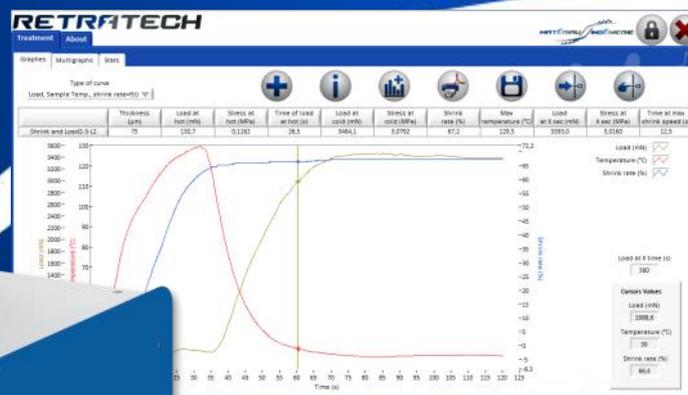
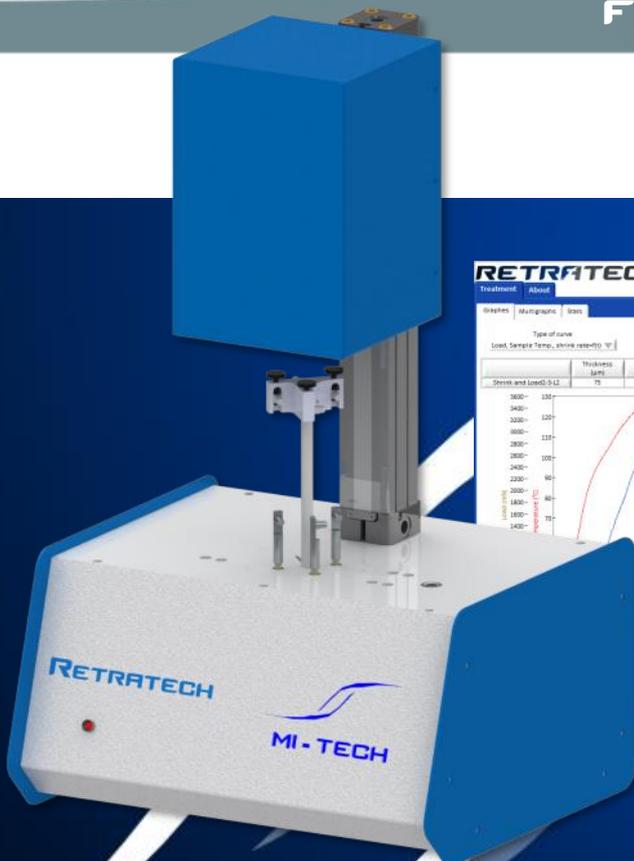


RETRATECH

CARACTÉRISATION DES FILMS THERMORÉTRACTABLES

Référence(s) commerciale(s) : M016-00 - M033-00



Type d'essais :
Thermomécanique

Type de matériaux :
Thermoplastique
Biomatériaux

Normes :
ISO 14616
DIN 53-369
NF T54-125

INTRODUCTION

Les films rétractables à chaud sont largement utilisés dans le domaine de l'emballage bien que leur mise au point soit parfois délicate. En effet, tout en assurant un maintien efficace du ou des produits emballés, ce type de films offre également d'autres propriétés très intéressantes : épissage, protection contre la corrosion et l'humidité, tout en garantissant l'esthétique (transparence, impression, brillance, etc.).

En revanche, et même si leur utilisation est facile, la connaissance de leurs performances est impérative pour un choix et une utilisation optimaux. Parmi les

caractéristiques des films rétractables, le **Retratech** permet de mesurer sur des éprouvettes de film, les paramètres suivants :

- Taux de rétraction (à chaud et à froid),
- Force de rétraction (ou Force à chaud),
- Force de contraction (ou Force à froid ou force de cohésion ou de serrage),
- Plage d'utilisation, ou plage de températures de rétraction ■

DOMAINES D'APPLICATION

Le **Retratech** a été développé initialement pour le contrôle des films à base de polyéthylène, famille de polymères la plus répandue dans ce segment.

