# Guide de l'utilisateur DT-M004





Les caractéristiques de l'air









1 IN	NTRODUCTION	
	MAQUETTES DT-XXXX	
LA PI	PLATINE DT-M004	
1.1		
2 D	ACCUED DECCOURCE	
2 0	OSSIER RESSOURCE	
2.1	CAPTEUR DE TEMPERATURE :	
2.2	CAPTEUR DE PRESSION	6
2.3	CAPTEUR DE TEMPERATURE :  CAPTEUR DE PRESSION  DEBITMETRE D'AIR A FILM CHAUD :	8
3 D	OSSIER PEDAGOGIQUE :	
3.1	LE CAPTEUR DE PRESSION :	10
3.2	LE DEBITMETRE A FILM CHAUD :	11
	LE CADTEUR DE TEMPERATURE D'AUR D'ADMISSION	1,



## 1. Introduction

# Les maquettes DT-XXXX :

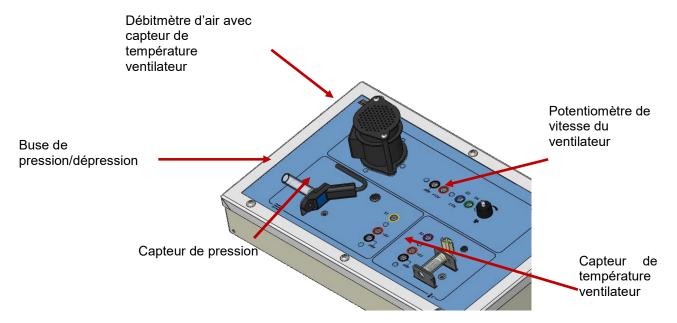
Les maquettes DT-MXXX sont constituées de plusieurs platines didactiques qui ont pour but de rassembler l'ensemble des capteurs (DT-M avec M pour Mesurer) et actionneurs (DT-C avec C pour Commander). Ces éléments sont issus des dernières productions automobiles.

# La platine DT-M004

La platine DT-M004 propose d'acquérir des compétences dans la prise de mesure des caractéristiques de l'air.

A cet effet, nous avons regroupé un capteur de température d'air, un capteur de pression d'air, et un débitmètre d'air. Ces 3 capteurs proviennent de la banque d'organes des moteurs PSA.

# 1.1 Utilisation de la maquette



Grâce aux douilles sur la face avant, les capteurs seront alimentés par une alimentation externe (douilles rouges et noires) en 5 ou 12V (selon capteur). Leurs signaux seront récupérés sur les douilles vertes et violettes dans l'ordre suivant :

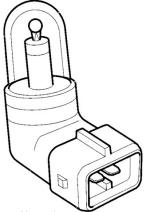
- S1 : pression de l'air
- S2 : température de l'air
- S3 : température de l'air (incorporé au débitmètre d'air)
- S4 : débit d'air



## 2 Dossier ressource

# 2.1 Capteur de température :

La prise de mesure de température en automobile est aujourd'hui effectuée par des thermistances. Par rapport à la sonde à résistance, elles ont l'avantage d'être 10 fois plus sensibles mais possèdent une réponse exponentielle croissante (CTP: Coefficient de Température Positif) ou décroissante (CTN: Coefficient de Température Négatif, plus fréquemment utilisée). Du fait de leur sensibilité, elles sont utilisées sur une plage de mesure limitée à environ 200 degrés pour les céramiques frittées (suffisant pour la température de l'air d'admission).



La conversion de la résistance électrique en une tension analogique est le plus souvent réalisée dans un montage de type diviseur de tension (effet linéarisation), avec une seconde résistance indépendante de la température, ou à courbe de température inverse.

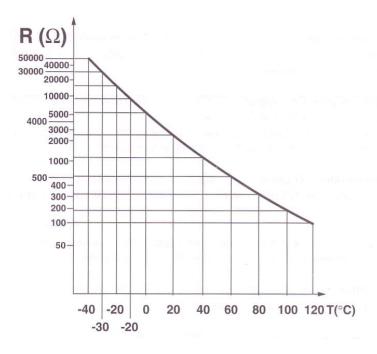
La résistance de mesure fait partie d'un circuit diviseur de tension alimenté sous 5Volts. La tension mesurée aux bornes de cette résistance dépend donc de la température. Elle est lue via un CAN (Convertisseur Analogique Numérique) et représente la température sur le capteur. Une courbe caractéristique est mémorisée dans le calculateur moteur et donne la correspondance entre la tension et la température.



