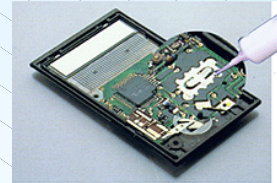
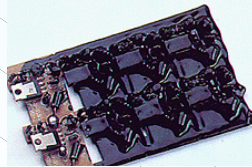
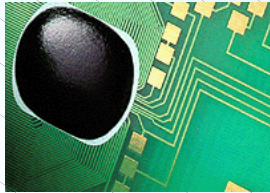


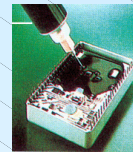
Evaluation des contraintes subies par les composants électroniques enrobés



CEMEF - ENSMP, Sophia Antipolis, 24 mars 2005 « Les résines d'enrobage et de surmoulage en électronique et microélectronique »

Objectifs du surmoulage des composants électroniques :

- permettre une bonne conductivité thermique ;
- améliorer la tenue mécanique (face aux vibrations, chocs, etc.) ;
- assurer l'isolement électrique ;
- assurer « l'inviolabilité » de la carte électronique ;
- protéger contre l'environnement extérieur ;
- assurer la biocompatibilité .



Conséquence du surmoulage :

- **contraintes thermomécaniques sur les composants.**

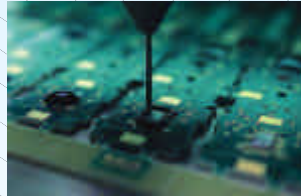


CEMEF - ENSMP, Sophia Antipolis, 24 mars 2005 « Les résines d'enrobage et de surmoulage en électronique et microélectronique »

Quelques applications

Secteur de l'électronique et de la microélectronique :

- > microprocesseurs de surveillance ;
- > surmoulage de connexions de circuits flexibles ;
- > dam and fill de microprocesseurs ;
- > cartes électroniques.



Secteur médical :

- > pacemakers / défibrillateurs.



Les résines d'encapsulation

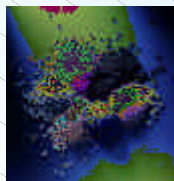
Deux familles de résines de surmoulage :

- > Résines thermodurcissables



- > Résines thermofusibles

- > Résines thermoplastiques





Les résines d'encapsulation

Deux familles de résines de surmoulage

Type de famille de résines	Résines thermodurcissables	Résines thermofusibles/thermoplastiques
Matériaux concernés	Silicones	Polyamide / Polyamides chargés
	Polyuréthannes	Polyuréthane
	Méthacrylates	Polypropylène
	Epoxydes	
Températures	Moulage lors de la réticulation	Moulage lors du refroidissement
	Transitions vitreuses	Transitions vitreuses
		Température de ramollissement



Evaluation des contraintes thermiques internes subies par les composants

$$\sigma_1 = E \varepsilon_{\text{retrait}} \sim 0$$

Retrait de réticulation ou de solidification

$$\sigma_2 = E \varepsilon_{\text{thermique}}$$

Approximation des petites déformations : $\varepsilon = e$

$$\sigma = E \alpha |(\theta - \theta_{\text{meo}})|$$

DMA (Analyse Mécanique Dynamique) et TMA (Analyse Thermo-Mécanique)



CEMEF - ENSMP, Sophia Antipolis, 24 mars 2005 « Les résines d'enrobage et de surmoulage en électronique et microélectronique »

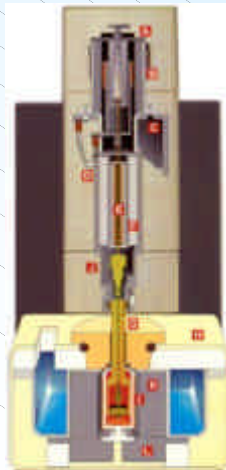


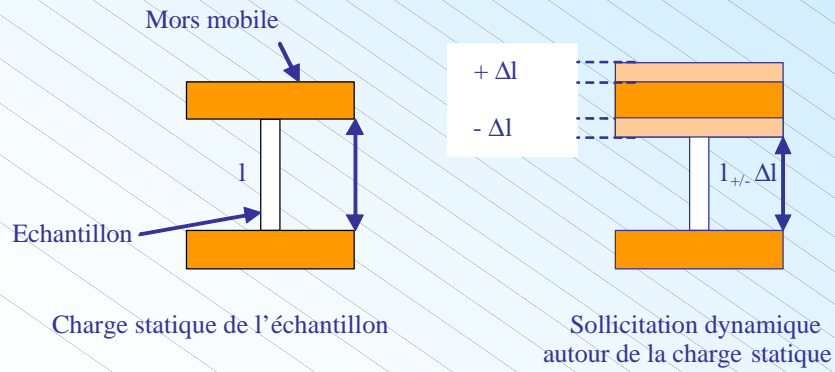
Schéma de principe d'un
appareil de DMA

- A : Moteur linéaire qui permet d'appliquer une contrainte constante, dynamique ou une combinaison des deux**
- C : Châssis rigide**
- F : Enceinte thermostatée**
- G : Dispositif de mesure mécanique sollicitant l'échantillon**
- H : Enceinte thermostatée de l'échantillon**
- I : Four en céramique permettant de chauffer à très grande vitesse (0,1 à 100 °C / min) et comprenant un thermocouple de mesure de température de l'échantillon**
- J : Purge de gaz permettant d'avoir une atmosphère constante autour de l'échantillon**
- K : Bloc isolant**
- L : Circuit de refroidissement comprenant une circulation à l'eau au dessus de l'ambiante et un bain d'azote liquide en dessous de l'ambiante.**

