



The Leader in transient techniques

## Mesures de conductivité thermique avec le Hot Disk<sup>®</sup> sur du lait avec diverses teneurs en matière grasse

### Les liquides de faible viscosité et l'analyseur thermique Hot Disk :

L'analyseur thermique Hot Disk peut être utilisé pour de nombreuses applications, y compris des mesures sur des liquides de faible viscosité. Les mesures effectuées sur l'eau donne de très bons résultats (généralement 0.61 W/mK à température ambiante), mais des mesures ont été également effectuées sur le méthanol qui est un liquide avec une viscosité inférieure à celle de l'eau.

Pour les mesures sur les liquides de faible viscosité, trois paramètres sont plus importants que pour les mesures sur solide. Premièrement, la puissance injectée à la spirale de la sonde doit être faible pour éviter la convection dans l'échantillon. Deuxièmement, la mesure doit souvent être limitée en temps et ne doit pas excéder 1 seconde. Troisièmement, le choix de la sonde est crucial pour l'exactitude des mesures. Des sondes avec des rayons de 2 ou 3 mm sont habituellement un choix judicieux lorsque le temps de mesure est court.

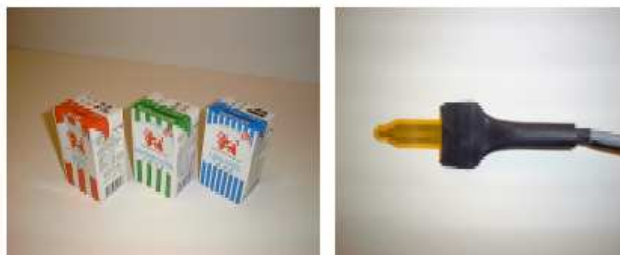
Les mesures sur des liquides plus visqueux (différentes huiles, échantillons de peinture etc...) doivent être habituellement réalisées avec des sondes légèrement plus grandes et avec des temps de mesure plus longs. Hot Disk AB réalise depuis plusieurs années avec succès des mesures sur des liquides de faible viscosité.

### Introduction :

Dans cette application, nous avons testé 4 produits laitiers différents par leur teneur en matières grasses (donnée par le fabricant) < 0.1 %, 0.5 %, 1.5 % et 3 %, et nous les avons comparés afin d'étudier si notre analyseur de propriétés thermiques Hot Disk peut être employé pour déterminer la teneur en matière grasse dans les produits de notre quotidien.

### Mesures et résultats :

Afin de s'assurer que les mesures ont été effectuées à la même température, nous avons utilisé un cylindre d'aluminium (diamètre 80 mm et taille 60 mm), dans lequel ont été forés 4 trous (diamètre 20 mm et profondeur 50 mm) que nous avons remplis de chacun des différents types de lait.



**Fig. 1 :** A Gauche : les 3 échantillons de lait avec les teneurs les plus élevées en matière grasse.  
A Droite : la sonde utilisée pour les mesures (C7577).

Une sonde isolée en Kapton (réf 7577, Fig. 1) a été successivement plongée dans les différents échantillons de lait (Fig. 1). Le diamètre de la spirale de la sonde était d'environ 4 millimètres, l'isolation en Kapton des deux côtés de la spirale était d'une épaisseur de 13 µm et la conductivité thermique de cet isolant est de 0.12 W/m/K.

Les expériences ont été réalisées avec un Pont de Wheastone standard et les enregistrements transitoires ont été limités à 2.5 secondes. L'analyse a ensuite été réalisée avec l'hypothèse que la capacité calorifique volumique était de 4.17 MJ/m<sup>3</sup>/K, la zone d'estimation s'est étendue du point 17 à 77 sur un total de 200 enregistrés pendant l'enregistrement. Ceci signifie que les points enregistrés au delà de 0.96 seconde n'ont pas été pris en compte et par conséquent aucun signe de convection naturelle n'a pu être observé. La puissance pendant la mesure était de 0.15 W et l'augmentation de température a été d'environ 1.7°C et ce sur la période d'estimation précédente. La profondeur de pénétration du flux de chaleur était de 0.8 mm et la déviation moyenne était inférieure à 0.004°C.

### A propos du Hot Disk

Le Hot Disk Thermal Constants Analyser est un système utilisé pour mesurer les propriétés liées aux transferts thermiques d'un échantillon : conductivité thermique, diffusivité thermique et capacité calorifique.

Le système est basé sur une technique brevetée, la Source Plane Transitoire (TPS), qui peut être utilisée pour analyser des matériaux ayant une conductivité thermique de 0.005 à 500 W/mK et couvrant une gamme de température de -255°C à 700°C.