Néanmoins tous les films thermoplastiques rétractables à chaud peuvent être testés, qu'ils soient utilisés en mono-couche ou multi-couches :

Polyéthylènes basse densité (**PEBD**) ♦ Polyéthylènes basse densité linéaires (**PEBDL**) ♦ Polyéthylènes basse densité linéaires métallocènes (**PEBDLm**) ♦ Polypropylènes (**PP**) ♦ Polypropylènes métallocènes (**PPm**) ♦ Polyéthylènes téréphtalates (**PET**) ♦ Polyamides (**PA**) ♦ Polychlorures de vinyle (**PVC**) ♦ Etc. ■

BUT

Les propriétés d'un film rétractable à chaud dépendent bien sûr de sa famille chimique (et de son mode de synthèse) mais aussi et surtout de sa fabrication. De plus, les tendances actuelles sont :

- Diminution de l'épaisseur des films utilisés sans diminuer les performances, pour des raisons de maîtrise de coûts de revient. Même si de nouveaux procédés permettent de répondre à ces attentes, la mesure des caractéristiques de la « processabilité » des films devient impérative.
- Diminution des températures de rétraction sans trop augmenter le temps d'exposition à la chaleur
- Utilisation de nouveaux matériaux bio-sourcés biodégradables.

Jusqu'à alors, la seule solution était de procéder à des essais en situation et de mesurer la performance finale sans réellement avoir une vision du phénomène de rétraction lorsqu'il se produit.

Au travers du **Retratech**, nous proposons un système unique de visualisation du phénomène de rétraction tel qu'il se produira lors de son utilisation finale, et notamment au travers des deux caractéristiques qui nous intéressent : la force de rétraction (et de contraction) et la rétraction à proprement parlé.

Initialement développé pour la caractérisation des films polyéthylène, le **Retratech** est totalement adaptés aux autres familles de films thermorétractables ■

QU'EST-CE QU'UN FILM THERMORÉTRACTABLE ?

Un film thermo-rétractable est obtenu par étirement ou par l'orientation d'un film classique exposé une température proche de son point de ramollissement (point de

fusion pour les semi-cristallins, et de transition vitreuse pour les amorphes), puis figé dans cet état par un abaissement brutal de la température (trempe).

Ce procédé provoque donc une orientation des chaînes macromoléculaires qui se manifeste au travers de deux sortes de contraintes :

- Une contrainte dans le sens longitudinal, c'est à dire dans le sens d'extrusion, due à l'étirage.
- Une contrainte dans le sens transversal au sens d'extrusion, due au degré de gonflement de la « bulle » constituant la gaine formée dans l'opération d'extrusion soufflage.

Les contraintes ainsi figées seront libérées lorsque le film sera soumis à une température proche de celle qui a été utilisée lors de son étirement. L'apport de cette énergie permet aux macromolécules du film de reprendre en tout ou partie leur forme originelle. Cela s'accompagne d'une rétraction dimensionnelle et donc d'une force de retrait. C'est une sorte de mémoire technique du matériau.

Le dosage des contraintes longitudinales et transversales permet de passer d'un film dit « mono orienté » (film se rétractant principalement dans le sens longitudinal) ; à un film « bi orienté » (film se rétractant d'une manière égale dans les deux sens).

PRINCIPE

L'essai consiste à simuler sur deux éprouvettes le passage dans un four de rétraction. Les essais doivent se faire dans le sens de l'extrusion et dans le sens transverse (pour vérifier s'il est mono ou bi-orienté).