CEMEF - ENSMP, Sophia Antipolis, 24 mars 2005 « Les résines d'enrobage et de surmoulage en électronique et microélectronique »



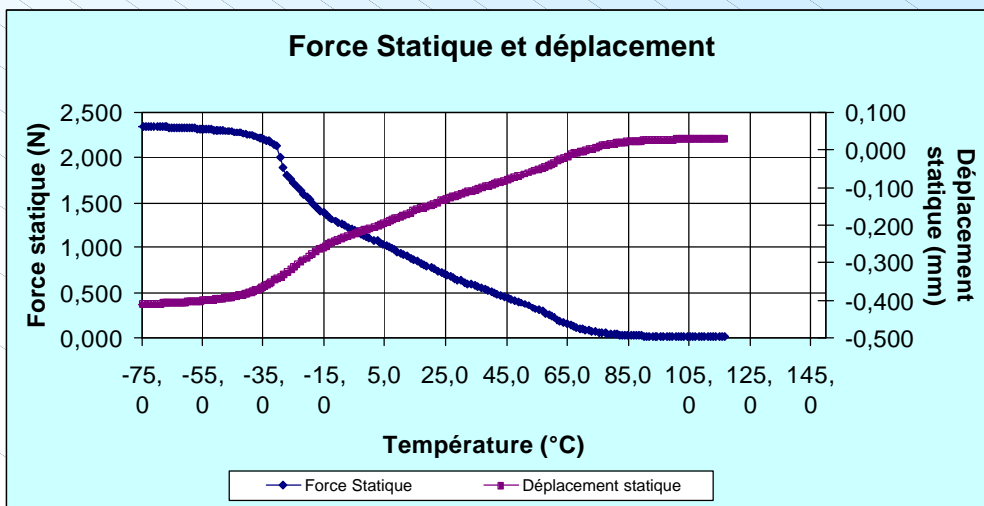
Sollicitation de l'échantillon lors d'une mesure en DMA



CEMEF - ENSMP, Sophia Antipolis, 24 mars 2005 « Les résines d'enrobage et de surmoulage en électronique et microélectronique »



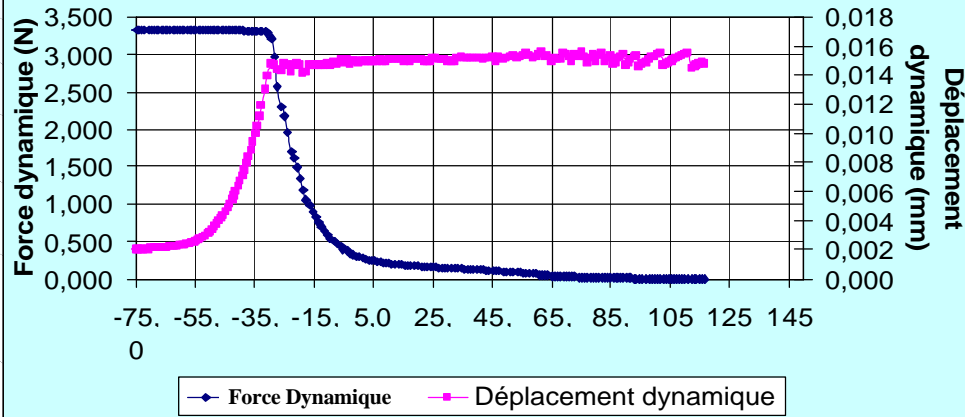
www.triton-technology.co.uk/



CEMEF - ENSMP, Sophia Antipolis, 24 mars 2005 « Les résines d'enrobage et de surmoulage en électronique et microélectronique »