04 50 02 34 34 www.exxotest.com



Courbe de la température en fonction de la résistance de sortie du capteur :



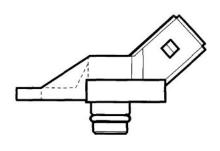
## 2.2 Capteur de pression

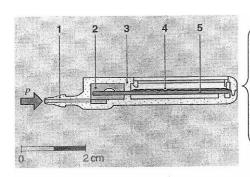
**Définition :** la pression est une grandeur dérivée du Système International (SI). Elle est définie comme le quotient d'une force par une surface.

**P=F/S** Avec P:

Pression en Pascal
 F : Force en Newton
 S : Surface en m²

Ce capteur est divisé en une cellule de mesure de pression et un compartiment renfermant le circuit d'évaluation. Ces 2 éléments sont montés sur un substrat céramique.





Zone de mesure :

- 1 Raccord de pression de mesure p.
- 2 Cellule manométrique.
- 3 Entretoise d'étanchéité.

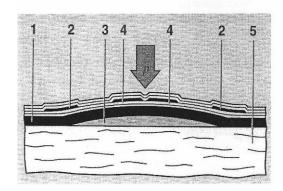
Conditionnement des signaux :

- 4 Circuit d'évaluation.
- 5 Circuit hybride à couches épaisses sur substrat en céramique.

Il est subdivisé en cellules de pression avec 2 éléments sensibles et l'espace pour le circuit d'exploitation. Les éléments sensibles et le circuit d'exploitation se trouvent sur une couche de céramique. L'élément sensible du capteur de pression est composé d'une couche épaisse en forme de cloche qui inclut une chambre de pression de référence avec une certaine pression intérieure.

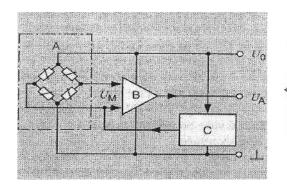


Cellule manométrique d'un capteur de pression à couches épaisses (figure a) :



- 1) Membrane à couches épaisses.
- Jauge extensométrique. passive de référence.
- 3) Bulle manométrique de référence.
- 4) Jauge extensométrique active.
- 5) Substrat en céramique.
- p: pression de mesure

Les résistances piézoélectriques qui se trouvent sur la membrane changent leurs valeurs de résistances selon l'allongement de la membrane en cas de changement de pression dans la tubulure d'admission. Ce changement de résistance cause un signal de tension variable dépendant de la pression dans la tubulure d'admission. Dans le circuit d'exploitation, la tension est traitée, rendue linéaire et transmise au calculateur.

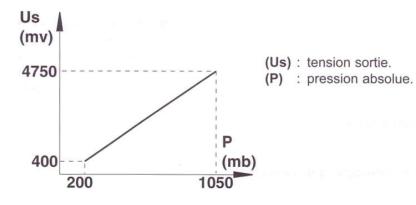


- A Cellule manométrique à jauges extensométriques
- B Amplificateur
- C Circuit de compensation de température
- U<sub>0</sub> Tension d'alimentation
- Um Tension de mesure
- U<sub>A</sub> Tension de sortie

La caractéristique du capteur de pression d'admission donne au ralenti une tension de 0,4V et monte jusqu'à 4,75V en cas de pleine charge. Entre ces 2 valeurs se trouvent le champ linéaire de travail du capteur.

Le circuit d'exploitation de la centrale de commande se sert du signal afin de déterminer le dosage du mélange. Cette grandeur physique est donc une grandeur pilote dans l'injection essence.

### Signal délivré par le capteur :







#### 2.3 Débitmètre d'air à film chaud :

Il mesure le débit d'air aspiré par le moteur afin de déterminer le mélange (air/carburant) optimal. Le débit massique maximal va de 400 à 1000 kg/h en fonction de la cylindrée du moteur. Sur les moteurs modernes, le rapport entre le débit d'air au ralenti et le débit d'air max est de l'ordre de 1/100.

Dans un canal de mesure parallèle du tube intérieur se trouve un capteur d'air dit à film chaud. La masse d'air aspirée par le moteur passe par le débitmètre et influence ainsi la température du film chaud.

