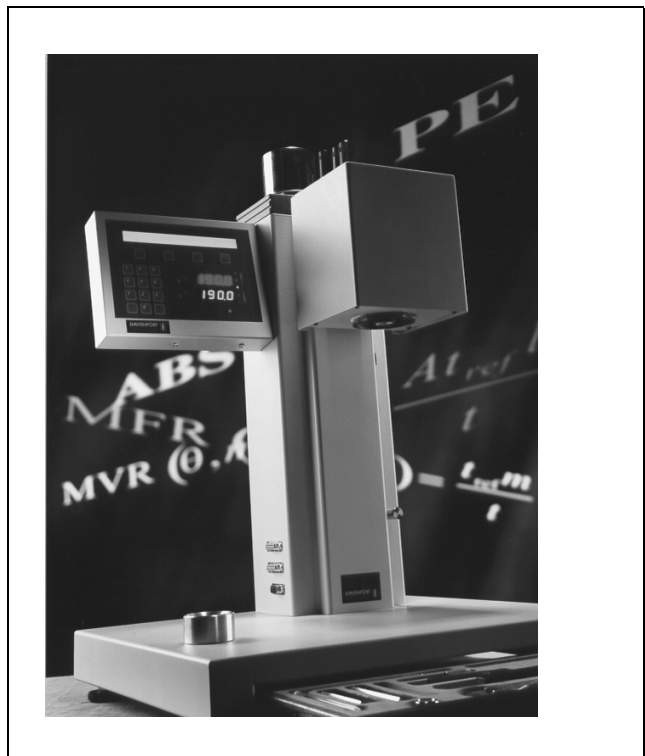


---

# Manuel de l'utilisateur

## Melt Index - Modèle MFI 10

Numéro d'identification 01/2713



**AMETEK**<sup>®</sup>  
TEST & CALIBRATION INSTRUMENTS

[www.lloyd-instruments.com](http://www.lloyd-instruments.com)

**UK**  
Tel +44 (0)1243 833 370  
[uk-far.general@ametek.co.uk](mailto:uk-far.general@ametek.co.uk)

**France**  
Tel +33 (0)1 30 68 89 40  
[general.lloyd-instruments@ametek.fr](mailto:general.lloyd-instruments@ametek.fr)

**Germany**  
Tel +49 (0)2159 9136 510  
[info.mct-de@ametek.de](mailto:info.mct-de@ametek.de)

**Denmark**  
Tel +45 4816 8000  
[ametekdk@ametek.com](mailto:ametekdk@ametek.com)

**USA**  
Florida  
Tel +1 (727) 538 6000  
[chatillon.fl-lar@ametek.com](mailto:chatillon.fl-lar@ametek.com)

California  
Tel +1 (800) 444 1850  
[sales@crystalengineering.net](mailto:sales@crystalengineering.net)

**India**  
Tel +91 22 2836 4750  
[ametekdk@ametek.com](mailto:ametekdk@ametek.com)

**Singapore**  
Tel +65 6484 2388  
[ametekdk@ametek.com](mailto:ametekdk@ametek.com)

**China**  
Shanghai  
Tel +86 21 5868 5111

Beijing  
Tel +86 10 8526 2111

Guangzhou  
Tel +86 20 8363 4768  
[lloyd@ametek.com.cn](mailto:lloyd@ametek.com.cn)

# TABLE DES MATIERES

	Page
<b>1. INTRODUCTION .....</b>	<b>1</b>
1.1 L'Indice de fluidité .....	1
1.2 Autres applications .....	1
1.3 Le rapport de gonflement.....	2
1.4 La tendance à l'allongement.....	2
<b>2. DESCRIPTION DE L'APPAREIL .....</b>	<b>3</b>
2.1 Les éléments constitutifs .....	3
2.2 Utilisation du panneau de commande .....	6
2.3 Procédures d'essai .....	6
2.4 Procédure d'essai .....	11
2.5 Mode superviseur .....	15
2.6 Mode étalonnage .....	16
2.7 Options de mise en route.....	17
2.8 Accessoires.....	18
2.9 Spécifications complémentaires .....	19
2.10 Equipements complémentaires .....	19
<b>3. INSTALLATION .....</b>	<b>21</b>
3.1 Mise en place de l'équipement .....	21
3.2 Contrôleur de température.....	22
3.3 Utilisation de l'horloge de temps de coupe .....	22
<b>4. CALCULS ET PRÉSENTATION DES RÉSULTATS .....</b>	<b>25</b>
<b>5. TECHNIQUES D'UTILISATION .....</b>	<b>27</b>
5.1 Coupe de l'extrudât.....	27
5.2 Importance des rainures du piston .....	27
5.3 Forme des échantillons.....	27
5.4 Nettoyage.....	28
5.5 Différence dans les conditions d'essai.....	29
<b>6. UTILISATION DU CONTRÔLE AUTOMATIQUE DU TEMPS DE DESCENTE DU PISTON .....</b>	<b>31</b>
6.1 Note sur son utilisation .....	31
6.2 Calculs de la densité à chaud.....	31
<b>7. ENTRETIEN .....</b>	<b>33</b>
<b>8. LES THERMOMÈTRES .....</b>	<b>35</b>
8.1 Correction des ruptures des thermomètres à colonne de Mercure .....	35
8.2 Thermomètres à contact à chambres de dilatation .....	35
8.3 Thermomètres à chambres de dilatation et de retrait.....	35
8.4 Thermomètres à alcool rouge.....	36
8.5 Précautions générales d'utilisation des thermomètres .....	36
<b>9. SPÉCIFICATIONS TECHNIQUES .....</b>	<b>37</b>

# **ATTENTION**

**DES TEMPERATURES ELEVEES ET DU PLASTIQUE EN FUSION  
FONT COURANTES LORS DES ESSAIS AVEC UN MFI.**

**TOUTES LES PROCEDURES DE SECURITE DOIVENT ETRE  
STRICTEMENT RESPECTEES.**

**LIRE CE MANUEL AVANT D'UTILISER VOTRE MFI.**



# 1. INTRODUCTION

---

## 1.1 L'INDICE DE FLUIDITÉ

L'indice de fluidité des matières plastiques est la mesure du débit gravimétrique d'un échantillon extrudé à travers une filière selon des conditions de diamètre, de longueur, de température et de pression spécifiques. A chaque type de polymère correspondent des conditions normalisées de température et de pression. Cependant pour comparer un même type de polymère les conditions d'essai doivent être identiques.

Le Melt Index peut être considéré comme un rhéomètre fonctionnant dans des conditions de faible cisaillement. Bien que les contraintes et les vitesses de cisaillement soient plus faibles que celles existantes dans la plupart des procédés de fabrication, les résultats obtenus procurent une indication utile sur la fluidité des différents matériaux au cours de leur transformation. Comme une valeur élevée d'indice de fluidité signifie une transformation plus facile, un polymère à haut indice est généralement choisi quand les vitesses de cisaillement sont élevées, par exemple dans le moulage par injection. L'indice de fluidité permet aussi la mesure du poids moléculaire moyen de l'échantillon et est représentatif de la résistance des matériaux. Le poids moléculaire moyen et l'indice de fluidité sont inversement proportionnels si bien qu'un échantillon de fluidité élevée sera facile à transformer mais aura une faible résistance mécanique.

---

## 1.2 AUTRES APPLICATIONS

Cet appareil peut également être utilisé pour mesurer d'autres propriétés utiles à la connaissance du comportement des polymères. En déterminant l'indice de fluidité sous deux ou plusieurs charges, on obtient des informations utiles sur les propriétés rhéologiques. On peut croire faussement que deux échantillons de polymères ayant le même indice de fluidité dans les mêmes conditions se comporteront de façon identique lorsqu'ils sont soumis à des contraintes de cisaillement plus élevées au cours de moulage ou d'extrusion. Si les échantillons ont des distributions de poids moléculaires (MWD) différentes, l'accroissement de la vitesse de cisaillement qui engendrera un accroissement de la contrainte de cisaillement sera différent car, d'une façon générale, les matériaux ayant une distribution du poids moléculaire plus importante ont une sensibilité au cisaillement plus grande. C'est à dire que le taux de variation de la vitesse de cisaillement est plus important que le taux de variation de la contrainte. On peut donc en testant un polymère sous la charge standard et sous une charge plus élevée, déterminer la relation entre la vitesse de cisaillement et sa contrainte (paramètre de débit). Par exemple, pour le polyéthylène, lorsqu'on accroît la charge d'essai du poids standard de 2,16 kg à 21,6 kg, on augmente le niveau de la vitesse de cisaillement d'un facteur 50 à 100, qui dépend de la distribution du poids moléculaire de l'échantillon et du rapport arithmétique simple. La mesure de l'indice de fluidité

sous 21,6 kg par rapport à celle effectuée à 2,16 kg donne une bonne mesure du débit. Suivant les valeurs de l'indice de fluidité sous 2,16 kg, la valeur trouvée à 21,6 kg peut correspondre à des vitesses de cisaillement supérieures à 100 secondes<sup>-1</sup>, équivalentes à celles rencontrées dans les processus d'extrusion. On peut également déterminer le paramètre de débit à des conditions de températures différentes, ce qui permet d'étudier la sensibilité de l'échantillon en fonction de la température. L'extrudât lui-même, tel qu'il est produit lors des mesures de routine, peut servir à déterminer d'autres propriétés importantes. En effet sa température et son diamètre à la sortie de la filière sont connus, de même que sa vitesse de refroidissement. Par ce fait, deux propriétés importantes pouvant être mesurées plus facilement et avec une plus grande précision à partir de cet appareil, sont le rapport de gonflement ou "DIE SWELL" et la tendance à l'allongement de l'extrudât sous l'action de son poids ou "DRAW DOWN".

