

**EXCLUSIF: VISCOELASTICITE LINEAIRE DE FLUIDES,  
D'ELASTOMERES... DE 10<sup>-6</sup> A 2000 Hz PAR LES RHEOMETRES  
BOHLIN GEMINI™.**

Florent Jégo, Bohlin Instruments France,  
Tel : +33 493 000 171, Fax : +33 493 000 868, [www.bohlin.fr](http://www.bohlin.fr), info@bohlin.fr

*Domaines d'applications:* Enductions, Encres, Peintures, Adhésifs (temps courts), Polymères (hauts gradients de vitesse), Elastomères...

*Application détaillée :* Amélioration de la stabilité de fonctionnement de dispositifs d'enduction par l'optimisation des propriétés viscoélastiques de l'élastomère recouvrant les rouleaux du dispositif.

## Introduction

Le comportement viscoélastique linéaire de fluides, d'encres, de solutions de polymères, de polymères fondus, de graisses, de pâtes, de gels, d'élastomères... en fonction de la fréquence et de la température constitue une caractérisation indispensable de leurs propriétés macroscopiques et moléculaires. On essaie souvent de caractériser un échantillon sur la plus large plage de fréquences possible, pour observer les phénomènes de relaxation qui peuvent être disséminés sur plus de 10 décades.

Dans les cas favorables (matrices élastomères...), le principe d'équivalence temps température peut être appliqué pour élaborer une courbe maîtresse à partir de mesures effectuées à différentes températures, sur environ 3 à 5 décades. On accède ainsi aux facteurs de décalage et à l'énergie d'activation du principal phénomène de relaxation. Cette technique est inadaptée principalement lorsqu'une faible énergie d'activation entraîne de faibles décalages avec la température, ou si des transitions apparaissent dans le domaine de température exploré. Dans le dernier cas, le comportement viscoélastique à une température donnée n'est accessible que par une mesure directe. C'est pourquoi il s'avère nécessaire d'étendre les domaines de fréquences classiques des rhéomètres et DMTA.

Les rhéomètres rotationnels (Gemini™) et capillaires (Rosand RH) permettent d'accéder à des gradients de vitesse compris entre environ 10<sup>-6</sup> et 3.10<sup>6</sup> s<sup>-1</sup>. En outre, les rhéomètres dynamiques à moteurs conventionnels, plus ou moins évolués, ne caractérisent la viscoélasticité que jusqu'à 150 Hz (Gemini™), voire jusqu'à seulement quelques hertz pour des échantillons très fluides.

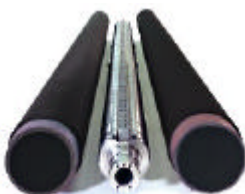
## Innovation – Principe de fonctionnement

Bohlin Instruments étend le domaine de fréquence de ses rhéomètres entre 10<sup>-6</sup> et 2000 Hz, en adaptant un vibreur rotatif piézoélectrique, développé avec l'université d'Ulm. Cet accessoire permet l'évaluation continue du comportement viscoélastique linéaire d'échantillons, de -100 à + 300 °C, principalement entre deux disques plans. Il est constitué de trois éléments qui sous tension, génèrent proportionnellement un moment angulaire sur l'axe du plateau inférieur et de trois éléments dont la tension mesurée est directement proportionnelle à la déflexion (angulaire).

Les composantes viscoélastiques d'un échantillon sont obtenues après deux essais réalisés dans les conditions de température et de fréquence souhaitées, sans et avec l'échantillon.

L'efficacité de cet accessoire est ici présentée dans un exemple appliqué, qui combine des mesures viscoélastiques du nouveau rhéomètre Bohlin Gemini™ piloté par le dispositif Rotonetic™, à celles accessibles avec l'accessoire piézoélectrique.

**Application détaillée : amélioration de la stabilité de fonctionnement de dispositifs d'enduction par l'optimisation des propriétés viscoélastiques de l'élastomère recouvrant les rouleaux du dispositif.**