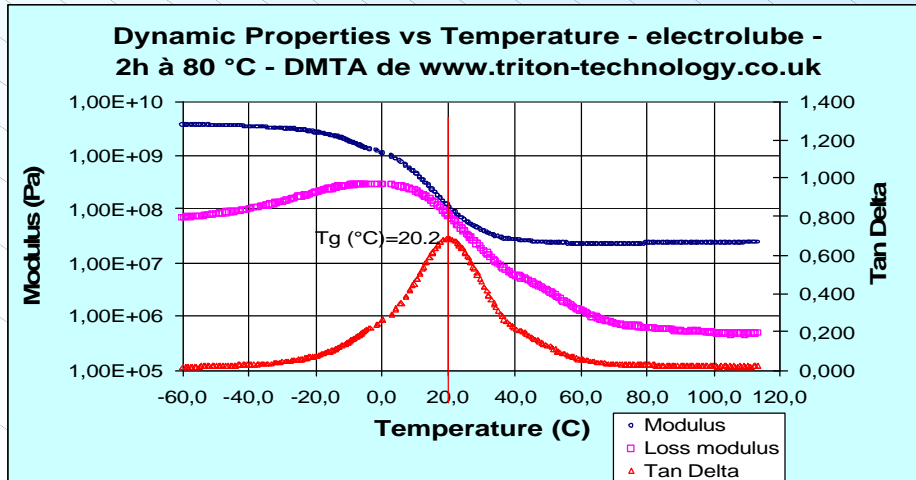


FORCE DYNAMIQUE ET DEPLACEMENT DYNAMIQUE



Les résines thermodurcissables : propriétés viscoélastiques

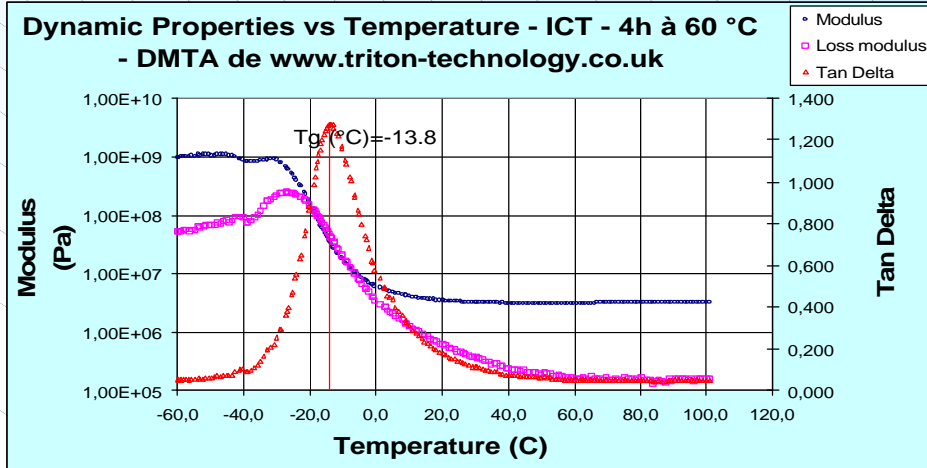
> polyuréthane « electrolube UR 5608 »





Les résines thermodurcissables : propriétés viscoélastiques

> polyuréthane « ICT Icthanne ET 183 A VO / 17022B »

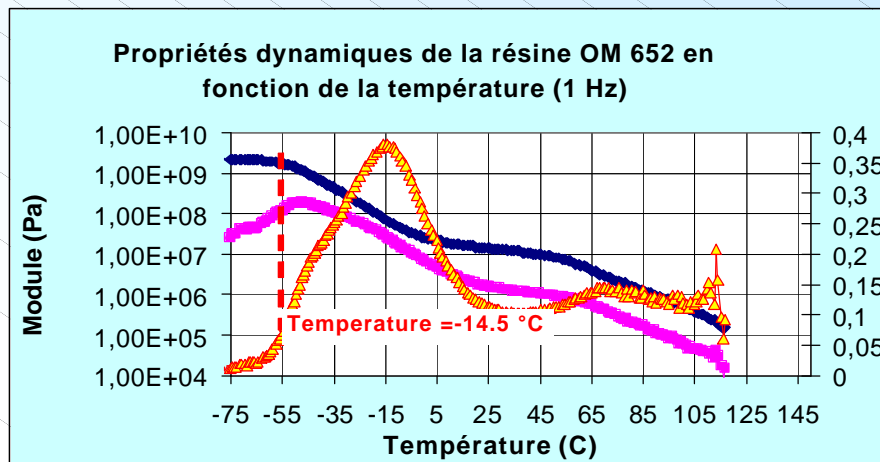


CEMEF - ENSMP, Sophia Antipolis, 24 mars 2005 « Les résines d'enrobage et de surmoulage en électronique et microélectronique »



Les résines thermoplastiques : propriétés viscoélastiques

> Polyamide « OPTIMEL OM 652 »

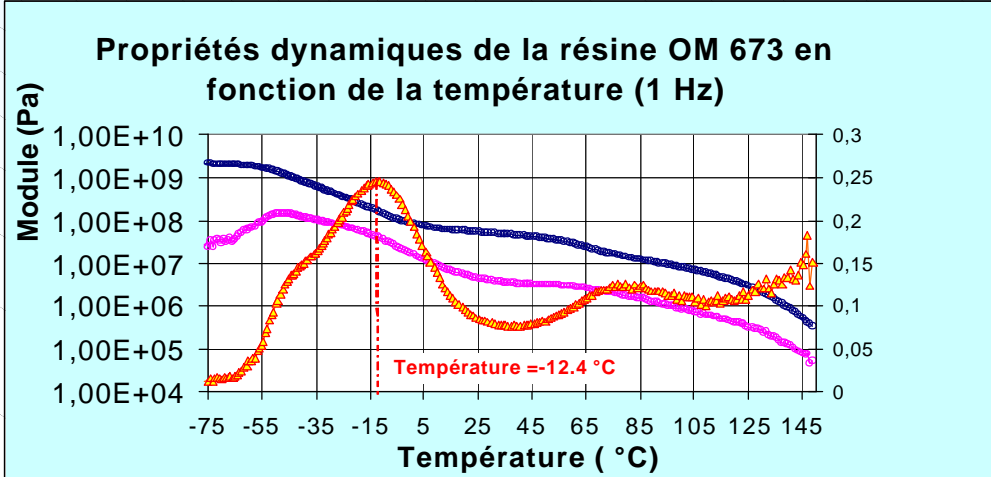


CEMEF - ENSMP, Sophia Antipolis, 24 mars 2005 « Les résines d'enrobage et de surmoulage en électronique et microélectronique »



Les résines thermoplastiques : propriétés viscoélastiques

> Polyamide « OPTIMEL OM 673 »