Le capteur est constitué de trois résistances électriques :

- > Résistance chauffante RH (résistance de film couchée en platine)
- Résistance du capteur RS
- Résistance thermique RL (température de l'air d'admission)

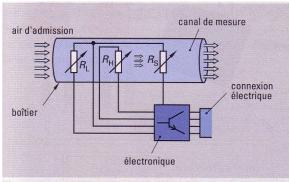
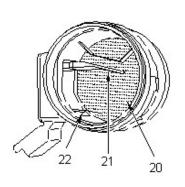
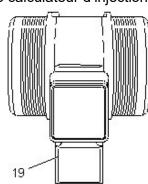


Illustration 1 : Circuit pont du capteur à film chaud

Le circuit en pont électrique est constitué de fines résistances de film mises sur une couche céramique.

L'électronique dans le débitmètre règle, par une tension variable, la température de la résistance chauffante RH de sorte qu'elle se trouve à 160°C au dessus de la température de l'air d'admission. Cette température d'admission est saisie par la résistance thermique RL. La température de la résistance chauffante est déterminée par la résistance du capteur RS. En cas d'augmentation ou de diminution du débit d'air, la résistance chauffante est plus ou moins refroidie. L'électronique adapte par la résistance RS la tension de la résistance chauffante RH afin de conserver la différence de température à 160°C. Cette tension de régulation électronique génère un signal correspondant au débit d'air qui sera interprété par le calculateur d'injection.

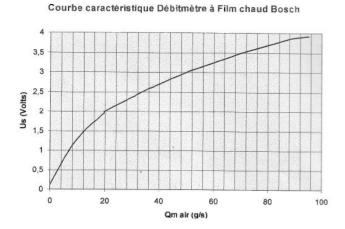




- 19 Connecteur électrique
- 20 Grille de protection
- 21 Film chaud
- 22 Sonde de température d'air



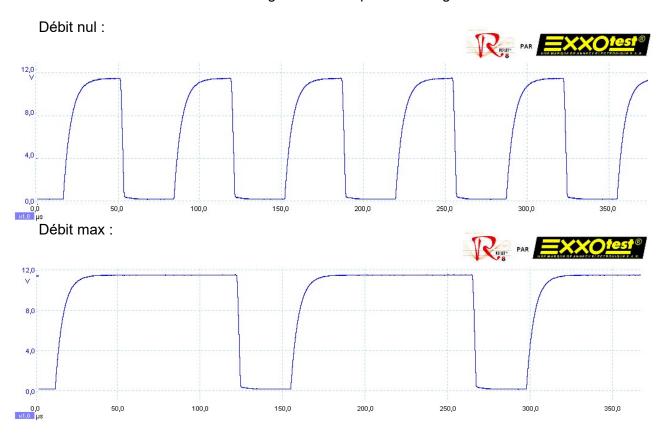
Voici le signal classique d'un débitmètre d'air à film chaud :



Sur les systèmes les plus récents (comme celui présent sur la maquette), la résistance RH est alimentée par une tension à fréquence variable. Pour maintenir RH à une température constante, la fréquence de l'alimentation va varier (plus le débit d'air augmente et plus la fréquence augmente puisqu'il faut plus d'énergie pour maintenir RH à une température constante). Cette fréquence est ensuite analysée par le calculateur moteur qui en déduit un débit d'air et ajuste ensuite une quantité d'essence à injecter.

Remarque : Il est nécessaire d'ajouter une résistance de « pull up » entre l'alimentation et le signal pour « tirer » le signal vers le haut.

On note qu'il y a également une résistance de pull up entre le signal du capteur de température et l'alimentation afin de visualiser le signal de la température intégré au débitmètre.







# 3 Dossier pédagogique :

# 3.1 Le capteur de pression :

Quelle est l'application principale d'un capteur de pression?

Le capteur de pression a un rôle majeur dans le calcul du mélange air/carburant.

Donner les implantations géographiques principales ?

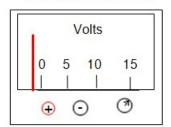
Dans la tubulure d'admission (derrière le papillon pour les moteurs essence)

Quelle est la tension d'alimentation?

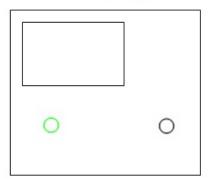
5V

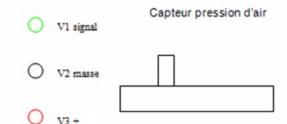
On se propose de relever le signal du capteur de pression à l'aide d'un oscilloscope. Compléter le schéma de câblage ci-dessous. Déplacer l'aiguille de l'alimentation.