Ces deux éprouvettes sont placées sur une potence située sous un four mobile : l'une est reliée à un capteur de déplacement (méthode indicative) ; l'autre est reliée à un capteur de force (méthode normative).



Un four est alors abaissé (température et durée sont ajustables) sur les éprouvettes simulant le temps de passage dans un tunnel de rétraction. Force, déplacement et température à proximité de l'échantillon sont alors enregistrés.

MÉTHODE

Le **Retratech** offre deux méthodes d'essais distinctes et complémentaires :

◆ Détermination de la tenue du film en température

Le four est directement abaissé sur les éprouvettes. Une rampe préalablement programmée démarre alors ($5^{\circ}\text{C}.\text{mn}^{-1}$ idéalement). Cf. figure 1.

Cet essai permet de déterminer (dans les conditions de montée en températures programmées) :

- La température de début de rétraction T_1 ,
- La plage de température T_2/T_3 qui correspond à la plage de température de rétraction à utiliser. Plus cet écart T_2/T_3 sera grand, plus le film sera facile à utiliser sans réglage pointu du four.

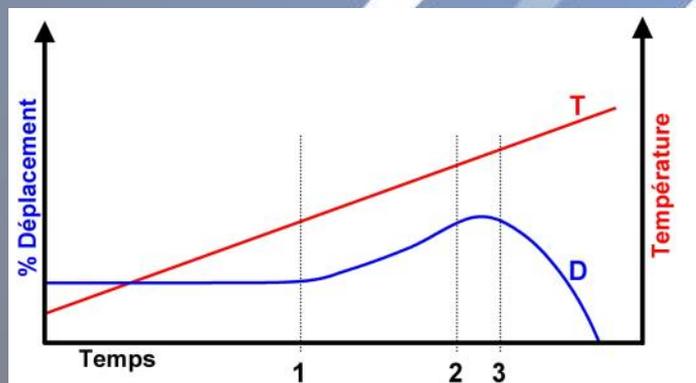


Figure 1 : exemple de courbe obtenue avec une rampe de température

Ce test peut être un test de réception et de comparaison de films entre eux (concurrence par exemple).

Tous les films thermorétractables ne réagissent pas de la même manière. Ainsi certains déploient une faible force à chaud et une bien plus grande à froid, c'est le cas de la plus part des polyéthylènes. D'autres en revanche expriment la totalité ou presque de leurs performances à chaud (certains polypropylènes).

◆ Simulation (méthode isotherme)

Le but de cette méthode est de simuler le passage du film dans un tunnel de rétraction. Cette méthode permet d'ajuster la température appliquée sur le film et la durée d'exposition.

Le four réglé en température, est maintenu en position haute (la température peut être celle du four de rétraction des utilisateurs, ceux-ci préférant jouer sur le temps de passage plutôt que de dérégler la température de leur four).

Les deux éprouvettes sont installées et le temps d'exposition est programmé. Le four est abaissé au moyen de vérins pneumatiques (position fermée). Au bout du temps programmé, le four se relève et laisse les éprouvettes à la température ambiante. Force, déplacement et température des échantillons sont mesurés en permanence.

On détermine :

- F_1 , force de rétraction ou force à chaud,
- F_2 , force de contraction ou force de serrage ou force à froid,
- F_3 , idem mais F_2 donné à 1', F_3 à 5' par exemple,
- F_4 , % de rétraction.

Plusieurs essais sont à réaliser en longitudinal et en transversal (détermination de l'orientation du film) pour ensuite traiter en statistiques.

Cette courbe est celle obtenue avec du polyéthylène. On voit de plus en plus des films en polypropylène qui n'a pas du tout la même réponse : dès que le four baisse, il y a développement d'une importante force à chaud qui se développe puis qui ne varie que très peu à froid.

