédale fonctionnent correctement, connecter les fils noir et rouge de la Tête de conduit au Chronomètre (laisser le compresseur débranché). Déconnecter les deux embouts de plastique transparents des tubes centraux des rondelles. Laisser les chaînettes pendre librement sur la table. Placer un matériau non-conducteur (un cahier d'exercices par exemple) sous les chaînettes pour les isoler de la feuille de carbone. **P**lacer les chaînettes très près l'une de l'autre (à environ un millimètre l'une de l'autre) et appuyer sur la pédale. **S**i la Tête de conduit fonctionne bien, les étincelles correspondant à la fréquence seront visible entre les chaînettes pendant que la pédale est en fonction. Cette condition confirme que la Tête de conduits fonctionne correctement.

3- La prochaine étape consiste à examiner la surface inférieure des rondelles d'acier. **L**'usager doit faire glisser une règle ou le côté d'un crayon sur la surface et

être attentive pour voir si l'électrode central a pu reculer trop loin vers l'intérieur de la rondelle. Si l'électrode a reculé, la distance entre la pointe de l'électrode et la surface de carbone a pu devenir trop grande avec le temps pour permettre aux étincelles de se produire sur la table. L'ajustement correct demande que la pointe de l'électrode arrive à égalité avec la surface de la rondelle. On peut visser et dévisser l'électrode avec un tournevis plat inséré à l'intérieur du tube central de chaque rondelle.

4- Si l'étape 2 confirme que la Tête de conduit fonctionne bien et que l'étape 3 confirme que les électrode centrales des rondelles sont à égalité avec la surface des rondelles (souvenons-nous que les 2 chaînettes doivent se rendre jusqu'au fond des tubes pour que la conduction puisse s'établir), cela signifie que tout le système fonctionne bien, et que des traces devraient être obtenues sur les feuilles de test.

Si des points n'apparaissent toujours pas sous une feuille de test, que la Tête de conduit est complètement connectée et que la pédale est appuyée, la cause ne peut alors dépendre que de la feuille de carbone, soit qu'elle est manquante sur la table ou qu'il s'agit d'une feuille à base de cire qui ne peut pas conduire le courant.

# GARANTIE LIMITÉE DE 1 AN

Si pendant la première année d'utilisation ce produit devient défectueux suite à un défaut de fabrication ou de matériel, la réparation ou le remplacement seront fait sans frais pour l'utilisateur.

## **LA GARANTIE NE S'APPLIQUE PAS**

**1-** Aux dommages causés par des accidents, abus, mauvaises manipulations.

**2-** Si l'appareil a été ouvert ou réparé par une personne non autorisée par le fabricant..

**POUR PROFITER DU SERVICE SUR GARANTIE**, contactez votre distributeur pour obtenir ses instructions. Il vous recommandera probablement d'expédier l'appareil **PORT PAYÉ** au manufacturier qui réparera l'appareil et vous le retournera.

**NOTE:** Assurez-vous que l'appareil est **EMBALLÉ AVEC SOIN** pour éviter tout dommage dans le transport (non couvert par la garantie). Incluez aussi une lettre expliquant le problème rencontré.