---

### 1.3 LE RAPPORT DE GONFLEMENT

Le rapport de gonflement ou *Die swell* est le rapport arithmétique entre le diamètre de l'extrudât une fois refroidi à température ambiante et le diamètre de la filière. C'est un facteur important, en particulier dans l'extrusion de tuyaux et la production d'ébauches par soufflage.

---

### 1.4 LA TENDANCE À L'ALLONGEMENT

La tendance à l'allongement de l'extrudât sous l'action de son propre poids ou *Draw down* est une caractéristique importante en soufflage. On le détermine en mesurant les variations de diamètre le long de l'extrudât. La mesure précise des deux propriétés précédentes dépend essentiellement de celle du diamètre de l'extrudât. Ce dernier doit être aussi circulaire que possible. La cause principale d'une irrégularité est le courant d'air créé par un refroidissement asymétrique. Il faut prendre des précautions pour l'éviter.

PROCEDE	CARACTERISTIQUES DESIREES	SPECIFICATIONS MOLECULAIRES
Thermoformage Soufflage		Faible MFR Large distribution du poids moléculaire.
Extrusion	Faible renflement de la filière.	Distribution du poids moléculaire étroit.
Injection	Bonne fluidité Température modérée Cycle rapide	MFR moyen ou élevé. Distribution du poids moléculaire étroit

Figure 1.

## **2. DESCRIPTION DE L'APPAREIL**

---

### **2.1 LES ÉLÉMENTS CONSTITUTIFS**

L'appareil de mesure de l'indice de fluidité a été conçu suivant les normes ISO 1133 et ASTM D 1238 (la méthode B nécessite la mesure de déplacement du piston). La norme ISO remplace toutes les normes européennes telles que DIN 53735 (Allemagne), NF 51-106 (France), UNI 5640-74 (Italie), UNE 53098 (Espagne). L'appareil fonctionne sur le principe de l'extrusion par un poids dans une chambre de fluidité (cylindre de chauffe) contrôlée par microprocesseur dans laquelle, sous des conditions établies, l'échantillon de polymère est chauffé et extrudé à travers une filière avec un poids connu. Tous les composants sont étalonnés en fonction des normes énumérées ci-dessus.

Il y a deux types d'essais : celui correspondant à la procédure A, découpe manuelle correspondant à des matériaux ayant un MFR compris entre 0.1 et 250 g/10 mn ou pour comparer des polymères chargés ou non. Celui correspondant à la procédure B : méthode automatique nécessite que la densité à chaud soit connue ou calculée à l'aide de l'appareil. Cette dernière méthode est utilisée pour des fluidités comprises entre 0.5 et 900 g /10 mn selon ASTM, mais seulement 100 g / 10 mn selon ISO 1133. Les principales parties de l'appareil sont les suivantes :

#### **CYLINDRE DE CHAUFFE**

Il est réalisé en acier, de diamètre 50,8 mm et long de 162 mm. Il comporte sur toute sa longueur un alésage de 9,55 mm de diamètre. Il est entouré par une épaisseur de 50 mm de matériaux isolants et protégé par une enveloppe métallique.

#### **ÉLÉMENTS CHAUFFANTS**

Le cylindre est chauffé par trois résistances chauffantes également situées autour de l'axe. Ces résistances sont triées afin de procurer une distribution homogène de la chaleur.

#### **RÉGULATEUR DE TEMPÉRATURE**

La température du cylindre de chauffe est contrôlée à l'aide d'un thermomètre à résistance de platine (PT100) associé à un régulateur de température à base de micro processeur. L'opérateur peut ainsi choisir toute température entre + 40 °C et +400 °C à  $\pm 0,1^{\circ}\text{C}$ . La sélection et le réglage de la température du cylindre sont réalisés au moyen des touches de la console.

#### **THERMOMÈTRES**

Les thermomètres utilisés pour des essais normalisés sont étalonnés sur une plage de 4°C par pas de 0,1°C, c'est à dire à  $\pm 2,0^{\circ}\text{C}$  autour de la température

d'essai. Par exemple, un thermomètre pour 190 °C est gradué de 188 °C à 192 °C. Une gamme complète de ces thermomètres (10 au total) est proposée couvrant les conditions d'essai en température suivant la norme ASTM D1238 de A à U. En complément, nous proposons des thermomètres spécifiques à vos propres conditions de température, fabriqués et étalonnés sur les mêmes principes, à condition que les températures soient mesurables. Des thermomètres avec une plus grande échelle de mesure, entre 100 °C et 300 °C, sont aussi disponibles en trois gammes se chevauchant. Ces derniers, bien que moins précis, sont parfois utiles pour un travail plus général.

## **LES FILIÈRES**

Les filières DAVENPORT, en carbure de tungstène, sont fabriquées exactement selon les conditions fixées par la norme : longueur 8 mm, diamètre extérieur 9,47 mm, diamètre intérieur 2,096 mm. Ce dernier est usiné avec une très grande précision. Il est par ailleurs poli. Les tolérances admises à la fabrication sont largement meilleures à celles généralement admises dans les normes publiées, en particulier en ce qui concerne la tendance à l'évasement à l'entrée. Il existe une autre filière, en supplément, relative à la norme BS 2782 méthode 105C (comme Jet B) avec un diamètre de 1,181 mm.

## **PLAQUE SUPPORT DE FILIÈRE**

La filière d'extrusion est maintenue à la base de l'alésage au moyen d'une plaque support de filière située à la base du cylindre de chauffe. Elle est maintenue à l'aide de trois vis à six pans creux, qui s'engagent dans les fentes en trou de clé de la plaque support de la filière, de façon à permettre le démontage de cette plaque support simplement en desserrant les écrous et en tournant la plaque. La plaque standard fournie comporte un disque isolant en Téflon (PTFE), qui permet en outre d'obtenir une coupe plus nette de l'extrudât. Cependant, comme on ne peut utiliser le Téflon à une température supérieure à 200 °C, une plaque support en acier est aussi fournie pour des températures supérieures à 200 °C.

## **PISTON**

Le piston possède à son extrémité inférieure une tête d'un diamètre de 9,47 mm et d'une longueur de 6,35 mm. Le fût, d'un diamètre de 8,89 mm, se termine avec un diamètre réduit entouré par un manchon isolant et résistant à la température. Ceci forme une broche sur laquelle les poids sont placés. Le but de l'isolant est de réduire autant que possible les échanges de chaleur entre le piston et les poids. La masse totale du piston est de 100 grammes et les masses additionnelles pour réaliser la charge de l'essai en tiennent compte. Au début des mesures de l'indice de fluidité des polymères, on utilisait habituellement un piston creux ne pesant que 58 grammes. Il a été ensuite abandonné pour des charges d'essai plus élevées, car sa résistance mécanique était insuffisante. Les poids utilisés avec ces pistons creux NE PEUVENT PAS ETRE UTILISES avec les pistons actuels. Le fût du piston possède sur sa circonférence deux rainures distantes de 30 mm. Ces rainures permettent de connaître la hauteur disponible entre le sommet de la filière et le bas du piston. Lorsque la rainure inférieure du piston est dans le plan horizontal supérieur du cylindre, cette hauteur est de 50 mm ; elle est de 20 mm pour la rainure supérieure. Le but de ces rainures sera expliqué ultérieurement dans ce manuel.



## PANNEAU DE COMMANDE

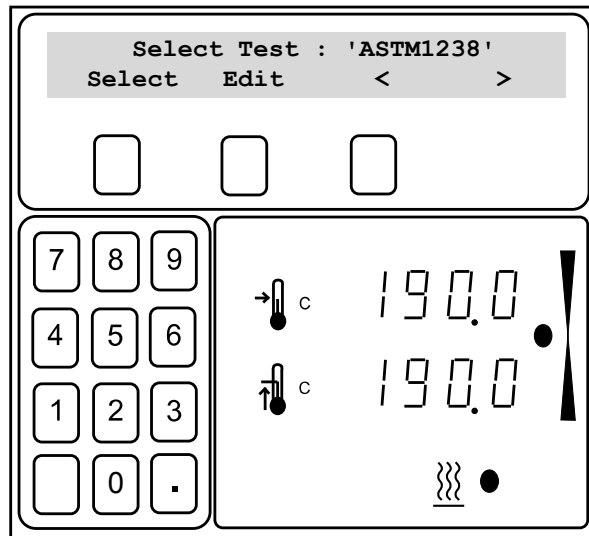


Figure 2.

Le panneau de commande permet de visualiser les informations et d'introduire les procédures d'essai. La température de consigne et celle mesurée sont simultanément affichées en permanence. Les chiffres en vert correspondent à la température de consigne, ceux en rouge indiquent la température actuelle mesurée dans le four. A droite des chiffres, cinq petites lampes indiquent l'état de la température mesurée par rapport à la valeur de consigne. La lampe centrale de couleur verte s'allume lorsque la température mesurée est à  $\pm 0,1$  °C de la température de consigne. Les lampes orange indiquent que la température mesurée est entre  $0,1$  °C et  $0,5$  °C de la température de consigne. Les deux lampes sont rouges quand la température excède celle de consigne de  $\pm 0,5$  °C. La visualisation LCD donne des instructions à l'utilisateur et permet la réalisation de la procédure. Une sonnerie prévient l'opérateur et indique la fin du préchauffage et les temps de coupe.

Le clavier numérique permet l'entrée des paramètres. La touche vierge sert à choisir le mode étalonnage. Les quatre touches juste en dessous de la visualisation servent à choisir les options visualisées sur la deuxième ligne.

Des informations plus détaillées sur le paramétrage seront fournies ultérieurement dans ce manuel.

## HORLOGE AUTOMATIQUE DE CONTRÔLE DU TEMPS DE DESCENTE DU PISTON

Située sur le côté droit de l'appareil elle enregistre automatiquement toutes les mesures en fonction de son paramétrage. La distance à partir de laquelle l'essai débute est programmée dans la procédure. Les distances normalisées sont de 2 mm et 20 mm suivant la norme ISO 1133 et 6,25 mm et 2,54 mm suivant la norme ASTM D 1238.