La température près de l'échantillon n'est pas identique à la température de régulation du four. Il faut déterminer par essais préalables quelle température afficher pour obtenir la température voulue près de l'échantillon au bout d'un temps donné (qui est généralement faible) ■

DESCRIPTIF

◆ Le Retratech

L'appareillage est essentiellement constitué d'une enceinte à air chaud pouvant rapidement monter en température deux éprouvettes de film rétractable et pouvant ensuite s'escamoter pour laisser refroidir à l'air libre ces deux éprouvettes. Une des éprouvettes est reliée à un anneau dynamométrique très sensible permettant de mesurer la force développée pendant et après la rétraction, et l'autre éprouvette est reliée à un capteur de déplacement permettant de mesurer le retrait dimensionnel pendant la rétraction.

Le principe de l'appareil consiste à chauffer 2 échantillons de film à une température régulée, pendant un temps donné, puis à les refroidir à l'air ambiant.

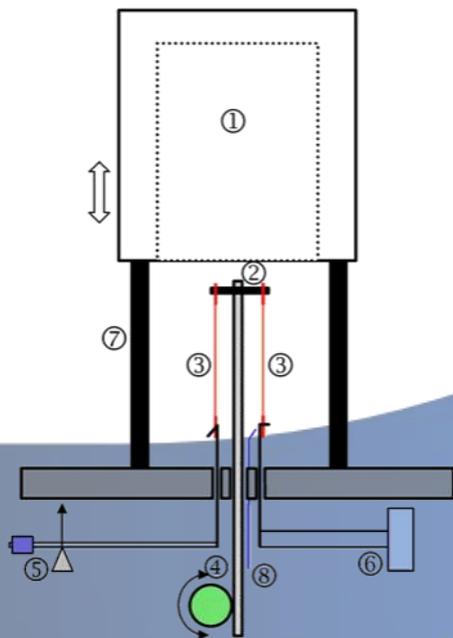


schéma de principe

Fi-

gure 2 :

Légende :

- ① Enceinte thermorégulée
- ② Potence mobile
- ③ Echantillons de film
- ④ Moteur
- ⑤ Capteur de déplacement
- ⑥ Capteur de force
- ⑦ Vérin
- ⑧ Thermocouple de mesure

L'un est fixé à un capteur permettant de mesurer la force de cohésion, l'autre à un capteur de déplacement linéaire indiquant les déformations du film (rétraction).

Un thermocouple permet le suivi de la température atteinte par les échantillons.

Ces trois mesures; force, rétraction, température, sont affichées en permanence sur l'appareil et sont transmises à un ensemble informatique.

◆ **Le logiciel**

Retratech est complètement géré par ordinateur via un progiciel adapté : pilotage (température, four, refroidissement), acquisition des données (force, rétraction, temps, température) et traitement.



Figure 3 : ensemble Retratech

La connexion est assurée au moyen de 2 câbles liaison série pour un maximum de fiabilité.

Le progiciel est compatible avec Windows® version XP et ultérieure.

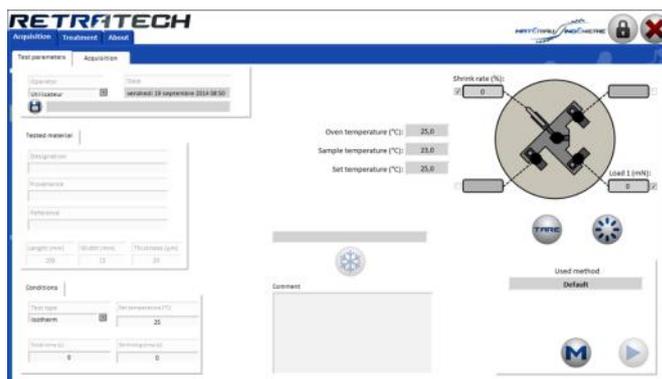


Figure 4 : écran de configuration d'un test

Le progiciel est simple d'utilisation. Il permet de :

- Renseigner les caractéristiques du matériau,
- Configurer le programme thermique (rampe, palier, etc.),
- Choisir le temps d'exposition.