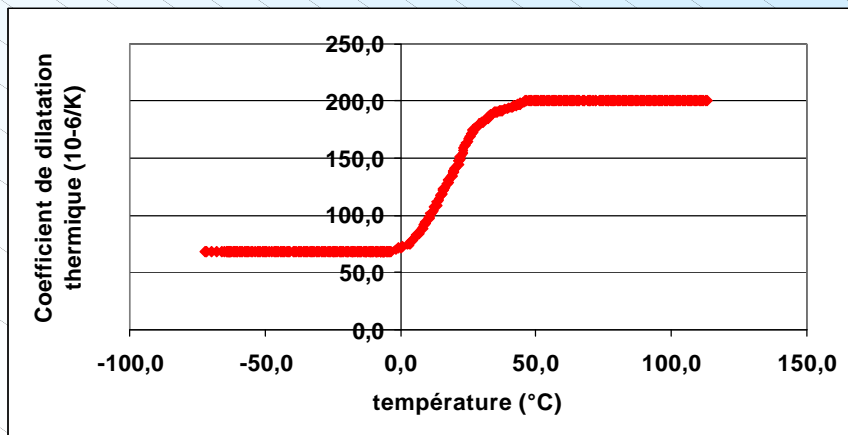


CEMEF - ENSMP, Sophia Antipolis, 24 mars 2005 « Les résines d'enrobage et de surmoulage en électronique et microélectronique »



Evaluation des contraintes thermiques générées par les résines

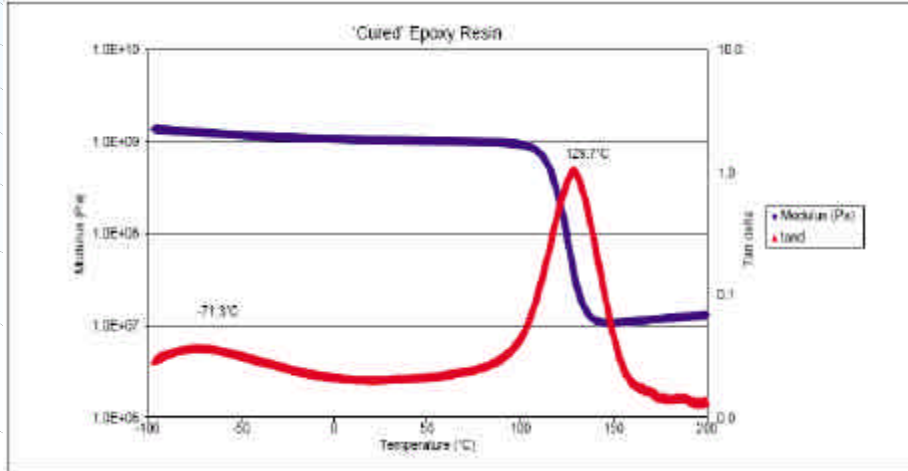
> Evolution du coefficient de dilatation en fonction de la température



CEMEF - ENSMP, Sophia Antipolis, 24 mars 2005 « Les résines d'enrobage et de surmoulage en électronique et microélectronique »

Les résines thermodurcissables : propriétés viscoélastiques

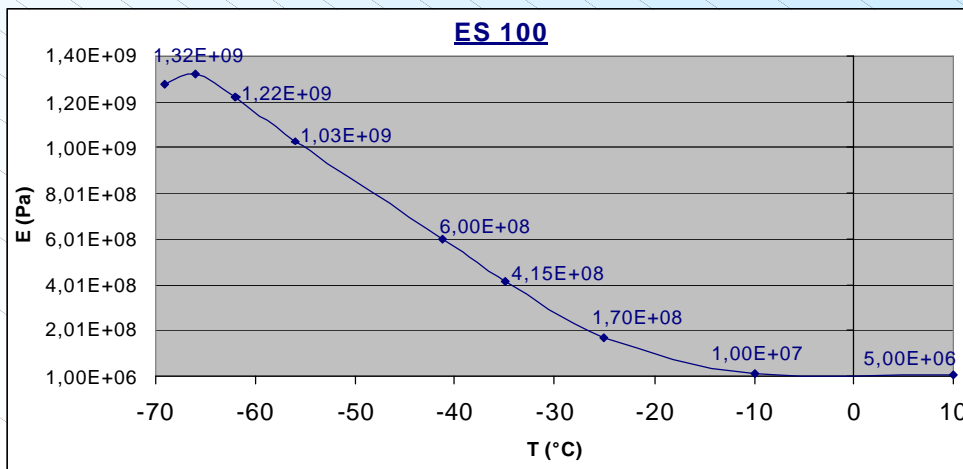
> résine époxyde



CEMEF - ENSMP, Sophia Antipolis, 24 mars 2005 « Les résines d'enrobage et de surmoulage en électronique et microélectronique »

Les résines thermodurcissables : propriétés viscoélastiques

> résine époxyde «BFi OPTILAS ES 100 »

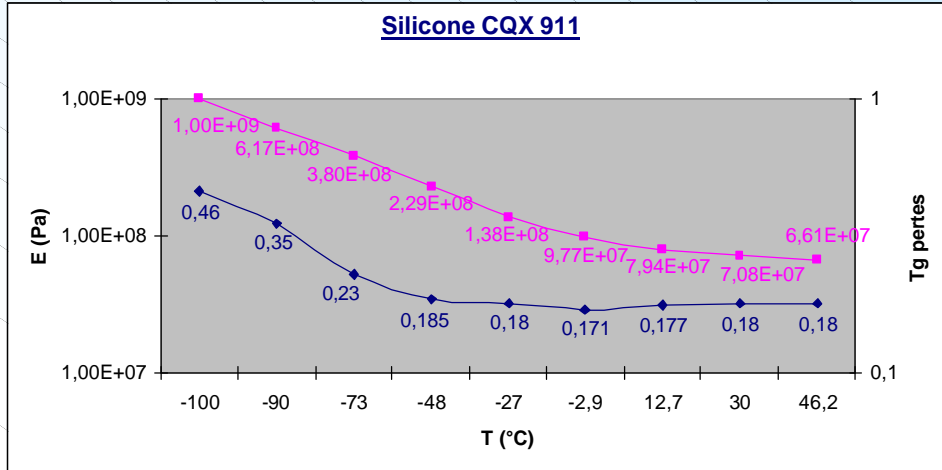


CEMEF - ENSMP, Sophia Antipolis, 24 mars 2005 « Les résines d'enrobage et de surmoulage en électronique et microélectronique »