---

## 2.2 UTILISATION DU PANNEAU DE COMMANDE

La première ligne de la visualisation LCD procure à l'utilisateur les informations et les instructions. La seconde visualise les messages utilisés pour définir par logiciel la fonction de quatre touches situées sous la visualisation. En appuyant sur la touche choisie on actionne la fonction correspondante visualisée.

---

## 2.3 PROCÉDURES D'ESSAI



```
DAVENPORT MELT FLOW INDEXER  
V 1.0 30/04/96
```

Figure 3.

Ce message est visualisé pendant 3 secondes après la mise sous tension. Puis le message suivant est visualisé. La seconde ligne indique le numéro de la version et sa date de mise à jour. Si les mémoires EPROM sont remplacées par une nouvelle version, le nouveau numéro est visualisé, mais il faut réinitialiser les mémoires internes. Cependant les procédures mémorisées seront perdues et seul l'étalonnage en température est conservé.



```
Choix de l'essai :  
Standard   Départ   Menu
```

Figure 4.


Cet écran apparaît lorsqu'on veut choisir une des procédures mémorisées où en définir une nouvelle. Il apparaît aussi lorsqu'un essai est arrêté à un endroit quelconque afin d'en sélectionner un autre. La procédure par défaut est celle présente lors de l'arrêt de l'appareil. Les flèches permettent de se déplacer à travers les différentes procédures. La touche Menu permet à l'utilisateur de personnaliser ses procédures d'essai. Cet écran ne sera pas normalement montré après la mise sous tension. Pour forcer cet écran à apparaître à la mise sous tension, l'option adéquate dans la procédure d'essai par défaut doit être choisie. En choisissant *Départ*, vous accéderez à l'écran suivant et demanderez au contrôleur de température de commencer à chauffer le four jusqu'à la température spécifiée dans la procédure choisie.



```
AFRT NON CONNECTE  
IGNORER   ANNULER
```

Figure 5.

Cet écran apparaît seulement si l'essai nécessite un AFRT et s'il n'est pas connecté. Connectez l'AFRT ou choisissez IGNORER pour réaliser un essai classique.



```
POSITIONNER EN BAS LE BRAS DE MESURE  
ANNULER
```

Figure 6.

Si l'essai nécessite l'AFRT, le MFI doit connaître sa position relative par rapport au four. En positionnant le bras de l'AFRT en bas de son déplacement, un contact est activé qui indique une position de référence. Cette information est seulement nécessaire quand le MFI a été arrêté. Si l'AFRT a été déconnecté ou si la mémoire interne a été réinitialisée, il faut de nouveau étalonner l'AFRT. C'est une procédure simple que l'on peut effectuer quand on le désire. Suivre les instructions de l'écran où se référer au paragraphe sur l'étalonnage de l'AFRT.

```
FOUR EN CHAUFFE
PATIENTEZ   ANNULER
```

Figure 7.

Cet écran apparaît lorsque le contrôleur de température chauffe le four jusqu'à la température programmée. Quand la température du four s'est stabilisée à  $\pm 0,1$  °C pendant 10 secondes, une sonnerie l'indique et le message suivant apparaît.

```
CHARGER L'ECHANTILLON
COMPRIMER   ANNULER
```

Figure 8.

Cet écran demande à l'opérateur de commencer à remplir le four avec l'échantillon à tester. La même quantité d'échantillon de polymère doit être utilisée chaque fois pour augmenter la répétabilité de l'essai, en particulier pour des contrôles de qualité (se référer à la figure 57). Dès le départ du processus de chargement, il faut appuyer sur la touche COMPRIMER. Ceci a pour effet de lancer le temps de préchauffage et visualise le message suivant.

*Conseil de chargement : lors du remplissage, agiter l'entonnoir d'un côté à l'autre pour diminuer le temps de chargement.*

```
COMPRIMER L'ECHANTILLON
OK       ANNULER
```

Figure 9.

L'échantillon doit être comprimé. Appuyer sur OK quand vous êtes sûr que l'échantillon a été correctement comprimé sans bulle d'air. Le processus doit continuer pour une minute au plus. Il y a ensuite sonnerie et apparition du message suivant.

*Conseil pour comprimer : comprimer fermement. Ne pas remuer l'outil de chargement de haut en bas, sinon vous introduirez des bulles d'air et salirez le four avec du plastique qui pourrait freiner le déplacement du piston dans le four.*

```
POSITIONNER LE PISTON SUR SON SUPPORT
OK       ANNULER
```

Figure 10.

Après avoir comprimé l'échantillon, le piston doit être positionné sur son support. Ce message dure 10 secondes. Deux supports de piston sont fournis, un de 81 mm de long pour les polymères à indice de fluidité supérieur à 5 g / 10 mn et un autre plus court de 71 mm, pour les indices de fluidité inférieurs à 5 g / 10 mn.

METTRE LE POIDS (2.16 kg)  
OK      ANNULER

*Figure 11.*

Mettre le poids sur le piston. La valeur entre parenthèses est celle du poids indiqué dans la procédure. Ce message s'affiche pendant 10 secondes seulement.

FIXER LE BRAS DE MESURE SOUS LE POIDS  
OK      ANNULER

*Figure 12.*

Si vous travaillez en volume, vous devez fixer le bras de mesure sous le poids. Si vous ne travaillez pas en volume, ce message ne sera pas présenté. Ce message s'affiche pendant 10 secondes seulement.

TEMPS DE PRECHAUFFAGE 2:30 (6.00)  
ANNULER

*Figure 13.*

L'appareil préchauffe l'échantillon pour la durée prévue dans la procédure. Il est normalement de 6 minutes à partir du chargement de l'échantillon. Sont affichés le temps de préchauffage (6.00) et celui écoulé (2.30).

RETIRER LE SUPPORT DU PISTON  
OK      ANNULER

*Figure 14.*

A la fin de la période de préchauffage le support du piston doit être retiré pour permettre au piston de se déplacer librement. Ce message s'affiche pendant 10 secondes seulement.

PRECHAUFFAGE FINI, DEPART ESSAI?  
DEPART      ANNULER

*Figure 15.*

En coupe manuelle l'opérateur attend que la marque inférieure du piston arrive au sommet du cylindre de chauffe. Dès qu'elle y parvient, il faut immédiatement appuyer sur DEPART et couper l'extrudât en même temps. Le temps visualisé correspond au temps écoulé depuis l'introduction de l'échantillon. Pour cette méthode l'écran suivant correspond à la figure 16 ou 17 si le temps de départ de l'essai n'est pas atteint. Si c'est la méthode volumique qui est utilisée, le message suivant s'affiche.

PRECHAUFFAGE FINI, ATTENTE DEPART  
ANNULER

*Figure 16.*

Quand la marque inférieure du piston atteint le sommet du cylindre de chauffe l'appareil commencera automatiquement la mesure du temps mis par le bras pour se déplacer sur la distance spécifiée.

```
TEMPS DEPART ESSAI PAS ATTEINT 6.30
CONTINUER   ANNULER
```

Figure 17.

La procédure d'essai permet à l'utilisateur d'entrer un temps minimum entre celui où l'échantillon est positionné dans le cylindre et celui où s'effectue la première mesure. Ce message s'affiche uniquement si ce temps minimum n'est pas atteint. L'utilisateur a alors le choix entre CONTINUER ou ANNULER l'essai. S'il choisit CONTINUER un message d'erreur sera édité sur une imprimante. Pour la plupart des essais, le temps minimum est de 6 minutes, de même pour le temps de préchauffage, si bien que cette situation ne devrait pas apparaître.

```
COUPER L' EXTRUDAT
ANNULER
```

Figure 18.

Ce message s'affiche uniquement pour la méthode manuelle. Ce message s'affiche pendant 5 secondes seulement.

```
TEMPS DE DEPART D'ESSAI DEPASSE
CONTINUER   ANNULER
```

Figure 19.

La procédure permet à l'utilisateur d'entrer un temps maximum entre l'introduction de l'échantillon et la première mesure. Ce message s'affiche uniquement si ce temps est dépassé. L'utilisateur a alors le choix entre CONTINUER ou ANNULER l'essai. S'il choisit CONTINUER un message d'erreur sera édité sur une imprimante.

```
TEMPS DE COUPE 35 Sec (60 Sec)
DERNIER   MODIFIER
```

Figure 20.

En méthode manuelle, ce message s'affiche et indique le temps restant avant la prochaine coupe. La valeur entre parenthèses est l'intervalle de temps entre chaque coupe. Deux secondes avant la coupe, deux sons courts suivis par un plus long indiquent d'effectuer la coupe. Cette séquence sonore augmente la précision de la méthode manuelle. En mode superviseur il est possible d'ôter cette séquence sonore. Quand le temps écoulé atteint zéro et que la séquence sonore fonctionne un message s'affiche demandant à l'utilisateur d'effectuer la coupe. A la dernière coupe, l'opérateur doit appuyer sur la touche DERNIER. Toutes les coupes doivent être effectuées avant que la marque supérieure du piston n'atteigne le sommet du cylindre. Si on utilise aussi la méthode volumique, l'essai se termine dès que la marque supérieure du piston atteint le sommet du cylindre.

```
COUPER L' EXTRUDAT
DERNIER   MODIFIER
```

Figure 21.

Ce message s'affiche pendant 5 secondes. La norme requiert au moins 3 bons extrudâts. Les extrudâts contenant des bulles ne doivent pas être utilisés. Les bons extrudâts doivent être pesés et enregistrés suivant l'ordre de coupe.

```
MESURE DU DEPLACEMENT
ANNULER
```

Figure 22.