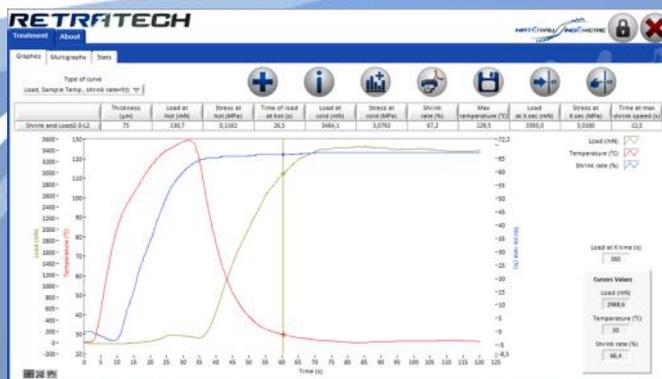
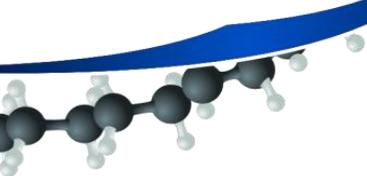


Figure 5 : traitement d'un résultat

Le traitement des résultats est en accord avec la norme ISO et permet d'afficher :

- La rétraction et la force en fonction du temps,
- La température près du film,
- Le programme thermique,
- Le calcul de points caractéristiques (valeurs max., force à chaud et à froid, etc.).

L'impression d'un rapport est possible, reprenant tous ces éléments.



◆ Eprouvette de film pour un test au Retratech.

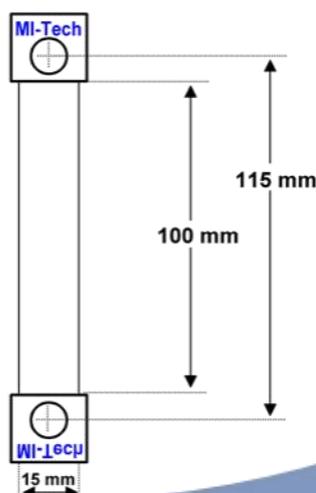


Figure 6 : éprouvette de film

Préparées grâce à un outillage spécifique, les éprouvettes ainsi obtenues ont des caractéristiques rigoureusement identiques.

Ce type d'éprouvette permet d'obtenir des résultats reproductibles.

CARACTÉRISATION D'UN FILM THERMORÉTRACTABLE

◆ Courbe type commentée

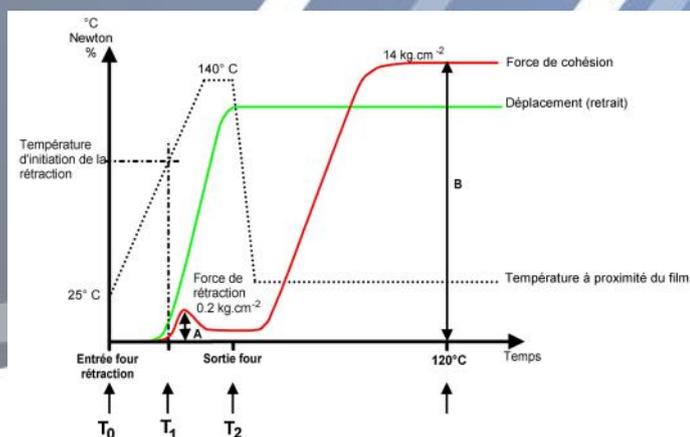


Figure 7 : résultat type d'un essai de rétraction

T_0 à T_1 : Entrée dans le four. On constate un simple allongement du film dû à la dilatation thermique.

T_1 à T_2 : La température du film atteint son point de ramollissement, les tensions internes se libèrent et le film se rétracte avec un déplacement important.

En même temps le film développe une force de rétraction de très petite intensité (A).