Les résines thermodurcissables : propriétés viscoélastiques

> silicone « SMAC CQX 911 »

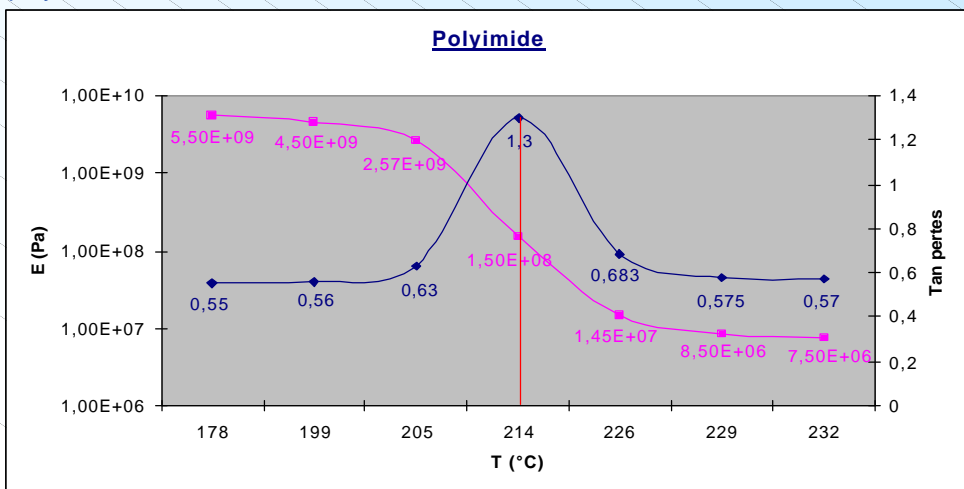


CEMEF - ENSMP, Sophia Antipolis, 24 mars 2005 « Les résines d'enrobage et de surmoulage en électronique et microélectronique »



Les résines thermodurcissables : propriétés viscoélastiques

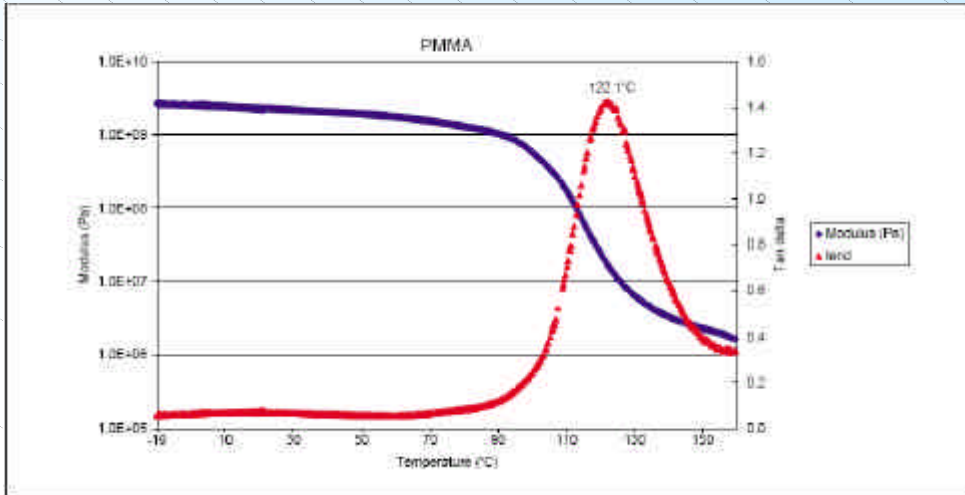
> polyimide



CEMEF - ENSMP, Sophia Antipolis, 24 mars 2005 « Les résines d'enrobage et de surmoulage en électronique et microélectronique »

Les résines thermoplastiques : propriétés viscoélastiques

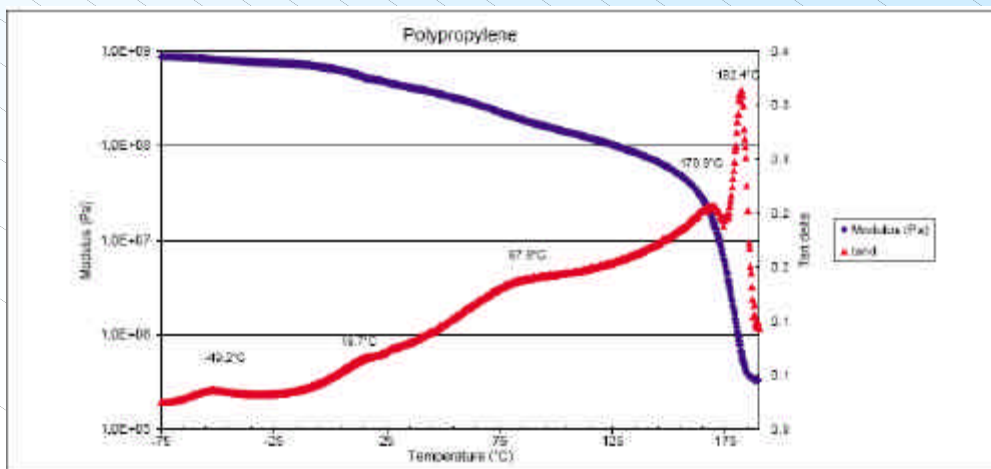
> La famille des acryliques



CEMEF - ENSMP, Sophia Antipolis, 24 mars 2005 « Les résines d'enrobage et de surmoulage en électronique et microélectronique »