Si la méthode manuelle n'est pas utilisée, ou si le temps de coupe est terminé avant celui de la mesure du déplacement, ce message s'affiche. Il disparaîtra dès la fin de la mesure du déplacement.

```
POIDS DE L'ECHANTILLON (g) [1] 0.234
TERMINE      ENTRER      ESPACE      ANNULER
```

Figure 23.

Cet écran s'affiche en méthode manuelle pour permettre à l'utilisateur d'entrer les valeurs des poids des extrudâts. Chaque valeur peut avoir 5 décimales suivies par ENTRER. La norme requiert que le poids de chaque extrudât soit connu avec 4 décimales. L'utilisateur a la possibilité de modifier les poids après lecture du résultat, dans ce cas le message ANNULER est remplacé par MODIFIER.

```
MFR (g/ 10 min.) 1.0525
MOD POIDS  ENCORE      IMPRIMER  ESSAI N
```

Figure 24.

Affiche la valeur en g/10 mn. de l'échantillon en méthode manuelle. En mode volumique, la touche ENCORE permet de visualiser des résultats complémentaires.

```
MVR (cc/ 10 min.) 1.4700
REPETER     ENCORE      IMPRIMER  ESSAI N
```

Figure 25.

Le résultat de la valeur en volume par unité de temps s'affiche. La touche ENCORE permet d'afficher des résultats complémentaires.

```
DENSITE A CHAUD (g/cc) 0.6410
REPETER     ENCORE      IMPRIMER  ESSAI N
```

Figure 26.

La valeur de la densité à chaud est affichée et est calculée à partir du rapport entre MFR et MVR. Ce résultat ne s'affiche que s'il est demandé.

```
MFR AFRT (g/ 10 min.) 1.0525
REPETER     ENCORE      IMPRIMER  ESSAI N
```

Figure 27.

Visualisation de la valeur en masse par unité de temps, essai réalisé avec la mesure de déplacement. Calculé à partir du rapport entre le MVR et la densité à chaud introduite dans la procédure.

En choisissant REPETER à l'un des écrans ci-dessus, l'essai sera recommencé en utilisant les mêmes paramètres de la procédure d'essai. ENCORE fera s'afficher l'écran suivant en fonction de l'essai choisi. IMPRIMER fera s'afficher un écran

spécifique à l'impression. ESSAI N permet de choisir un nouvel essai ou de définir une nouvelle procédure.

```
SELECTIONNER LES OPTIONS D'IMPRESSION
PROCEDURE   ECHANT   RESULTATS   TOUT
```

Figure 28.

Cet écran permet à l'utilisateur de choisir l'impression. En sélectionnant TOUT il y aura impression de la procédure d'essai, de la liste des échantillons et des résultats en une seule fois.

```
IMPRESSION
ANNULER
```

Figure 29.

Indique le mode impression. ANNULER provoque l'arrêt d'impression.

---

## 2.4 PROCÉDURE D'ESSAI

La série suivante d'écrans est utilisée pour réaliser la procédure d'essai. Là où les options OUI/NON sont proposées, les choix actuels sont visualisés au-dessus des flèches gauche et droite. Là où des valeurs doivent être introduites, la valeur précédente est proposée par défaut et peut être choisie en appuyant sur la touche VALIDER. Comme toutes les autres valeurs, les valeurs par défaut peuvent être choisies en appuyant sur la flèche gauche, il est ainsi simple de réaliser une procédure sans avoir à se souvenir de toutes les conditions précédentes. Une fois la procédure définie, elle peut être sauvegardée dans une mémoire non volatile. Il est ainsi possible de mémoriser jusqu'à 10 procédures différentes et de les rappeler. Nous fournissons en tant qu'exemple deux procédures. Une pour la méthode manuelle, l'autre pour celle volumique.

```
ENTRER LE MOT DE PASSE
VALIDER   MODIFIER   ESPACE
```

Figure 30.

Si dans le mode superviseur un mot de passe a été choisi, il est nécessaire de l'introduire pour avoir accès aux procédures. Seules les personnes ayant accès au mode superviseur peuvent modifier les procédures. S'il n'y a pas de mot de passe en vigueur cet écran n'apparaît pas.

```
ENGLISH MESSAGES
OK   <---      --->
```

Figure 31.

Choix de la langue utilisée.

```
MESURE DE DEPLACEMENT UTILISEE?
OUI   NON
```

Figure 32.

Permet de choisir ou non la mesure en volume avec l'AFRT (normes ISO 1133 et ASTM D 1238 Procédure B).

```
DISTANCE DU DEPLACEMENT (mm) 2.00
VALIDER      MODIFIER      ESPACE
```

Figure 33.

Quand la mesure en volume est utilisée, il faut indiquer la distance de déplacement du piston servant à effectuer les mesures. Pour une mesure unique, cette valeur peut aller jusqu'à 30 mm. Pour une série d'essais, cette valeur doit être plus faible, le nombre total de lectures des distances devant être inférieur à la valeur totale de déplacement du piston.

```
NBRE DE LECTURES DEPLACEMENT 5
VALIDER      MODIFIER      ESPACE
```

Figure 34.

Précise le nombre de lectures à effectuer à la distance spécifiée ci-dessus. La norme ISO 1130 Procédure B précise qu'il faut au moins trois points de mesure.

```
DENSITE A CHAUD (g/cc) 0.760
VALIDER      MODIFIER      ESPACE      CALCULS
```

Figure 35.

Si l'utilisateur connaît la densité à chaud de son produit, elle peut être ainsi introduite. Cette valeur est utilisée pour calculer le MFR à partir du MVR calculé avec l'AFRT. La densité visualisée est celle d'une résine PE standard utilisée pour vérifier nos équipements avant livraison.

Nota : la densité à chaud N'EST PAS identique à celle du produit solide et peut être calculée de la façon suivante :

$$d = m / (0,711 \times l)$$

- $d$  est la densité en  $g / cm^3$  du produit à la température de l'essai.
- $m$  est la masse moyenne des extrudâts en grammes
- $l$  est la distance prédéterminée de déplacement du piston.

L'utilisateur peut aussi en choisissant CALCULS, dans ce cas la densité à chaud est calculée à partir du rapport entre MFR et MVR. L'option « méthode manuelle » est automatiquement ajoutée à celle de la mesure volumique.

```
METHODE DE COUPE?
OUI      NON
```

Figure 36.



Permet de choisir la méthode manuelle. Si la mesure du déplacement n'est pas intégrée à l'appareil, ce choix est automatiquement OUI. Il en est de même si la mesure de déplacement est intégrée et l'option n du calcul de la densité à chaud choisies. Cette méthode est requise pour calculer les résultats suivant les normes ISO 1133 Procédure A et ASTM D 1238.



```

ETENDUE DE MFR ADMISE (%) 15.0
VALIDER      MODIFIER      ESPACE
  
```

Figure 37.

Permet d'indiquer les valeurs limites admises pour la méthode manuelle. Si l'étendue des valeurs est hors limites, il y a impression d'un message d'erreur avec les résultats. Cette étendue est calculée comme la différence entre le poids minimal et le poids maximal divisée par le poids moyen des échantillons. Toute valeur comprise entre 0 et 100% peut être introduite. Cependant la norme ISO 1133 Procédure A spécifie une étendue maximale de 15 %. Cette option n'existe que dans la méthode manuelle de coupe.



```

TEMPS DE COUPE (secondes) 60
VALIDER      MODIFIER      ESPACE
  
```

Figure 38.

La norme précise que le temps de coupe entre chaque échantillon en fonction de la plasticité du produit. A chaque temps de coupe une alarme sonore est activée. Toute valeur comprise entre 4 et 999 secondes peut être introduite ; elle est fonction du type de matériaux et du poids appliqué à celui-ci. Le temps de coupe doit être choisi de façon à ce que la longueur de l'extrudât soit comprise entre 10 et 20 mm. Cette option n'existe que dans la méthode de coupe manuelle.



MFI (g/ 10 mn)	Temps de coupe de l'extrudât (s)
0,1 à 0,5	240 (1)
> 0,5 à 1,0	120
> 1,0 à 3,5	60
> 3,5 à 10	30
10	5 à 15 (2)

Figure 39.

- (1) ISO 1133 recommande cette mesure entre 0.1 g / 10 mn et 100 g / 10 mn bien que ASTM D 1238 la recommande jusqu'à 900 g / 10 mn.
- (2) ISO 1133 recommande que tous les polymères avec une fluidité supérieure à 25 g / mn utilisent la procédure B ou un système automatique de coupe jusqu'à moins que 0,1 seconde. Ceci afin d'obtenir une bonne répétabilité.

```

REGLER LA TEMPERATURE (°C) 190.0
VALIDER      MODIFIER      ESPACE
  
```

Figure 40.

Précise la température de fonctionnement de l'essai. Valeur comprise entre 40 °C et 400 °C.

```

POIDS UTILISE? (kg) 2.160
VALIDER      MODIFIER      ESPACE
  
```

Figure 41.

Précise la valeur du poids utilisé au cours de l'essai. Cette valeur est visualisée au moment où l'appareil demande de positionner le poids. Ce rappel du poids utilisé évite des erreurs opératoires en cas d'utilisation de poids multiples. Cette valeur apparaît aussi sur le procès verbal d'essai.

```

TEMPS DE PRECHAUFFAGE (mn, secs) 6.00
VALIDER      MODIFIER      ESPACE

```

Figure 42.

Permet l'introduction du temps de préchauffage entre 1 et 99 minutes par pas de une seconde. C'est le temps total entre le moment où l'on charge l'échantillon dans le cylindre et celui où on effectue la première coupe, y compris le temps pour charger le produit. La norme ISO 1133 recommande un temps compris entre 6 à 8 minutes.

```

DUREE MIN DEPART ESSAI (mn, secs) 6.00
VALIDER      MODIFIER      ESPACE

```

Figure 43.