#### Allmentation réglable

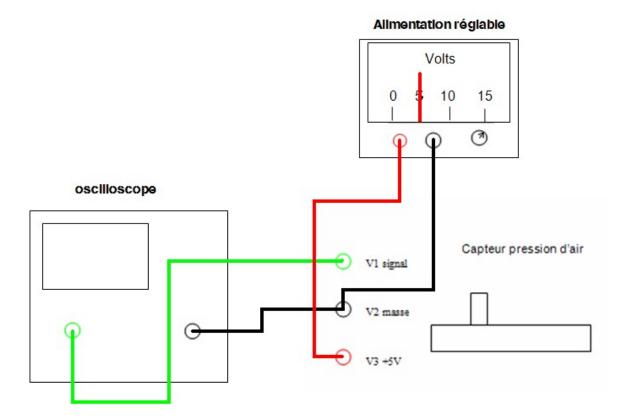


#### oscilloscope









Donner le calibrage de l'oscilloscope :

A l'aide d'un pistolet à dépression créer une dépression. Qu'observe-t-on sur l'oscilloscope ?

Conclure:

### 3.2 Le débitmètre à film chaud :

Rappeler le rôle du débitmètre d'air :

Mesurer la quantité d'air qui va être admise afin d'ajuster le mélange air/carburant

Rappeler brièvement son principe de fonctionnement :

Un film chaud à résistance variable est traversé par le flux d'air. Plus le flux est important plus la température du film diminue. Le but est de maintenir le film chaud à une température constante. Pour cela, on applique une tension à fréquence variable. Cette fréquence nécessaire au maintien de la température du film sera interprétée par le calculateur moteur pour retrouver la quantité d'air admise.

**C** 

04 50 02 34 34 www.exxotest.com



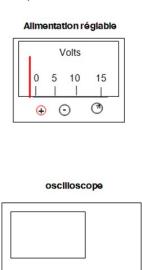
Donner la tension d'alimentation du capteur :

#### 12V

Expliquer la présence d'une ctn dans le débitmètre d'air.

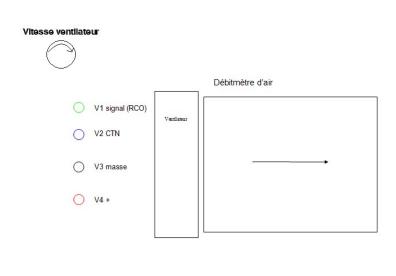
Le débit d'air est mesuré en maintenant à une température le film chaud. Or, pour affiner la mesure il est important de connaitre la température réelle de l'air circulant dans le débitmètre puisque la masse volumique de l'air dépend en partie de sa température.

Pour comprendre la régulation on se propose de relever les signaux du débit de l'air ainsi que la température de l'air pour une vitesse de rotation du ventilateur nulle, puis à vitesse maximum. Compléter le schéma de câblage ci-dessous :

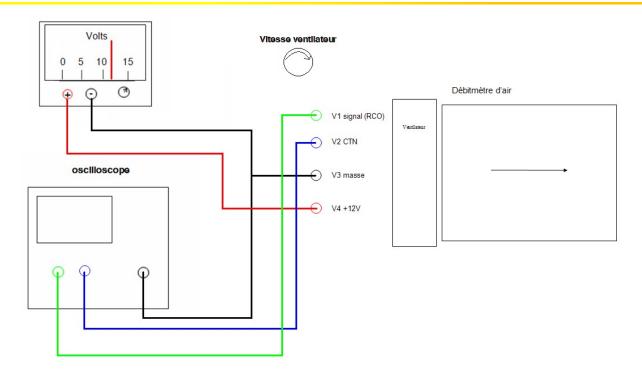


0

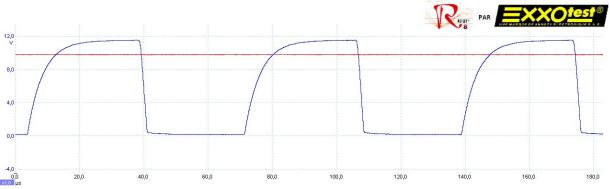
0



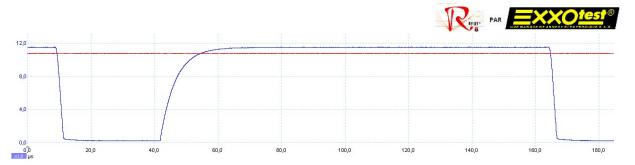




#### Relever les 2 signaux à vitesse nulle :



Relever les 2 signaux à vitesse maximum



Donner le calibrage de l'oscilloscope lors de vos relevés.