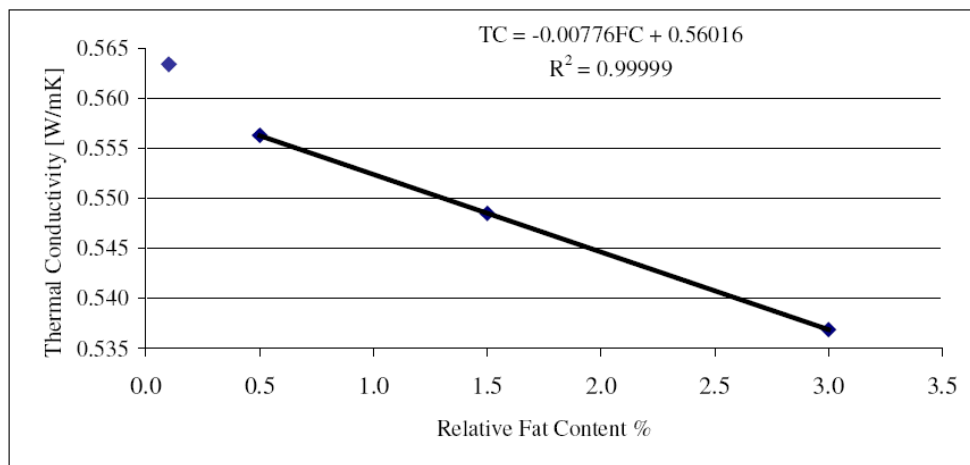
Les modes d'opération suivants sont disponibles avec le Hot Disk :

1. **Méthode de base** : La sonde est placée entre 2 échantillons. Cette méthode présente également une option en système asymétrique.
2. **Méthode Couche Mince** : Une sonde spéciale extrêmement sensible est placée entre deux films fins (10 - 1000µm).
3. **Méthode Plaque Mince** : Pour les matériaux très conducteurs (> 10W/mK comme SiC, Cu...).
4. **Méthode Anisotropique** : Cette méthode mesure la conductivité et la diffusivité thermique anisotropique d'un échantillon uniaxial.
5. **Détermination de Cp** : Détermine le Cp des échantillons solides.

Pour plus d'informations, allez sur le site [www.thermoconcept-sarl.com](http://www.thermoconcept-sarl.com) ou contactez THERMOCONCEPT en France.

Les résultats des mesures sont répertoriés ci-dessous :

Concentration en matière grasse (%)	Conductivité thermique (Wm <sup>-1</sup> K <sup>-1</sup> )
<0.1	0.5634 +/- 0.0003
0.5	0.5563 +/- 0.0008
1.5	0.5485 +/- 0.0007
3	0.5369 +/- 0.0008



**Fig. 2** : La corrélation de la conductivité thermique par rapport à la teneur en matière grasse dans le lait est parfaitement linéaire. Le point de déviation pour l'échantillon de lait écrémé (< 0.1% de matière grasse) est probablement dû à une teneur en matière grasse trop basse.

Deux mesures ont été réalisées sur chaque échantillon de lait et la sonde a été déplacée d'un trou à l'autre entre chaque mesure. Tout d'abord, les quatre échantillons ont été mesurés avec seulement quelques minutes entre chaque mesure. Une deuxième série de mesures identique a été effectuée après environ une heure.

Les trois dernières concentrations indiquent une corrélation parfaitement linéaire (Fig. 2.) entre la conductivité thermique et la concentration en matière grasse. La comparaison entre l'évolution de la conductivité thermique (avec une déviation moyenne de 0.0007 W/m.K) en fonction de la concentration en matière grasse indique qu'il est possible de déterminer la concentration en matière grasse d'un produit à 0.09 % près.

### Conclusion :

On a montré que la conductivité thermique des liquides de faible viscosité peut être mesurée avec le Hot Disk et que le dispositif était assez sensible pour déterminer la teneur en matière grasse du lait.

D'autres exemples d'applications sur des mesures de liquides à faible viscosité sont à noter comme par exemple sur les mélanges eau / anti-gel, où on peut déterminer la teneur en anti-gel.

### Hot Disk AB

Salagatan 16 F  
753 30 Uppsala, Sweden  
Tel. : +46 18-15 78 00  
Fax: +46 18-59 05 85

Contact : Lars Hålldahl  
E-mail : [lars.halldahl@hotdisk.se](mailto:lars.halldahl@hotdisk.se)

### Hot Disk, Inc.

255 Old NewBrunswick Road  
South Tower, Suite 1205  
Piscataway, NJ 08854. USA.

Contact : Mr Jay Patel  
Tél. : +001 732 465 0777  
Fax : +001 732 465 0778  
Mobile : +001 908 510 4407  
E-mail : [jay.patel@hotdisk.se](mailto:jay.patel@hotdisk.se)

### Hot Disk Inc. Shanghai

Rm. 6312, West Building, Jin Jiang  
Hotel,  
59 Mao Ming Road (S),  
Shanghai 200020, PR China

Contact : Mrs Vanilla Chen  
Tél. : +8621 54661071  
Fax : +8621 64152081  
E-mail : [vanilla\\_chen@hotdisk.se](mailto:vanilla_chen@hotdisk.se)

### THERMOCONCEPT

TREFLE - ENSAM,  
Esplanade des Arts et Métiers,  
33405 TALENCE CEDEX, France

Contact : Mr Richard Huillery  
Tél. : 05 56 84 44 72  
Fax : 05 56 84 44 79  
E-mail : [richard.huillery@bordeaux.ensam.fr](mailto:richard.huillery@bordeaux.ensam.fr)