La détermination de ce grand déplacement lié avec une faible force, assure que le film épouse délicatement la forme de la charge.

T_2 à T_3 : Sortie du four → La rétraction dimensionnelle du film est faible.

Le film développe à ce moment une force de serrage très importante appelée force de contraction ou de cohésion (B).

C'est cette force qui maintient la charge.

CARACTÉRISATION D'UN FILM THERMORÉTRACTABLE À L'AIDE DU RETRATECH

Ces caractéristiques sont :

- Le taux de rétraction ou valeur dimensionnelle du retrait que peut effectuer le film dans le sens longitudinal et dans le sens transversal.
- La force de rétraction dans le sens longitudinal et dans le sens transversal.
- La force de contraction dans le sens longitudinal et dans le sens transversal.
- La plage des températures de rétraction ou plage de température entre le début de rétraction et le début de fluage.

◆ Taux de rétraction

D'une manière générale, un film rétractable est bi orienté quand l'écart entre le taux de rétraction longitudinal et le taux de rétraction transversal est inférieur ou égal à 10, et un film rétractable est mono orienté quand cet écart est supérieur à 25.

◆ Force de rétraction

La force de rétraction est de faible intensité mais c'est elle qui permet au film, quand il est dans le four de venir s'appliquer contre la charge.

Par le fait que cette force est petite, il est ainsi possible au film de venir mouler "en douceur" les charges les plus fragiles, ainsi que de venir épouser les formes les plus pointues.

La valeur de cette force est comprise entre 0,1 et 0,8 daN.cm⁻² suivant les taux de rétraction et les différentes qualités de films rétractables.

◆ Force de contraction

La force de contraction qui se développe au moment du refroidissement représente la force de « serrage » bloquant la charge.

Elle dépend surtout du type de résine utilisée et de certaines technologies d'extrusion.

Suivant les différentes qualités de films rétractables

2 VERSIONS DISPONIBLES

Version 2 postes - Réf. M016-00

Le **Retratech 2** postes est la version initiale qui comporte un poste de mesure de force et un poste de mesure du taux de rétraction.

Version 4 postes - Réf. M033-00

Le **Retratech 4** postes comporte trois postes de mesure de force et un poste de mesure du taux de rétraction. Cette version est idéale pour réaliser un nombre important de tests. La voie de mesure du taux de rétraction n'est pas dupliquée car la valeur est « indicative » selon la norme ISO 14616.

ACCESSOIRES OPTIONNELS

Presse de préparation des éprouvettes - Réf. M016-13

La préparation des éprouvettes est une étape importante, et elle a une très grande influence sur les résultats. Le placement précis des étiquettes de fixation, ainsi que leur perforation n'est pas aisé sans outillage adapté.

Aussi, nous proposons un outillage permettant le collage précis des étiquettes (respect de la distance entre étiquettes, du parallélisme des étiquettes) et leur perforation propre (centrage, respect de l'entraxe de perçage).



Figure 9 : le préparateur d'échantillon

cette force varie de 10 à 18 daN.cm⁻². Plus cette force sera grande, plus la charge pourra « s'appuyer » sur le film sans le déformer.

◆ Plage d'utilisation ou plage des températures de rétraction

Le phénomène de rétraction d'un film ne peut se déclencher que lorsque ce film est soumis à une température correspondant à celle où les contraintes imprimées à la gaine au moment de l'extrusion, ont été figées.

Cette température est la température minimum pour obtenir la rétraction.

D'autre part, si nous soumettons ce même film à des températures croissantes à partir de cette température minimum de rétraction, nous arrivons à une température maximum où le film commencera à « fluer » et où il n'y aura donc plus retrait, mais début d'allongement.

« La plage des températures de rétraction » est donc la plage entre la température minimum de rétraction et la température maximum, correspondant au début du fluage. (Fig. 7).

Si la température dans le four est inférieure à la température minimum de rétraction il n'y a pas de rétraction.