Commenter les courbes et donner la fréquence de pilotage de la résistance minimum et maximum :

Expliquer et donner la différence entre un pilotage à fréquence variable (comme c'est le cas dans notre débitmètre d'air) et un pilotage en Rapport Cyclique à l'Ouverture RCO encore appelé PWM pour « Pulse Width Modulation » (comme cela peut être le cas pour une électrovanne canyster, un compresseur de climatisation, une commande GMV, une info charge alternateur ou encore un thermostat piloté sur les récent moteur de la gamme EP)



4 www.exxetest.com



Pour Expliquer, vous pourrez réutiliser les signaux précédemment relevés et schématiser ce dont vous ne disposez pas.

Le rapport cyclique à l'ouverture (dit RCO) est un signal dont la période est fixe. La période est composée d'un front haut et d'un front bas. La hauteur des fronts est déterminée et fixe. Dans un RCO, c'est donc la largeur de ces fronts qui varie à l'intérieur d'une période fixe donnée. Le RCO est souvent exprimé en pourcentage par la formule suivante :

$$RCO = \frac{Tempscommande}{Tempspériode} *100$$

C'est de ce pourcentage que va dépendre la tension moyenne du signal.

Dans le cas d'un signal à fréquence variable (comme dans notre exemple de débitmètre d'air), c'est la période qui évolue. En effet, le signal va se répéter à l'identique dans un laps de temps variable. Le calcul de la fréquence est le suivant :

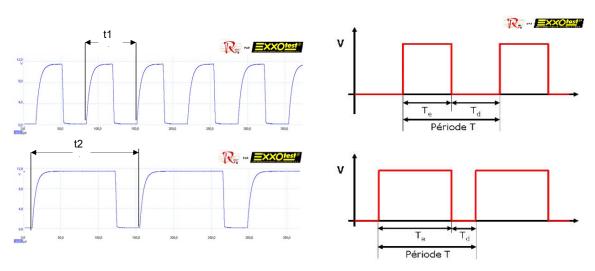
$$F = \frac{1}{t}$$

Avec F la fréquence en Hertz et t la période en seconde.

C'est de cette fréquence (exprimée en Hertz) que dépend la variation de la tension moyenne du signal.

## Fréquence variable

## RCO variable



Donner (par le calcule ou à l'aide de reflet) la fréquence du signal pour un débit d'air nul et pour un débit d'air max.

$$F = \frac{1}{T}$$

$$\Rightarrow FD \min = \frac{1}{TD \min} = \frac{1}{0.75} = 1.33Hz$$
et
$$FD \max = \frac{1}{TD \max} = \frac{1}{0.145} = 6.9Hz$$



# 3.3 Le capteur de température d'air d'admission.

Donner la tension d'alimentation de ce capteur : 5V

Expliquer le principe utilisé pour ce capteur :

Sachant que dans les moteurs récents, le capteur de température est intégré au débitmètre d'air (pour les moteurs diesel) ou dans le capteur de pression (pour les moteurs essence) ; trouver d'où vient le capteur que vous avez sous les yeux et expliquer son utilité :

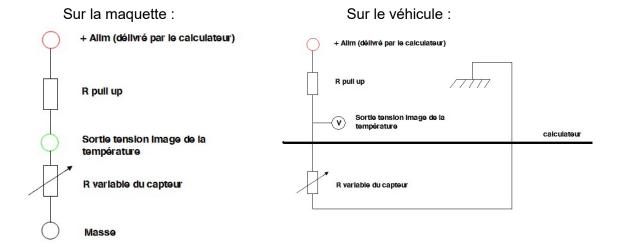
Le capteur présent sur la maquette est un capteur de température qui est placé en sortie de turbo. En effet sur les moteurs turbo, pour ajuster le mélange au plus fin, le calculateur a besoin de la température d'air d'admission mais aussi de la température en sortie de turbo. En compressant l'air d'admission, le turbo réchauffe la température de l'air qui va rentrer dans les cylindres et donc modifie sa masse volumique.