C'est le temps minimum écoulé entre le début du chargement de l'échantillon dans le cylindre jusqu'à la première coupe de l'extrudât ou la première lecture du déplacement. Si ce temps minimum n'est pas atteint, un message d'erreur sera visualisé. L'utilisateur a alors le choix entre continuer ou arrêter l'essai. Si l'on continue un message d'erreur sera imprimé dans le procès verbal d'essai.

```

DUREE MAX DEPART ESSAI (mn, secs) 8.00
VALIDER      MODIFIER      ESPACE

```

Figure 44.

C'est le temps maximum écoulé entre le début du chargement de l'échantillon dans le cylindre jusqu'à la première coupe de l'extrudât ou la première lecture du déplacement. Si ce temps maximum est dépassé, un message d'erreur sera visualisé. L'utilisateur a alors le choix entre continuer ou arrêter l'essai. Si l'on continue, un message d'erreur sera imprimé dans le procès verbal d'essai.

```

DUREE TOTALE MAX ESSAI (mins, secs) 25.00
VALIDER      MODIFIER      ESPACE

```

Figure 45.

C'est le temps maximal que doit durer l'essai. Si ce temps maximum est dépassé, un message d'erreur sera imprimé dans le procès verbal d'essai.

```

DEPART DE CHAUFFE A LA MISE EN ROUTE?
OUI  NON

```

Figure 46.

Si oui est répondu (valeur par défaut), l'appareil se mettra en chauffe dès sa mise sous tension. Sinon, à la mise sous tension il sera visualisé un écran vous demandant la procédure à utiliser. Le cylindre sera mis en chauffe qu'après le choix d'une procédure.

```

NOM DE L'ESSAI: AFRT 190°C
VALIDER

```

Figure 47.

Permet à l'utilisateur d'entrer le nom de l'essai qui doit être au plus de 10 caractères. Les flèches haute et basse sont utilisées pour modifier la lettre

soulignée. Une liste de caractères alphanumériques et des symboles spécifiques est mémorisée. En appuyant sur la flèche DROITE on fait déplacer le curseur d'une position à l'autre. Après le dixième caractère, le curseur revient à la première position. En validant, on obtient l'écran suivant.

```
PROCEDURE TERMINEE. SAUVER LES OPTIONS
SAUVER          CREER          ANNULER
```

Figure 48.

Après avoir programmé une procédure d'essai, celle-ci peut être sauvegardée dans une mémoire non volatile et rappelée. En choisissant SAUVER, on réécrit sur la procédure précédente. En choisissant CREER on crée une nouvelle procédure.

## 2.5 MODE SUPERVISEUR

Ce mode peut être choisi à la mise sous tension de l'appareil en appuyant sur la première touche optionnelle puis sur la troisième alors que DAVENPORT s'affiche. On obtient ainsi la liste suivante des options de la configuration de l'appareil.

```
ENTRER LE MOT DE PASSE
VALIDER          MODIFIER          ESPACE
```

Figure 49.

Si un mot de passe est nécessaire, il faut l'indiquer maintenant pour avoir accès aux options. Seul le superviseur a la possibilité de modifier la configuration.

```
POSITION DEPART BRAS DE MESURE (mm) 50.0
VALIDER          MODIFIER          ESPACE
```

Figure 50.

On indique la position du bras de mesure au départ de l'essai. Permet d'indiquer la distance entre la position basse du piston et le sommet de la filière. La norme ISO 1133 précise que cette distance doit être de 50 mm et c'est la valeur par défaut. La norme ASDTM requiert une distance de 48 mm.

```
POSITION ARRIVEE BRAS DE MESURE (mm) 20.0
VALIDER          MODIFIER          ESPACE
```

Figure 51.

On indique la position du bras de mesure à la fin de l'essai. Permet d'indiquer la distance entre la position basse du piston et le sommet de la filière. ISO 1133 précise que cette distance doit être de 20 mm

```
UTILISATION DE LA SONNERIE?
OUI    NON
```

Figure 52.

La sonnerie peut être mise en marche ou non. Par défaut la sonnerie est actionnée.

```
UTILISATION DE L'ALARME SONORE DE COUPE?  
OUI   NON
```

Figure 53.

Permet ou non d'actionner la sonnerie indiquant à l'opérateur de couper l'extrudât. Par défaut la sonnerie est actionnée.

```
UTILISATION DU MODE ETALONNAGE?  
OUI   NON
```

Figure 54.

On obtient le mode étalonnage en appuyant sur la touche sans indication (bas du coin gauche du pavé numérique).

```
ENTRER UN NOUVEAU MOT DE PASSE  
VALIDER   MODIFIER   ESPACE   AUCUN
```

Figure 55.

S'il existe un mot de passe, il peut être confirmé en appuyant sur la touche VALIDER. Pour changer le mot de passe, appuyer sur MODIFIER. Si vous ne désirez pas de mot de passe, appuyez sur AUCUN. Un mot de passe peut contenir jusqu'à 8 caractères choisis à l'aide du pavé numérique.

```
ESSAI DU NOUVEAU MOT DE PASSE  
VALIDER   MODIFIER   ESPACE
```

Figure 56.

Si le mot de passe a été modifié, l'utilisateur a la possibilité de vérifier sa validité en l'introduisant, puis en terminant avec la commande ENTRER. S'il y avait une erreur, il vous serait demandé de rentrer le mot de passe une nouvelle fois.

---

## 2.6 MODE ÉTALONNAGE

On obtient le mode étalonnage en appuyant sur la touche sans indication (bas du coin gauche du pavé numérique) en cours d'essai. Il ne peut être obtenu au cours de la réalisation d'une procédure. Ce mode permet l'étalonnage de la température et celui de la mesure du déplacement du bras de mesure (méthode volumique). L'étalonnage du déplacement doit être effectué après chaque mise à zéro des mémoires. La température du four doit être étalonnée seulement quand le contrôleur est en fonctionnement et que la température du four est stabilisée. Les données d'étalonnage en température ne sont pas affectées par la mise à zéro des mémoires.

```
AJUSTER JUSQU'A CE QUE OK S'AFFICHE  
K      +0.1°C      -0.1°C      SUIVANT
```

Figure 57.

Cet écran permet d'étalonner le contrôleur de température. Pour cela placer un thermomètre étalon dans le cylindre de l'appareil. Pour un très bon résultat, le thermomètre doit être entouré par un polymère aux caractéristiques similaires à celui testé. Si on étalonne à une température précédente, l'étalonnage précédent

sera détruit. Par contre si on étalonne à une température différente, l'étalonnage à la température précédente est conservé. Pour étalonner à la température ambiante, la température devra être ajustée à une valeur proche de celle ambiante. On peut avoir jusqu'à 50 températures étalonnées. En appuyant sur  $\pm 0,1$  °C, on modifiera la température avec un pas de  $0,1$  °C. Cela permet d'ajuster seulement la valeur visualisée, mais pas celle utilisée actuellement par le contrôleur de température. Quand la température visualisée est bonne appuyer sur SUIVANT. Cela a pour effet d'indiquer au contrôleur de température et d'utiliser la température visualisée pour contrôler celle du four. Le message SUIVANT sera remplacé par MAINTIEN. En appuyant ensuite sur les touches  $\pm 0,1$ °C pour modifier la température visualisée, on forcera le contrôleur à ajuster la température du four à celle-ci. En appuyant sur MAINTIEN, on obligera le contrôleur de température à maintenir celle-ci à sa dernière valeur, quelles que soient les variations de la température visualisée.

Appuyer sur OK quand la température visualisée atteint celle du thermomètre étalon. Pour terminer sans modifier les valeurs d'étalonnage, appuyer une nouvelle fois sur la touche d'étalonnage.

*Conseil pour l'étalonnage : charger 2 g de PE ou d'un polymère normalement utilisé. Compresser le pour expulser l'air qu'il contient. Introduisez le support du thermomètre, puis ce dernier jusqu'à ce qu'il s'appuie sur le bord du cylindre. Corriger la température si nécessaire après avoir attendu 4 minutes pour stabiliser la température du thermomètre et du cylindre.*

METTRE L'AFRT EN POSITION LA PLUS BASSE 10.5432
--

Figure 58.

La mesure de déplacement utilise un codeur optique pour mesurer le déplacement. Afin d'avoir une position de référence, on déclenche un contacteur en position basse. Le compteur du codeur est alors mis à zéro et sera automatiquement utilisé par le programme de l'appareil. La valeur affichée correspond à la position relative du bras par rapport à la sienne quand il est attaché au poids avec le piston sur la filière.

MONTER FILIERE, PISTON, POIDS ET BRAS OK 10.5432
--

Figure 59.

En assemblant les composants dans des conditions propres comme demandé, le programme de l'appareil peut mesurer la distance entre celle du déclenchement du contacteur et celle actuelle. Appuyer sur OK pour indiquer votre accord. Ainsi le programme peut déterminer les positions de départ et de fin d'essai en déplaçant le bras jusqu'au contacteur.

## 2.7 OPTIONS DE MISE EN ROUTE

Il est possible de forcer certaines actions à la mise en route et en appuyant sur certaines touches tant que le sigle DAVENPORT s'affiche.

L'initialisation de la mémoire interne de travail peut être forcée en appuyant sur la touche droite pendant la visualisation du sigle DAVENPORT. Cela a pour effet de mettre à zéro toutes les variables internes de travail et de perdre toutes les procédures et l'étalonnage en déplacement. L'étalonnage en température ne sera pas perdu.

Le mode essai du matériel peut être forcé en appuyant sur la touche gauche deux fois tant que le sigle DAVENPORT s'affiche. Cela sert à tester l'électronique interne et ne doit être utilisé que par du personnel qualifié.

Le mode superviseur peut être activé en appuyant sur la touche gauche puis sur la troisième touche gauche optionnelle. Vous référez à la partie superviseur de ce mode d'emploi.