Les résines thermoplastiques : propriétés viscoélastiques

> Polypropylène

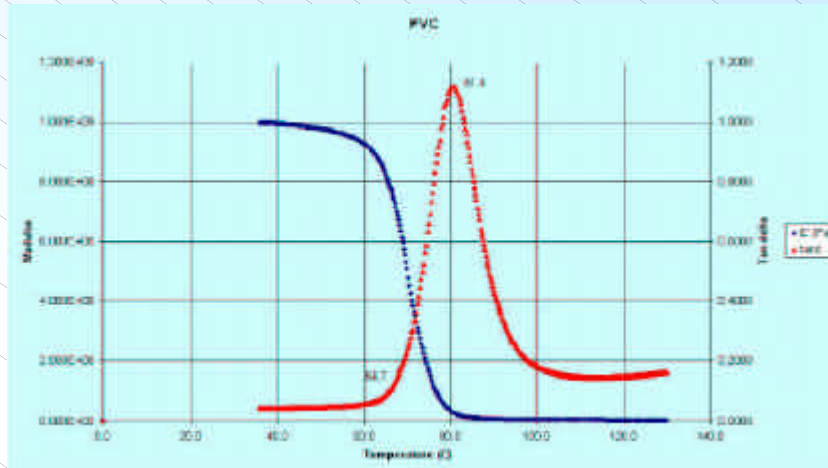


CEMEF - ENSMP, Sophia Antipolis, 24 mars 2005 « Les résines d'enrobage et de surmoulage en électronique et microélectronique »



Les résines thermoplastiques : propriétés viscoélastiques

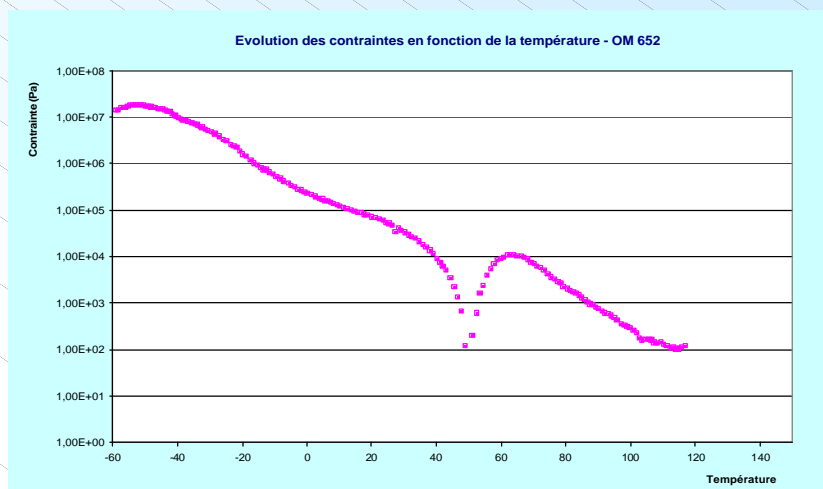
> Polychlorure de vinyle



CEMEF - ENSMP, Sophia Antipolis, 24 mars 2005 « Les résines d'enrobage et de surmoulage en électronique et microélectronique »



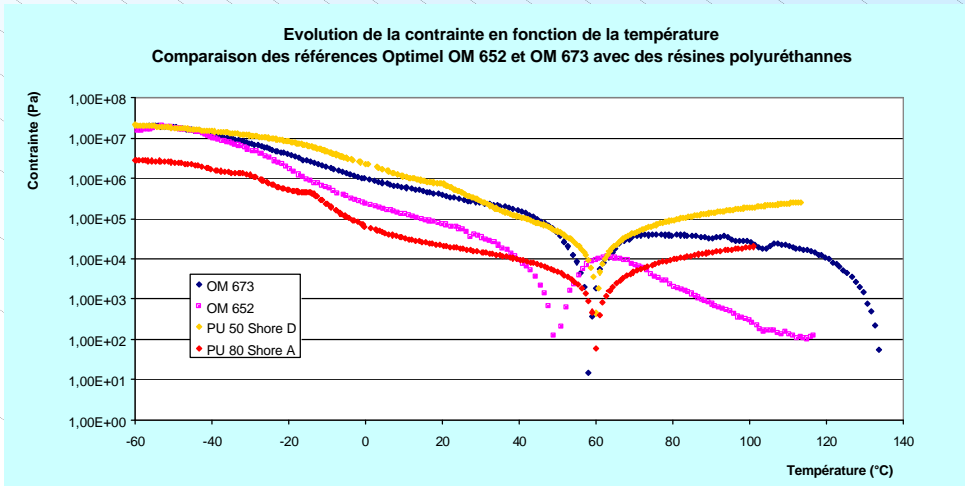
Evaluation des contraintes thermiques moyennes générées par les résines polyamides



CEMEF - ENSMP, Sophia Antipolis, 24 mars 2005 « Les résines d'enrobage et de surmoulage en électronique et microélectronique »