04 50 02 34 34 www.exxotest.com



On donne le schéma de câblage du capteur de température d'air :



Expliquer le fonctionnement du capteur de température :

Quel est le principe électrique utilisé ? Il s'agit d'un pont diviseur de tension

On donne R pull up =  $10k\Omega$ 

On admettra que R capteur prend les 3 valeurs suivantes en fonction de la température :

R1capt =  $5k\Omega$ 

R2capt =  $10k\Omega$ 

R3capt =  $20K\Omega$ 

Pour ces 3 valeurs, calculer la tension V et remplir le tableau récapitulatif ci-dessous :

R PULL UP	RCAPT	V	TEMPERATURE
10kΩ	R1capt = 5kΩ	V1 = 1.667V	Chaud
10kΩ	R2capt = 10kΩ	V2 = 2.5V	
10kΩ	R3capt = 20kΩ	V3 = 3.33V	Froid



Le calcul pour au moins un des exemples devra être détaillé :

$$V = Va \lim^{*} \frac{Rcapt}{Rpullup + Rcapt}$$

$$\Rightarrow V2 = 5 * \frac{10k\Omega}{10k\Omega + 10k\Omega} = 5 * \frac{1}{2}$$

$$\Leftrightarrow V2 = 2.5V$$

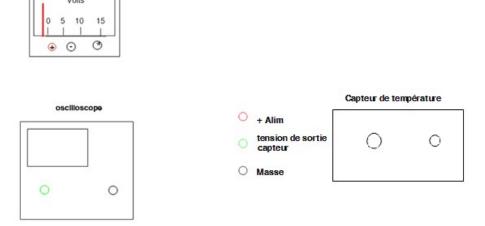
$$\Leftrightarrow V1 = 5 * \frac{5k\Omega}{10k\Omega + 5k\Omega} = 5 * \frac{1}{3}$$

$$\Leftrightarrow V1 \approx 1.667V$$

$$\Rightarrow V3 = 5 * \frac{20k\Omega}{10k\Omega + 20k\Omega} = 5 * \frac{2}{3}$$

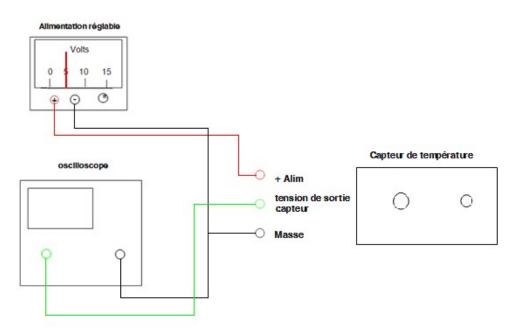
$$\Leftrightarrow V3 = 3.3V$$

On se propose de relever les niveaux de tension (soit à l'oscilloscope soit au voltmètre). Compléter le schéma ci-dessous :



#### Correction:

Allmentation réglable



Afin de faire évoluer la température on pourra chauffer le capteur par une brève utilisation d'un décapeur thermique.



D'après la partie cours et vos mesures, s'agit-t-il d'une CTN ou CTP ? Noter Chaud ou Froid en face de R1capt et R3capt dans la colonne température.

D'après les relevés, il s'agit d'une thermistance CTN (Coefficient de Température Négatif) puisque la tension chute lorsque l'on chauffe le capteur.

Donner les seuils de tension atteins pendant vos manipulations



# DECLARATION (E DE CONFORMITE

Par cette déclaration de conformité dans le sens de la Directive sur la compatibilité électromagnétique 2004/108/CE, la société :

## ANNECY ELECTRONIQUE S.A.S Parc Altaïs – 1, rue Callisto F-74650 CHAVANOD

#### Déclare que le produit suivant :

Marque	Modèle	Désignation
EXXOTEST	DT-M004	Maquette didactique : mesurer les caractéristiques de l'air

### I - a été fabriqué conformément aux exigences des directives européennes suivantes :

- Directive Basse tension 73/23/CEE du 19 février 1973
- Directive Machines Outils 98/37/CE du 22 juin 1198
- Directive Compatibilité Electromagnétique 2004/108/CE du 15 décembre 2004

et satisfait aux exigences de la norme suivante :

NF EN 61326-1 de 07/1997 +A1 de 10/1998 +A2 de 09/2001
 Matériels électriques de mesures, de commande et de laboratoire, prescriptions relatives à la C.E.M.

# II - a été fabriqué conformément aux exigences des directives européennes dans la conception des EEE et dans la Gestion de leurs déchets DEEE dans l'U.E. :

- Directive 2002/96/CE du 27 janvier 2003 relative aux déchets d'équipements électriques et électroniques
- Directive 2002/95/CE du 27 janvier 2003 relative à la limitation de l'utilisation de certaines substances dangereuses dans les équipements électriques et électroniques.

Fait à Saint-Jorioz, le 24 juillet 2007

www.exxotest.com

Le Président, Stéphane SORLIN



19





#### **Notice Originale**



Document n° 00265181-v2