Le mode essai du système peut être activé en appuyant une séquence de trois touches tant que le sigle DAVENPORT s'affiche. A partir de la gauche, appuyer successivement sur la première touche, puis la troisième et enfin la deuxième. Un mot de passe spécifique est demandé pour utiliser ce mode. Une fois ce mode choisi, l'utilisation est normale mais on peut introduire les valeurs que l'on veut. Ce mode sert à tester le cylindre à des températures jusqu'à 450°C.

---

## **2.8 ACCESSOIRES**

### **OUTIL DE CHARGEMENT**

Baguette non métallique pour comprimer l'échantillon dans le fût.

### **EJECTEUR DE FILIÈRE**

Tige d'acier avec embout spécial en alliage d'aluminium, pour éviter d'endommager la filière.

### **OUTIL DE NETTOYAGE**

Pour nettoyer l'alésage du cylindre de chauffe.

### **COUPE EXTRUDÂT**

Conçu spécialement pour la découpe de l'extrudât.

### **NIVEAU À BULLE CIRCULAIRE**

Pourvu d'un support isolant qui permet de le poser sur la partie supérieure de la chambre de chauffe, sans dommage possible, pour la mise à niveau de l'appareil.

### **ALÉSOIR FILIÈRE**

Pour nettoyer l'intérieur de la filière.

### **CLÉ HEXAGONALE**

Pour utilisation avec les vis de la plaque support de filière.

### **DEUX ENTRETOISES SUPPORT DE PISTON**

Pour limiter le déplacement du piston pendant la période de pré chauffage.

### **GAINE DE THERMOMÈTRE**

Pour la protection du thermomètre.

### **POIDS DE CHARGE**

Poids de 2,060 kg qui ajouté à celui du piston représente la charge d'essai normalisée.

**INSERTS EN CÉRAMIQUE**

**ENTONNOIR DE CHARGEMENT**

**SUPPORT DE FILIÈRES PTFE**

**THERMOMÈTRE D'ÉTALONNAGE**

Thermomètre à mercure, à angle droit, plage de mesure de 4 °C à  $\pm 0.1$  °C.

---

## **2.9 SPÉCIFICATIONS COMPLÉMENTAIRES**

A l'exception des poids de charge, tous les accessoires pour effectuer les essais d'indice de fluidité sont contenus dans l'appareil. Sur les modèles 7 et 8 pour aider à la fois le nettoyage du cylindre et aux opérations manuelles, l'unité de contrôle de descente du piston peut être repoussée en arrière pour permettre un accès plus facile au cylindre et à la filière. L'appareil dispose d'une protection contre les surcharges en température. Si la température du cylindre dépasse la température d'essai, les résistances sont coupées.

---

## **2.10 EQUIPEMENTS COMPLÉMENTAIRES**

Certains équipements complémentaires sont nécessaires à l'utilisation de l'appareil mais ne sont pas compris dans sa fourniture. L'un principal consiste en une balance de laboratoire avec une précision de  $\pm 0,001$  gramme. Un autre pourrait être un solvant pour nettoyer le cylindre, la filière, le piston et les outils des résidus de polymères.





## 3. INSTALLATION

---

### 3.1 MISE EN PLACE DE L'ÉQUIPEMENT

A Déballer l'appareil avec soin et vérifier que tous les accessoires ont été fournis. Nettoyer avec précaution toutes les pièces en leur enlevant leur protection de transport. Il est très fortement recommandé, qu'à ce stade, tous les petits outils soient placés dans le rangement en bois à leur emplacement prévu et que les autres outils et pistons soient également placés dans les trous prévus au sommet de l'appareil.

B Choisir un emplacement éloigné des courants d'air pour installer de façon permanente l'appareil. Positionner le niveau à bulle au sommet de l'appareil et le mettre de niveau en jouant sur la hauteur des pieds mobiles de l'appareil.

**POUR UN FONCTIONNEMENT CORRECT DE L'APPAREIL IL EST IMPERATIF QU'IL SOIT BIEN DE NIVEAU.**

*Note: Il est recommandé de vérifier de temps à autre la mise à niveau de l'appareil. Cela peut être effectué même si la machine est chaude, mais dans ce cas, ne pas laisser trop longtemps le niveau à bulle sur l'appareil. En effet, bien qu'isolé par une plaque, un contact trop long pourrait détruire le niveau.*

C Desserrer les vis de fixation de la plaque support et l'enlever. L'appareil est livré avec la plaque support et disque isolant en Téflon. Nettoyer l'alésage du cylindre à l'aide de l'outil de nettoyage et en utilisant autant de chiffons de nettoyage que possible, puis finir par un polissage avec un chiffon sec.

D De la même façon, nettoyer la filière en apportant un soin particulier à l'alésage qui doit être poli avec un petit morceau de bois (un morceau d'allumette). Placer la filière propre dans l'alésage du cylindre par le haut. Elle doit tomber librement et heurter la plaque support filière avec un bruit nettement audible. Si on n'entend pas ce bruit, cela signifie que soit la filière, soit le trou ou les deux, ne sont pas parfaitement propres et qu'ils doivent à nouveau être examinés et nettoyés.

E L'appareil est livré avec un câble secteur. Les fusibles sont incorporés dans la prise secteur. La puissance consommée n'excède pas 1,0 kW. Pour arrêter l'appareil, fermer l'interrupteur secteur et enlever le câble secteur. Une sortie secteur supplémentaire est réalisée avec un connecteur suivant la norme CEE 22. On dispose de 1 ampère au maximum sur cette prise.

F Le contrôleur de température commencera à contrôler la température du corps de chauffe dès la mise sous tension. Il est étalonné en usine pour procurer une température entre 190 °C et 230 °C à  $\pm 0,1$  °C. Pour des essais à plus haute température, par exemple 320-400 °C, il faut régler le contrôleur à la température de consigne voulue et vérifier la température du corps de chauffe.

S'il y a une différence apparente, une des deux procédures doit être suivie :

1. Un seuil peut être utilisé en réglant le point de consigne par différence.
2. Le contrôleur peut être de nouveau étalonné à partir d'un thermomètre de précision.

---

### 3.2 CONTRÔLEUR DE TEMPÉRATURE

Une fois l'appareil sous tension, le contrôleur de température commencera par chauffer le cylindre jusqu'à la température de consigne (réglée à 190°C en usine). La visualisation C1 indiquera qu'une sortie contrôlée est appliquée aux résistances. La température de consigne peut être modifiée à l'aide des touches sur le panneau avant de l'unité (voir paragraphe 8). La température indiquée sur la visualisation numérique peut être vérifiée, si nécessaire, avec un thermomètre en verre à mercure suivant la procédure suivante :



- A Insérer la gaine de thermomètre dans le cylindre et vérifier qu'elle atteint bien le bas contre la filière.
- B Insérer un thermomètre d'échelle adéquate dans la gaine. Toute différence peut être corrigée par étalonnage. Voir le paragraphe correspondant.
- C Pour satisfaire aux exigences de la norme ISO R-1133, la température doit être vérifiée avec le thermomètre au contact du polymère dans le cylindre.
- D Les réglages d'étalonnage doivent être réalisés 4 minutes après le chargement du polymère et du thermomètre et après stabilisation

---

### 3.3 UTILISATION DE L'HORLOGE DE TEMPS DE COUPE

Bien que les différentes normes soient en général d'accord en ce qui concerne les spécifications de l'appareil, elles diffèrent sur le plan méthodologique. C'est la raison pour laquelle nous décrivons ci-après une méthode d'essai adaptée à cet appareil et qui permet d'obtenir des résultats reproductibles et corrects.

- A Mettre à chauffer l'appareil au moins une demi-heure afin qu'il soit parfaitement stabilisé. Puis insérer la filière dans son emplacement.
- B Charger le cylindre avec l'échantillon, en procédant par petit volume et en comprimant bien chaque volume avec l'outil de chargement pour avoir le moins d'air possible. Effectuer cette opération en moins d'une minute.
- C Pour finir l'opération de chargement, insérer le piston dans le cylindre et placer la gaine du support de piston de façon à ce que le piston soit supporté par la gaine posée sur le bord, avec le bas carré de la gaine sur le cylindre. Deux gaines sont fournies, la plus longue pour les indices de fluidité supérieurs à un et la plus courte pour ceux inférieurs à un.
- D Positionner le poids approprié sur le piston et appuyez avec force sur l'échantillon jusqu'à ce que le sommet de la gaine empêche le déplacement du piston.
- E A la fin de cette période enlever la gaine pour débiter l'essai. ATTENTION. LA GAINE SERA TRES CHAUDE.

F Surveiller la progression du piston. Dès que l'anneau inférieur du piston pénètre dans le cylindre, couper et jeter l'extrudât et **SIMULTANEMENT COMMENCER A MESURER LE TEMPS D'EXTRUSION.**

G Couper et conserver chaque exemplaire d'extrudât à des intervalles identiques.

L'intervalle de temps doit être choisi en fonction de l'indice de fluidité de l'échantillon (voir les tables correspondantes), mais de toute façon couper au moins cinq échantillons QUAND l'anneau inférieur du piston est DANS le cylindre et l'anneau SUPERIEUR est encore à l'extérieur.