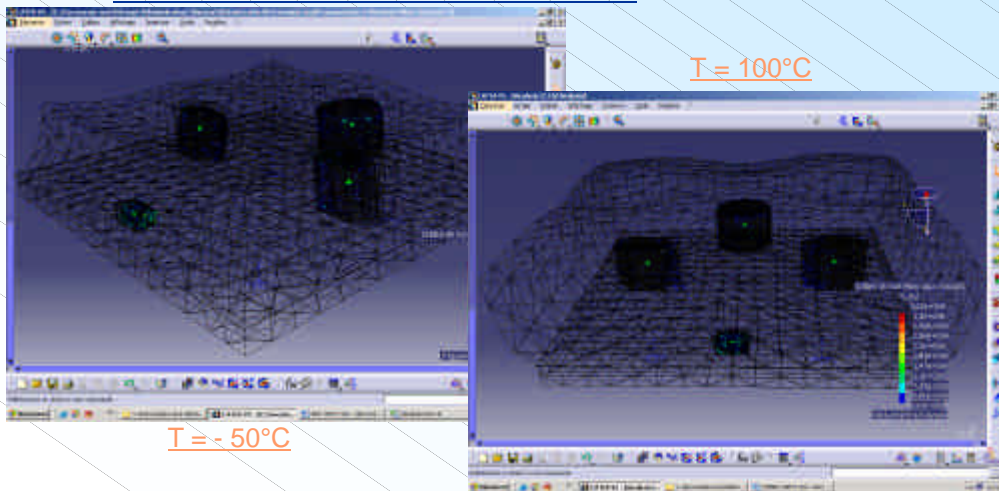


Allure des courbes Contrainte moyenne/ Température de quelques matériaux



Calcul par éléments finis

- > Polyamide « OPTIMEL OM 652 » et « ICT Icthane » bords libres
- > Visualisation du modèle et des déformations

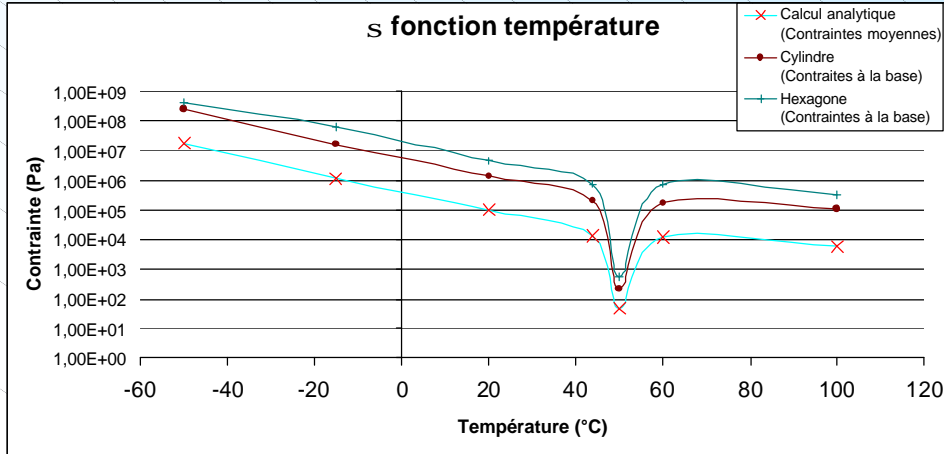




Calcul par éléments finis

> Polyamide « OPTIMEL OM 652 » bords libres

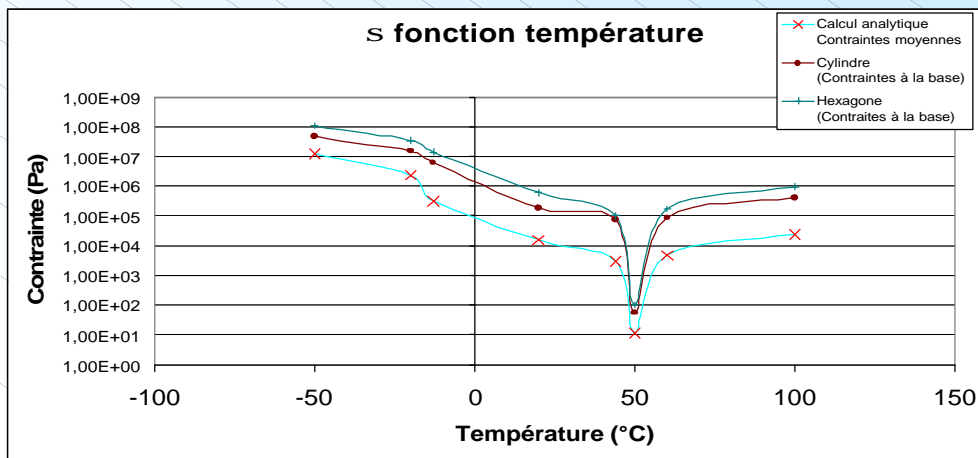
> Visualisation des contraintes au niveau des soudures des composants