Si la température dans le four est supérieure à la température maximum, le film commencera à « fluer », à fondre et il y aura formation de trous.

Cette plage des températures de rétraction varie suivant les qualités de films rétractables et va de 8/10°C pour un film rétractable et standard à 20°C/25°C pour les films rétractables performants.

Un film rétractable possédant une large plage de température de rétraction permettra une bonne rétraction même dans un four ou un tunnel réglé avec une moins bonne précision.

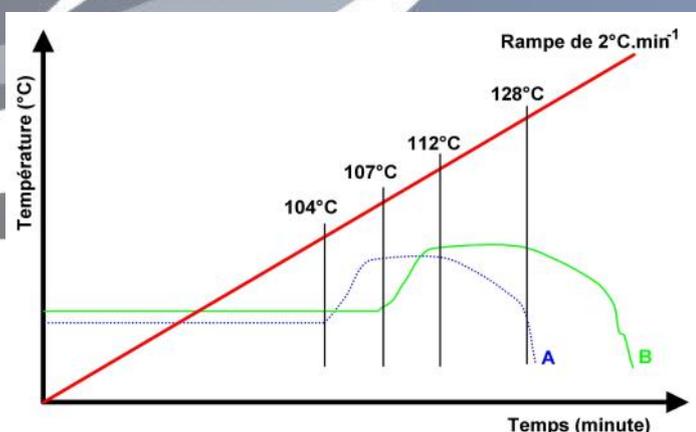


Figure 8 : Retratech, outil de production

ACCESSOIRES LIVRÉS

- ⇒ 1 rouleau de 1000 étiquettes de fixation
- ⇒ Cordon secteur type IEC
- ⇒ Certificat d'étalonnage
- ⇒ Notice d'utilisation
- ⇒ Certificat CE ■

Attention, aucun convertisseur série/USB n'est livré !

CONSOMMABLES

- ⇒ Étiquettes de fixation par rouleau de 1000 (réf. : M016-04)
- ⇒ Étiquettes de fixation, 5 rouleaux de 1000 (réf. : M016-05)
- ⇒ Étiquettes de fixation, 10 rouleaux de 1000 (réf. : M016-06) ■

CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES

Caractéristiques dimensionnelles :

- Encombrement :
 - Longueur 500 mm
 - Profondeur 400 mm
 - Hauteur 600 mm
- Masse » 30 kg

Alimentation électrique 230 V monophasé,
50 Hz

Alimentation pneumatique 6 bars

Eprovette :

- Longueur utile 100 mm
- Longueur totale 130 mm
- Largeur 15 mm

Mesure de la force :

- 1 daN (option 3 voies de mesure de force en option)
- Décalage du zéro ± 5 mN
- Sensibilité 0.1 mN

Mesure de la rétraction :

- Etendue de la mesure 0-90 mm (0-90%)
- Décalage du zéro ± 1 mm

Fréquence d'échantillonnage

15 Hz (2 postes)

Mesure de température :

- Gamme de pilotage
- Gamme de mesure

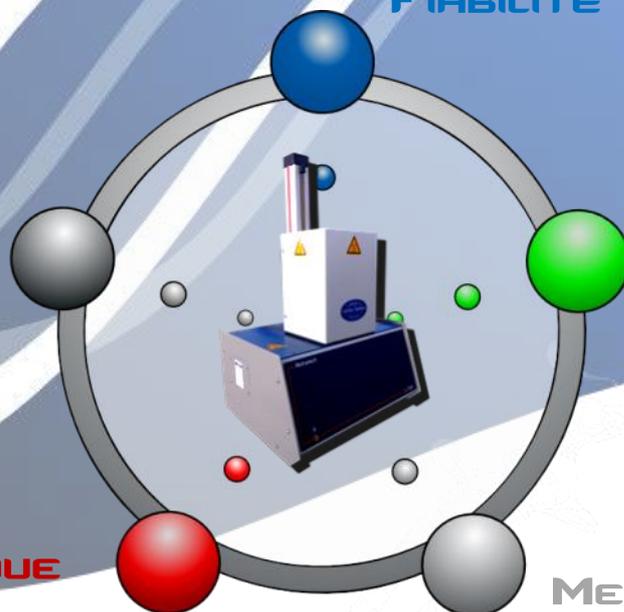
TA+10 → 350°C
TA → 300^{±1}°C,

Logiciel :