Indice de Fluidité (g/600)	Masse de l'échantillon (g)	Intervalles de coupe (s)
0,1 - 0,5	4 - 5	240
0,5 - 1,0	4 - 5	120
1,0 - 3,5	4 - 5	60
3,5 - 10	6 - 8	30
10 - 25	6 - 8	10 -15



H A la fin de chaque essai nettoyer le piston, la filière et le cylindre



## 4. CALCULS ET PRÉSENTATION DES RÉSULTATS

Procéder comme suit :

- A. Peser chaque échantillon dans l'ordre de coupe. Ecarter ceux qui ont des bulles d'air.
- B. Calculer le poids moyen de trois échantillons représentatifs.
- C. Calculer l'indice de fluidité (MFR) à partir de l'équation :  
$$IF = 10 P / T$$
  - IF est l'indice de fluidité en grammes par 10 minutes.
  - P est le poids moyen des extrudâts.
  - T est la durée d'extrusion par échantillon en minutes.
- D. Reporter la valeur ainsi obtenue à deux décimales près. Noter en même temps les conditions d'essai telles que température, le poids d'extrusion et la nature de la filière (standard ou autre).
- E. Si l'échantillon était thermiquement instable au cours de l'essai, les différents extrudâts auront chacun des poids différents. Certains matériaux ont tendance à se regrouper pour former des assemblages à plus haut poids moléculaire, alors que d'autres se dégradent par des ruptures de chaînes. Quand il y a regroupement, l'indice de fluidité tend à devenir plus faible et de ce fait les extrudâts sont plus légers. Par contre, avec les ruptures de chaînes, l'indice de fluidité a tendance à croître, ce qui correspondra à des extrudâts plus lourds. Lorsqu'on note un changement systématique du poids de cette nature, il est très utile de calculer l'étendue de ce changement de poids dispersion de l'indice de fluidité, non seulement pour donner une indication de l'instabilité thermique de l'échantillon, mais aussi pour signifier la valeur de l'indice de fluidité mesurée.

La dispersion de l'indice de fluidité (IF) est le rapport en pourcentage entre la différence de poids entre l'extrudât le plus lourd et le plus léger et le poids moyen des extrudâts, suivant l'expression :

$$\text{Etendue totale de l'IF (\%)} = \frac{(\text{Poids maxi} - \text{Poids mini}) \times 100}{\text{Poids moyen}}$$

$$\text{Etendue inférieure de l'IF (\%)} = \frac{(\text{Poids moyen} - \text{Poids mini}) \times 100}{\text{Poids moyen}}$$

$$\text{Etendue supérieure de l'IF (\%)} = \frac{(\text{Poids maxi} - \text{Poids moyen}) \times 100}{\text{Poids moyen}}$$

A l'aide du panneau de la console et des touches numériques, le poids de chaque extrudât peut être introduit dans l'appareil. Celui-ci calculera ensuite à l'aide des équations ci-dessus la valeur de l'indice de fluidité. Les résultats peuvent être envoyés vers un calculateur ou imprimés sur une imprimante ticket.



## **5. TECHNIQUES D'UTILISATION**

---

### **5.1 COUPE DE L'EXTRUDÂT**

Pour obtenir des résultats précis et reproductibles, la coupe de l'extrudât doit être effectuée rapidement et proprement. L'extrémité du coupe extrudât doit suivre la surface du trou conique de la plaque support filière, en effectuant un mouvement ascendant et descendant en passant à l'extrémité de la filière. La bonne coupe d'un extrudât peut être indiquée par la façon dont sort l'extrudât suivant. Si la coupe a été bien effectuée, l'extrudât suivant sortira verticalement vers le bas. Si ce n'est pas le cas, il aura tendance à se courber et même à se coller sur le trou de la plaque support filière et donc formera une boucle. Une trace d'huile de silicone sur la surface du trou conique de la plaque support filière peut éviter le collage en cas de mauvaise coupe. Il est aussi important d'éviter l'échauffement de l'extrémité du coupe extrudât, car ceci aurait tendance à faire coller l'extrudât au coupe extrudât. Conserver l'extrémité du coupe extrudât aiguisée et en bon état. **NE PAS S'EN SERVIR COMME TOURNEVIS.**

---

### **5.2 IMPORTANCE DES RAINURES DU PISTON**

La pression sur les parois du cylindre augmente au fur et à mesure que la distance entre la tête du piston et le haut de la filière diminue. Bien que cette distance soit normalement pour la mesure de l'indice de fluidité, des résultats très différents peuvent être obtenus pour le même échantillon. Ceci est particulièrement vrai pour certains matériaux tel que le Polypropylène, dont la vitesse de cisaillement dépend fortement de la pression. Le but de ces rainures est donc d'assurer une pression sensiblement la même pour tous les extrudâts, ce qui améliore la répétabilité des résultats. Un intérêt secondaire de ces rainures (décrit parfois à tort comme intérêt principal) est que le fait de couper ces extrudâts sur une partie donnée et limitée de la course du piston assure aussi qu'ils soient toujours mesurés dans la même partie du cylindre de chauffe, donc dans une partie où le gradient de température est le même. Ceci est particulièrement important pour un appareil qui présenterait un gradient de température important le long du cylindre de chauffe.

---

### **5.3 FORME DES ÉCHANTILLONS**

L'échantillon de matériau à tester peut présenter n'importe quelle forme à condition qu'il puisse être placé dans le cylindre de chauffe. Néanmoins, il est bon de noter que certaines formes doivent être évitées si possible, particulièrement les films, les poudres, les fibres ou toutes fines particules, car il est très difficile d'évacuer l'air au cours du chargement de ces matériaux. La présence d'air

conduirait à la formation de bulles dans l'extrudât et pourrait également favoriser la dégradation de l'échantillon par oxydation.

---

## 5.4 NETTOYAGE

L'appareil doit être nettoyé immédiatement à la fin d'un essai, non seulement parce qu'il est plus facile de l'effectuer quand l'appareil est toujours en température, mais aussi parce qu'on évite ainsi de l'oublier. Il y a un risque important de dégradation de l'appareil si on essaye de le nettoyer lorsque le polymère est solidifié sur les parois du cylindre de chauffe et de la filière. Les expériences ont pu déterminer que de nombreuses causes de mauvais fonctionnement étaient surtout dues à de mauvais nettoyages, plutôt qu'à la rupture du composant. En particulier, le mauvais nettoyage du cylindre de chauffe et/ou de la filière peut conduire à la formation de dépôts de polymères pyrolysés difficilement reconnaissables pouvant, de surcroît, réduire les sections de passage et affecter notablement les résultats. La procédure suivante doit donc être rigoureusement suivie:

- A. Enlever le piston et le débarrasser de toute trace de polymère adhérent à la tête et plus particulièrement sur la partie du diamètre réduit, avec, si nécessaire, un chiffon trempé dans un solvant. Placer le piston propre dans son logement.
- B. Sortir la filière du cylindre de chauffe à l'aide de l'éjecteur de filière qui passe à travers le trou de la plaque support filière ; il n'est donc pas nécessaire d'enlever cette dernière. Le fait de remonter la filière à travers le cylindre de chauffe enlèvera les amas de polymères qui pourraient être restés après l'essai.
- C. Avec un chiffon, nettoyer la filière avec précaution. Nettoyer l'alésage avec l'alésoir de filière et le polir avec un morceau de bois. **NE PAS CHAUFFER LA FILIERE AVEC UNE FLAMME POUR BRULER LE POLYMERE.**
- D. Nettoyer l'alésage du cylindre de chauffe à l'aide d'un chiffon (les chiffons de nettoyage DAVENPORT sont spécialement livrés à cet effet) enroulé sur la tête de l'outil de nettoyage et plongé auparavant dans un solvant adéquat. Utiliser l'outil comme si on nettoyait un canon de fusil. Utiliser autant de morceaux de chiffons nécessaires pour effectuer un nettoyage parfait. Finir de polir avec un chiffon sec. La filière propre peut maintenant être remise en position et l'essai suivant peut commencer.
- E. Après chaque série d'essai (ou lors d'un changement d'équipe), nettoyer plus à fond l'appareil en enlevant la plaque support filière et en nettoyant les parties hautes et basses du cylindre de chauffe, en plus des nettoyages préconisés ci-dessus.
- F. Après 100 heures de fonctionnement, enlever les écrous de fixation de la plaque support et mettre quelques gouttes d'huile silicone ou graphite sur les filets.
- G. Le cylindre de chauffe est trempé, ce qui permet occasionnellement de le nettoyer avec un chiffon imprégné d'un *polish* pour métaux. **EN AUCUN CAS, il ne faudra utiliser un produit plus abrasif que ce *polish*.**
- H. Les filières sont fabriquées en carbure de tungstène et, si on les utilise avec soin, elles pourront durer des années. Elles doivent être nettoyées comme décrit précédemment, au moyen de l'alésoir filière et d'un morceau de bois. Les jauges "PASSE/PASSE PAS" sont disponibles pour vérifier que l'alésage de la filière se situe toujours à l'intérieur des tolérances fixées par les normes. Si une telle jauge est utilisée pour vérifier le diamètre de l'alésage des filières, il faut faire très attention à ce que la filière soit parfaitement propre et froide. S'il y a des saletés dans l'alésage, la jauge risquera de se bloquer et la filière pourrait



être endommagée (écaillée) lorsque l'on dégagerait la jauge. De la même manière, si la filière est chaude, la jauge risque d'entrer et ensuite de se coincer. Dans ce cas, ne pas essayer de la sortir de force, mais laisser refroidir l'ensemble.

- I. IL EST ABSOLUMENT ESSENTIEL DE NE PAS UTILISER DE FILIERE QUI PRESENTERAIT DES IMPERFECTIONS A L'OEIL, PARTICULIEREMENT DES ECAILLES MEME TRES PETITES SUR LES BORDS DE L'ENTREE DU TROU DE CETTE DERNIERE. L'éjecteur de filière est pourvu d'une tête en alliage léger pour éviter d'endommager la filière.

NE JAMAIS UTILISER D'EJECTEUR QUI AURAIT PERDU CET EMBOUT.