Calcul par éléments finis

> Polyuréthane « ICT Icthane » bords libres

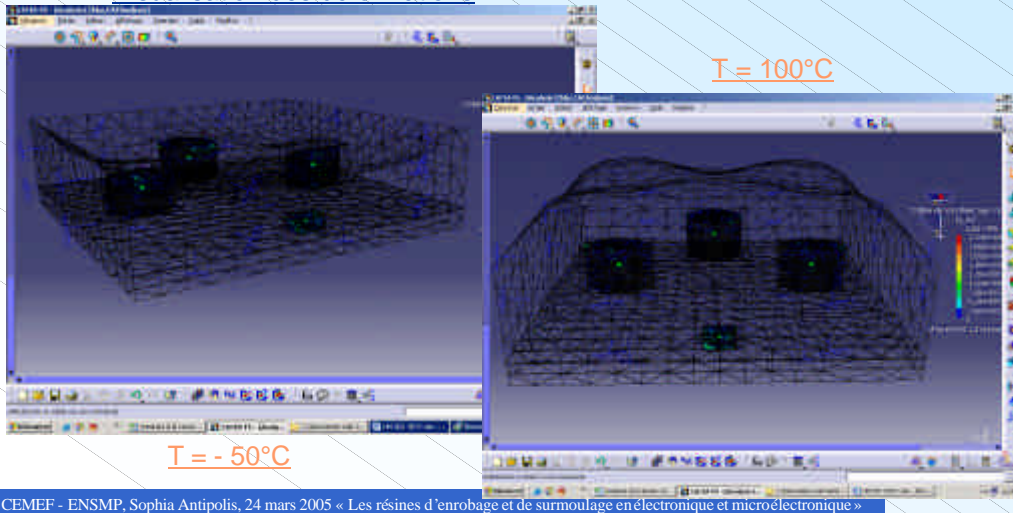
> Visualisation des contraintes au niveau des soudures des composants



Calcul par éléments finis

> Polyamide « OPTIMEL OM 652 » et « ICT Icthanne » dans le boîtier

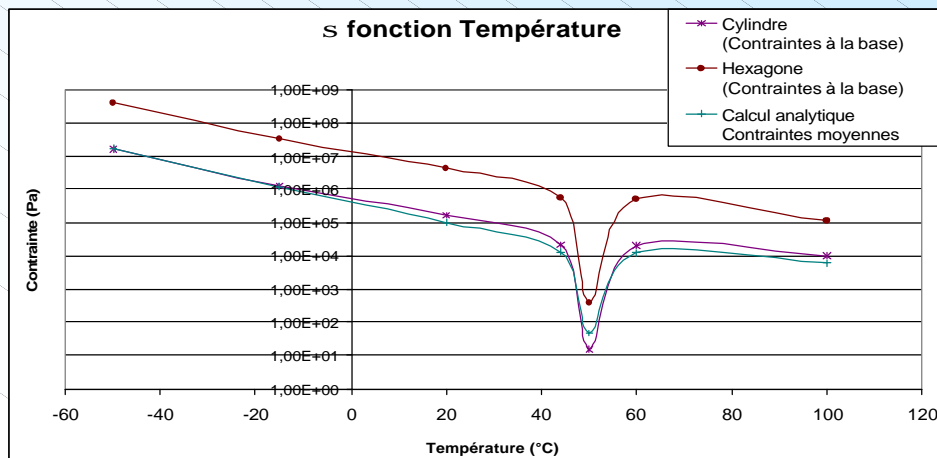
> Visualisation des déformations



Calcul par éléments finis

> Polyamide « OPTIMEL OM 652 » dans le boîtier

> Visualisation des contraintes au niveau des soudures des composants

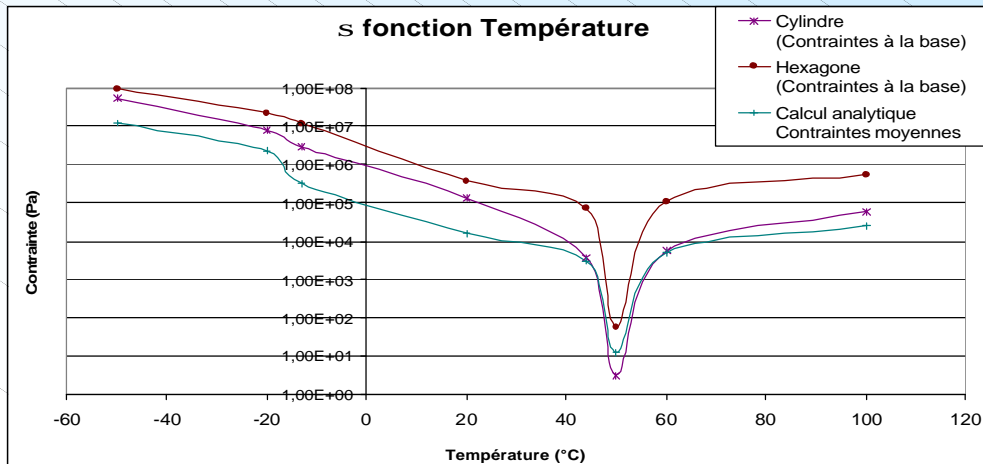




Calcul par éléments finis

> Polyuréthane « ICT Icthanne » dans le boîtier

> Visualisation des contraintes au niveau des soudures des composants



CEMEF - ENSMP, Sophia Antipolis, 24 mars 2005 « Les résines d'enrobage et de surmoulage en électronique et microélectronique »



Conclusions

Les calculs analytiques :

- > nécessitent la connaissance des valeurs expérimentales des modules et CTE en fonction de la température ;
- > ce sont surtout les évolutions des modules en fonction de la température plus que les dépendances des CTE qui expliquent les variations de contraintes internes ;
- > ces valeurs peuvent atteindre pour les basses températures des valeurs de l'ordre de 10Mpa (1 kg par mm²).

CEMEF - ENSMP, Sophia Antipolis, 24 mars 2005 « Les résines d'enrobage et de surmoulage en électronique et microélectronique »



Conclusions

Les calculs précis par éléments finis :

- > nécessitent des temps de calculs importants ;
- > prédisent des valeurs de contraintes maximales locales très élevées et permettent de mieux sélectionner la résine de surmoulage correspondant au cahier des charges défini.