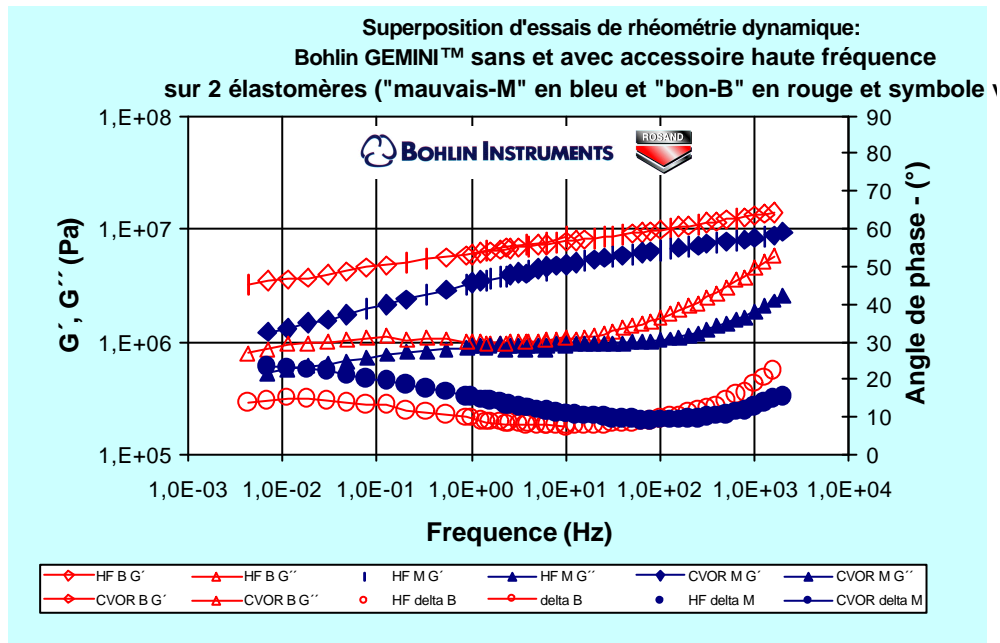
Industriellement, de nombreux dispositifs utilisent des rouleaux recouverts d'un élastomère pour assurer une **enduction**, un **transfert** et/ou le **transport de substrats**. Cette étude a été menée pour un fournisseur de ce type d'équipements.

Lors de la rotation à haute vitesse angulaire des rouleaux recouverts d'un élastomère, la présence de poussières sur les substrats faisait osciller les rouleaux, donc engendrait un disfonctionnement grave qui entraînait l'arrêt de la ligne de production.



Compte tenu de la diversité des substrats, l'étude s'est orientée vers l'optimisation des propriétés viscoélastiques de l'élastomère recouvrant les rouleaux. L'élastomère doit être majoritairement élastique sur le temps d'un cycle de rotation du rouleau, de sorte à ce que son épaisseur demeure constante. En outre, pendant la sollicitation de contact entre l'élastomère et le substrat (environ 5 ms), il est préférable que l'échantillon ait une composante visqueuse suffisamment forte de sorte à amortir la présence d'éventuelles poussières sur le substrat. Le

meilleur comportement est obtenu avec l'élastomère présenté avec les symboles vides et rouges « B ».



## Conclusion

L'accessoire haute fréquence proposé sur les rhéomètres GEMINI™ de Bohlin Instruments permet d'étendre l'analyse viscoélastique linéaire de fluides, d'encres, de solutions de polymères, de polymères fondus, de graisses, de pâtes, de gels, d'élastomères (réticulés)... de  $10^{-6}$  Hz à 2000 Hz et entre environ  $-100$  °C et  $+300$  °C.

Le balayage en fréquence étant continu, on peut donc évaluer les composantes complexes de la viscosité ( $\eta^*$ ), du module de cisaillement ( $G^*$ ) et de la complaisance élastique ( $J^*$ ).

Les exemples présentés illustrent la capacité de ces dispositifs exclusifs à répondre simplement et rapidement à des problématiques qui utilisent des matériaux viscoélastiques, sur des temps très courts (quelques ms) et/ou à de fortes vitesses de cisaillement.

Les domaines d'application naturels sont par conséquent l'enduction (coating), les encres, les peintures, les adhésifs, les polymères (fondus et en solution), les élastomères...

# INNOVATION : IDENTIFICATION PRECISE ET NETTE DE LA TEMPERATURE DE TRANSITION VITREUSE DE POUDRE AMORPHES AVEC LA DMTA BOHLIN INSTRUMENTS

Florent Jégo, Bohlin Instruments France,  
Tel : +33 493 000 171, Fax : +33 493 000 868, [www.bohlin.fr](http://www.bohlin.fr), info@bohlin.fr



Parce que, ni l'analyse par DSC (modulée ou non), ni la diffraction de RX, ni... ne permettent de bien caractériser des poudres amorphes (lactoses : excipients en galéniques, dont le procédé d'obtention modifie les propriétés de transport de principes actifs), Bohlin innove avec de nouvelles possibilités d'investigations.