---

## 5.5 DIFFÉRENCE DANS LES CONDITIONS D'ESSAI

La filière standard n'est pas toujours adaptée pour les mesures d'indice de fluidité lorsque celui-ci dépasse 25. Dans un tel cas, une filière d'un diamètre plus petit - 1,181 mm - doit être utilisée, ("Jet B" de la norme BS 2782). Il ne faut pas oublier néanmoins qu'il est impossible de faire une comparaison directe entre des résultats obtenus avec un échantillon différent et une filière plus petite. Des précautions similaires doivent être prises lorsqu'on compare des résultats obtenus à des conditions de température et de charge différentes.



## 6. UTILISATION DU CONTRÔLE AUTOMATIQUE DU TEMPS DE DESCENTE DU PISTON

---

### 6.1 NOTE SUR SON UTILISATION

Le CATDP est étalonné pour mesurer le temps que mettra le piston sous charge pour se déplacer d'une distance de 2 ou 25 mm correspondant à un volume de matière donné. Il est de 0,142 cc pour une distance de 2 mm et de 1,776 cc pour une distance de 25 mm. Le temps mesuré est donc celui nécessaire pour extruder l'un des deux volumes précédents et dépend des normes utilisées. Pour obtenir l'indice de fluidité à partir de cette mesure en volume, il est nécessaire d'obtenir la densité du mélange à la température d'essai et sous charge de la part du fabricant. Les normes ASTM 1238 indiquent des densités approximatives de mélanges à diverses températures et charges. Il est aussi possible d'utiliser les résultats de la méthode manuelle.

---

### 6.2 CALCULS DE LA DENSITÉ À CHAUD

Elle est calculée à partir de la formule suivante :

$$d = m / (0,711 \times l)$$

- $d$  = densité en g / cm<sup>3</sup> du mélange à la TEMPERATURE D'ESSAI.
- $m$  = masse moyenne des extrudâts.
- $l$  = distance prédéterminée de déplacement du piston.

Nota : la densité à chaud n'est PAS la même que celle à 23°C habituellement inscrite sur les certificats de conformité accompagnant les produits.

La résine GD6250 'Hostalen', d'un indice de fluidité de 1,0 à 1,1 g / 10 mn. est utilisée pour tester toutes les machines avant livraison. Cette résine a une densité de 0,947 à 23 °C et une densité à 190 °C de 0,760.



## 7. ENTRETIEN

Excepté le nettoyage régulier déjà décrit l'appareil nécessite peu d'entretien. Le disque isolant en Téflon de la plaque support de la filière doit être vérifié de temps en temps et remplacé s'il est tordu ou abîmé. Dans l'éventualité d'un défaut de composant, celui-ci doit être remplacé, par exemple thermomètre à résistance de platine ou le contrôleur de température. Si l'appareil doit être mis à l'arrêt pour un certain temps, il devra avoir été nettoyé avec très grand soin et les pièces exposées protégées contre la rouille avant de stocker l'appareil dans un endroit sec protégé par des couvertures. Sous ces conditions l'appareil DAVENPORT devrait fonctionner des années sans aucun problème.



## **8. LES THERMOMÈTRES**

Nous prenons grand soin de nos thermomètres de façon à ce qu'ils ne soient pas cassés en cours de transport. Malgré ces précautions, des ruptures peuvent apparaître dans la colonne de mercure. Ceci doit être VERIFIÉ et corrigé avant utilisation du thermomètre, sinon vous auriez une mauvaise indication de la température ou une rupture de la chambre de dilatation du mercure.

---

### **8.1 CORRECTION DES RUPTURES DES THERMOMÈTRES À COLONNE DE MERCURE**

Les thermomètres étalonnés avec la plus faible valeur d'étalonnage au-delà de la température ambiante sont conçus avec une chambre de retrait à côté du réservoir dans le bas et une chambre de dilatation en haut.

---

### **8.2 THERMOMÈTRES À CONTACT À CHAMBRES DE DILATATION**

Les ruptures de liquide peuvent être corrigées, soit en chauffant, soit en refroidissant le réservoir. En chauffant doucement, on peut forcer le mercure à remonter vers la chambre de dilatation et à se joindre à l'endroit de la rupture. Il faut faire attention à ne pas faire exploser le réservoir en chauffant trop. On peut aussi refroidir le réservoir avec un mélange de glace et de méthanol ou d'acétone ; la colonne de mercure peut alors être complètement ramenée dans le réservoir. Il faut faire attention à ne pas solidifier le mercure et vérifier que le thermomètre revienne lentement à la température ambiante. En effet, un réchauffement trop rapide du réservoir peut le faire exploser à cause de la pression exercée par le mercure pour se dilater à travers le capillaire. Le choix entre chauffage et refroidissement est fonction de la position de la rupture. Une rupture proche du réservoir est plus facilement corrigée en la refroidissant et vice versa.

---

### **8.3 THERMOMÈTRES À CHAMBRES DE DILATATION ET DE RETRAIT**

Si la rupture a lieu au-dessus de la chambre de retrait, il faut la faire rejoindre en chauffant la chambre de dilatation comme expliqué précédemment. S'il y a des ruptures du mercure dans la chambre de retrait, secouer, fermement mais doucement, le réservoir vers le bas, de la même façon qu'avec un thermomètre médical. Si cela ne fonctionne pas, tapoter le réservoir verticalement avec la paume de la main. Parfois, une petite bulle de mercure peut rester dans le coude de la chambre de retrait. Elle peut souvent être facilement récupérée en chauffant le thermomètre jusqu'à ce qu'elle atteigne la tige, puis en refroidissant le réservoir. La bulle tombera au fond du capillaire, puis rejoindra la chambre de retrait.

---

## **8.4 THERMOMÈTRES À ALCOOL ROUGE**

Il n'est pas rare qu'il se produise des ruptures avec ce type de thermomètres. Elles peuvent être corrigées en refroidissant le réservoir. **NE JAMAIS CHAUFFER.**

---

## **8.5 PRÉCAUTIONS GÉNÉRALES D'UTILISATION DES THERMOMÈTRES**

Les thermomètres doivent être utilisés avec grand soin. Etant en glace, ils ne sont pas seulement fragiles mécaniquement, mais aussi thermiquement. Il faut donc toujours graduellement chauffer ou refroidir un thermomètre. Si vous devez échanger un thermomètre en cours d'utilisation, **NE PAS** mettre en contact un thermomètre chaud avec une surface froide. Essayer de chauffer graduellement un thermomètre froid plutôt que de le plonger directement dans un environnement à température élevée.



## 9. SPÉCIFICATIONS TECHNIQUES

Echelle de température	40°C à 400°C. 20 minutes de préchauffage atteindre 190°C à partir de la température ambiante.
Précision du contrôleur de température	±0.1°C
Alimentation électrique	MFI-10 et MFI-10/CB 10, 230 V AC ±10%, 50-60 Hz, fusibles 5 A (T). Puissance maximale 1 kW. Prise I.E.C. (CN1).
Dimensions hors tout	Hauteur 600 mm, largeur 463 mm, profondeur 404 mm.
Poids total y compris les accessoires	Poids non emballé : 32 kg. Poids emballé en caisse en bois : 53 kg.
Conditions de travail	+5°C à +45°C, sans condensation. Humidité relative 0 à 80%. Bonne ventilation sans courant d'air.
Conditions de stockage	-20°C à 55°C, ambiance sèche.
Alimentation et connecteurs	<ul style="list-style-type: none"> <li>- CN1-I.E.C. Prise d'alimentation.</li> <li>- CN2-I.E.C. Connecteur sortie alimentation 250VA max.</li> <li>- CN3 : Prise 9 contacts "D" RS232.</li> <li>- CN4 : Connecteur 15 contacts "D", coupe auto extrudât et sortie analogique</li> <li>- CN5 : Connecteur 15 contacts "D", chargement auto du poids &amp; sortie analogique.</li> <li>- CN6 : connecteur 9 contacts "D" mesure de déplacement.</li> </ul>
Normes	ISO1133 BS2782: part 7 méthode 720AASTM D 1238 (Procédures A & B. La procédure nécessite la mesure de déplacement) NFT UNE UNI DIN







#### Symboles internationaux

##### Directive DEEE

Cet équipement contient des circuits électriques et électroniques et ne doit pas être jeté dans une décharge.



##### RoHS

Ce produit est conforme à RoHS et China RoHS. Ce symbole indique que l'équipement contient des substances dont l'utilisation est limitée et dangereuses au-dessus du niveau préconisé, susceptibles d'endommager l'environnement après 15 ans à compter de la date de fabrication.

**AMETEK**<sup>®</sup>  
TEST & CALIBRATION INSTRUMENTS

[www.lloyd-instruments.com](http://www.lloyd-instruments.com)

#### UK

Tel +44 (0)1243 833 370  
[uk-far.general@ametek.co.uk](mailto:uk-far.general@ametek.co.uk)

#### France

Tel +33 (0)1 30 68 89 40  
[general.lloyd-instruments@ametek.fr](mailto:general.lloyd-instruments@ametek.fr)

#### Germany

Tel +49 (0)2159 9136 510  
[info.mct-de@ametek.de](mailto:info.mct-de@ametek.de)

#### Denmark

Tel +45 4816 8000  
[ametekdk@ametek.com](mailto:ametekdk@ametek.com)

#### USA

*Florida*  
Tel +1 (727) 538 6000  
[chatillon.fl-lar@ametek.com](mailto:chatillon.fl-lar@ametek.com)

#### *California*

Tel +1 (800) 444 1850  
[sales@crystalengineering.net](mailto:sales@crystalengineering.net)

#### India

Tel +91 22 2836 4750  
[ametekdk@ametek.com](mailto:ametekdk@ametek.com)

#### Singapore

Tel +65 6484 2388  
[ametekdk@ametek.com](mailto:ametekdk@ametek.com)

#### China

*Shanghai*  
Tel +86 21 5868 5111

#### *Beijing*

Tel +86 10 8526 2111

#### *Guangzhou*

Tel +86 20 8363 4768  
[lloyd@ametek.com.cn](mailto:lloyd@ametek.com.cn)