- Version
- langues disponibles
- Connexion
- Compatible

Windows®
anglais/français
Série* (x2)
Windows® 10 ■

* Livré avec un convertisseur série/USB

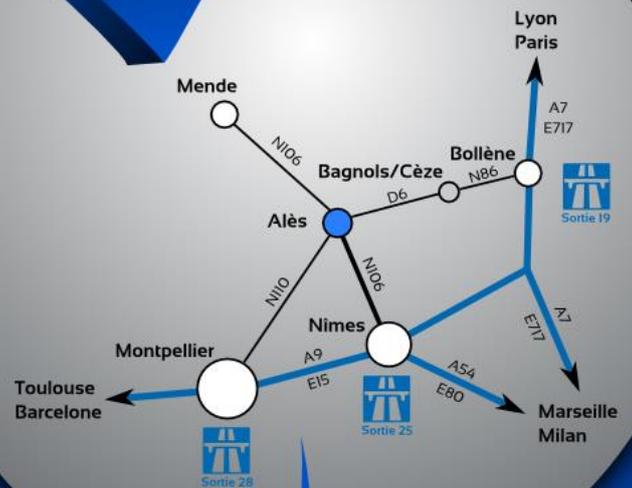
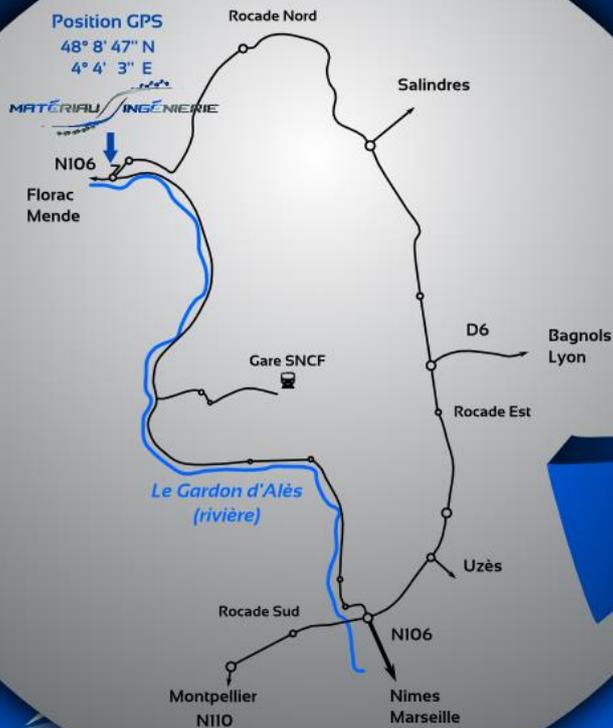
**ANALYSE
FACILE****FIABILITÉ****SÉCURITÉ****ERGONOMIQUE****MESURE INDUSTRIELLE**

* Caractéristiques données à titre indicatif nous réservons le droit de les modifier librement dans le but de l'amélioration des performances de notre appareil de test.

NOUS CONTACTER



Position GPS
48° 8' 47" N
4° 4' 3" E



MATÉRIAU INGÉNIEURIE SARL

Vallon de Fontanes
2, rue des Acacias
F-30520 Saint-Martin-de-Valgalgues

Tél: +33 (0)466 922 060
Fax: +33 (0)466 253 980
Courriel: info@mat-ing.com

NOTRE REPRÉSENTANT: