

NON CLASSIFIÉ
DIFFUSION ILLIMITÉE

CRDV RAPPORT 4252/82
DOSSIER: 3621A-002
AVRIL 1982

DREV REPORT 4252/82
FILE: 3621A-002
APRIL 1982

UNCLASSIFIED
DISTRIBUTION
ILLIMITÉE

QUELQUES EFFETS DE L'HEXANITROSTILBÈNE SUR LE TNT

P. Pelletier

J.F. Drolet

M.F. Morissette

Centre de Recherches pour la Défense
Defence Research Establishment
Valcartier, Québec

BUREAU - RECHERCHE ET DEVELOPPEMENT
MINISTÈRE DE LA DÉFENSE NATIONALE
CANADA

RESEARCH AND DEVELOPMENT BRANCH
DEPARTMENT OF NATIONAL DEFENCE
CANADA

UNCLASSIFIED
UNLIMITED DISTRIBUTION

CRDV R-4252/82
DOSSIER: 3621A-002

NON CLASSIFIE

DREV R-4252/82
FILE: 3621A-002

QUELQUES EFFETS DE L'HEXANITROSTILBÈNE

SUR LE TNT

par

P. Pelletier, J.F. Drolet et M.F. Morissette

CENTRE DE RECHERCHES POUR LA DEFENSE

DEFENCE RESEARCH ESTABLISHMENT

VALCARTIER

Tél: (418) 844-4271

Québec, Canada

April/avril 1982

UNCLASSIFIED

RESUME

DP // Nous avons étudié les effets de différentes concentrations d'hexanitrostilbène-2,2', 4,4', 6,6' (HNS) sur le point de fusion, la température et le type de cristallisation du TNT à l'aide de la technique d'étude microscopique sur plaque chauffante. Nous avons également évalué l'effet de ces concentrations de HNS sur les propriétés mécaniques du TNT en compression à la charge maximale et sur les pertes de poids par exsudation. Les résultats ont démontré que le HNS n'a pas d'effet sur le point de fusion, mais qu'il diminue le phénomène de surfusion du TNT. De plus, le HNS améliore les propriétés mécaniques en compression. Nous n'avons pas remarqué d'effet particulier du HNS sur les pertes de poids par exsudation. La diminution de la surfusion la plus importante et les meilleures propriétés mécaniques ont été observées pour des concentrations entre 0.35 et 0.5% de HNS. // (NC)

ABSTRACT

The effects of different concentrations of 2,2', 4,4', 6,6' - hexanitrostilbene (HNS) on the melting point, temperature and type of crystallization of TNT were studied using hot stage microscopy. The effects of these concentrations of HNS on the mechanical properties of TNT in compression at maximum load and on the losses of weight due to exudation were also investigated. Results showed that HNS had no effect on the melting point, but it decreased the supercooling of TNT by increasing its crystallization temperature. They also demonstrated that HNS improved the mechanical properties in compression, but that it had no effect on the losses of weight due to exudation. The largest decrease in supercooling and the best mechanical properties were observed for concentrations between 0.35 and 0.5% of HNS. (U)

TABLE DES MATIERES

	RESUME/ABSTRACT	i
1.0	INTRODUCTION	1
2.0	MÉTHODE EXPERIMENTALE	1
2.1	Préparation des échantillons pour les propriétés mécaniques	1
2.2	Etudes de cristallisation	2
3.0	RESULTATS ET DISCUSSION	3
3.1	Point de fusion et température de cristallisation.	3
3.2	Etude de cristallisation au microscope	4
3.3	Propriétés mécaniques	4
3.4	Autres mesures et études	7
4.0	CONCLUSIONS	7
5.0	REMERCIEMENTS	7
6.0	REFERENCES	22
	FIGURES 1 à 16	
	TABLEAUX I à XI	
	ANNEXE A - Description des modèles mathématiques "SPLINES"	
	ANNEXE B - Programme APL pour le rejet des valeurs servant à obtenir un intervalle de confiance donné sur la moyenne.	
	ANNEXE C - Programme APL pour calculer les coefficients d'une équation exponentielle.	

1.0 INTRODUCTION

Le trinitrotoluène - 2, 4, 6 (TNT) est l'un des explosifs coulables les plus employés pour le remplissage de bombes et d'obus. On l'utilise surtout à cause de ses propriétés intéressantes qui sont: une basse sensibilité à l'impact, une bonne stabilité, un point de fusion peu élevé et une bonne fluidité lorsqu'il est fondu. Il présente, toutefois, des désavantages importants qui sont: un phénomène de surfusion, un changement de volume appréciable lors de la solidification et une importante réaction aux variations thermiques. Ces désavantages s'expliquent par la cristallisation du TNT sous forme de longues aiguilles.

Parce que le TNT est couramment utilisé, plusieurs études ont été entreprises pour trouver des agents qui modifieraient sa cristallisation. Back et al (réf. 1), puis Philp et al (réf. 2 à 4) ont démontré l'effet bénéfique de l'hexanitrostilbene -2,2', 4,4', 6,6' (HNS) sur la cristallisation du TNT. Pour expliquer cet effet, Parry et Thorpe (réf. 4) ont démontré l'existence d'un complexe 2TNT:HNS à l'aide de la technique de calorimétrie à balayage différentiel (DSC).

Dans la première partie de nos travaux, nous avons évalué l'effet de différents pourcentages de HNS sur la température et le type de cristallisation. Dans la deuxième partie, nous avons étudié les propriétés mécaniques en compression pour les différents mélanges de TNT et HNS utilisés dans la première partie.

Ce travail a été réalisé au CRDV entre décembre 1979 et novembre 1980 dans le cadre du NCP 21A02, Explosifs conventionnels.

2.0 METHODE EXPERIMENTALE

Le TNT utilisé pour ces études était conforme à la spécification militaire MIL-T-248A. Il avait été produit par la firme Canadian Industries Limited. Le point de fusion de ce TNT est de 81.0°C. Par comparaison, celui du TNT pur à 99.95% est de 80.7°C (réf. 4).

Le HNS employé avait été fabriqué par la firme Chemtronics de Ashville, Caroline du Nord, USA. Ce produit, pur à 98%, était formé de cristaux de 2 à 3 µm de diamètre. Les impuretés étaient des composés nitroaromatiques.

2.1 Préparation des échantillons pour les propriétés mécaniques

Pour l'addition du HNS au TNT nous avons utilisé la méthode décrite dans la réf. 1. Cette méthode, illustrée à la fig. 1, consiste à chauffer le TNT jusqu'à 100°C en ajoutant le HNS lorsque le TNT atteint 85°C. Une partie du HNS se dissout dans le TNT pour

former le complexe 2TNT:HNS (réf. 4). On coule ensuite le mélange TNT-HNS sur une plaque métallique. Après solidification, on brise la couche d'explosif obtenue, appelée biscuit, en morceaux d'environ 4 cm x 4 cm. Pour produire les échantillons, on chauffe les morceaux à une température qui ne dépasse pas 85°C, température de destruction du complexe, et on coule dans les moules.

Deux moules étaient disponibles pour préparer ces échantillons. Avec le premier, on a préparé six carottes de 23 cm de longueur et de 2.54 cm de diamètre et, avec le second, six carottes de 19 cm de longueur et 3.0 cm de diamètre. On a ensuite examiné toutes les carottes aux rayons X pour éliminer celles qui avaient des défauts trop importants. Après avoir coupé les meilleures carottes pour obtenir des échantillons de 5.08 cm de long, on en a usiné les deux faces pour les rendre parallèles. On a ainsi préparé 40 échantillons pour chacun des cinq mélanges TNT-HNS dont les concentrations se situaient entre 0.2 et 1%. Pour fin de comparaison on a aussi préparé 40 échantillons de TNT sans HNS que l'on a soumis au même cycle de température. Dans chaque groupe de 40 échantillons, 24 avaient un diamètre de 2.54 cm et 16, un diamètre de 3.0 cm. Il est important de signaler que le programme de calcul des propriétés mécaniques tenait compte de cette différence de diamètre.

Après avoir pesé les échantillons, on les a placés sur des supports de contreplaqué. Ensuite, on les a soumis à des cycles de vieillissement qui consistaient à chauffer et à refroidir les échantillons entre 20° et 60°C trois fois par jour. Le cycle typique pour une journée est illustré dans la fig. 2. On a retiré du four quatre échantillons de chaque mélange après les nombres de cycles suivants: 0, 3, 15, 24, 39, 45, 63, 78, 87, 100. Ces nombres de cycles avaient été choisis pour ne pas avoir à sortir des échantillons durant les fins de semaine. On a pesé de nouveau les échantillons sortis pour comparer leur poids après vieillissement avec leur poids original. Le but de cette comparaison était de vérifier si le HNS avait un effet sur l'exsudation du TNT. Ensuite, on a livré les échantillons au laboratoire des propriétés mécaniques pour les soumettre aux essais en compression.

2.2 Etudes de cristallisation

Pour les études sur le point de fusion et la température de cristallisation, et pour les études au microscope, des morceaux des différents mélanges obtenus sous forme de biscuits lors de la première solidification avaient été broyés jusqu'à ce qu'ils aient une dimension variant entre 0.25 et 0.5 mm. Des échantillons d'environ 0.04 g de chaque mélange étaient déposés sur une lamelle qui était placée sur une plaque chauffante jusqu'à ce que le TNT contenu dans le mélange soit fondu à une température qui ne dépassait pas 85°C. A ce moment, l'échantillon était recouvert d'une lamelle de plus

petite dimension et était retiré de la plaque chauffante pour le laisser cristalliser.

La lamelle contenant l'échantillon à l'état solide était ensuite placée sur la plaque chauffante faisant partie de l'appareil "Mettler Hot Stage" constitué des unités FP-52 et FP-5. Une cellule photo-électrique était placée sur un des oculaires du microscope et transmettait son signal à un enregistreur. Au moment d'un changement de phase, la luminosité varie et la cellule photo-électrique transmettait un signal proportionnel à cette variation. La valeur des points de fusion et de solidification était obtenue en notant la température qui correspond au moment où le signal de la cellule atteignait la mi-hauteur entre le plateau de la phase solide et celui de la phase liquide tel qu'illustré à la fig. 3.

Durant les expériences, le balayage de température s'effectuait entre 75°C et 83°C au taux de 1°C/min. Cependant, dans le cas du TNT sans HNS on a dû refroidir au taux de 10°C/min et descendre au-dessous de 75°C pour cristalliser le TNT.

Le fonctionnement de la cellule photo-électrique utilisée exigeant un éclairage très faible, aucune photographie de la cristallisation n'a pu être prise durant cette partie de l'étude. Lorsque la cellule photo-électrique n'était pas utilisée sur le microscope, une caméra Olympus PM-6 y était adaptée et fonctionnait avec une vitesse d'obturation de 1/25 s avec un film noir et blanc 400 ASA. La luminosité était ajustée entre 18 et 21 DIN.

L'appareillage utilisé pour effectuer les expériences décrites dans cette section est illustré à la fig. 4.

3.0 RESULTATS ET DISCUSSION

3.1 Point de fusion et température de cristallisation

Le tableau I donne les valeurs du point de fusion et la température de cristallisation des différents mélanges TNT-HNS ainsi que pour le TNT. Chaque valeur est calculée en établissant la moyenne d'environ 20 valeurs obtenues avec cinq ou six lamelles dont la préparation est décrite à la section 2.2.

On remarque que les valeurs du point de fusion sont très rapprochées les unes des autres. En fait, si on calcule la moyenne du point de fusion pour toutes les concentrations de HNS étudiées, on obtient $81.1 \pm 0.2^\circ\text{C}$. Dans le cas du TNT sans HNS, on a obtenu un point de fusion de $80.9 \pm 0.3^\circ\text{C}$.

Pour les mesures de la température de cristallisation, on a obtenu des valeurs moyennes entre 77.7°C pour le TNT + 0.2% HNS et 78.3°C pour les mélanges contenant 0.35 et 0.5% de HNS. Si on

compare ces valeurs à celle du TNT sans HNS qui est de 56.7°C, on voit que le HNS fait diminuer considérablement le phénomène de surfusion. On remarque aussi que la réduction maximale de la surfusion est obtenue pour des mélanges contenant de 0.35 à 0.5% de HNS. On a obtenu un écart-type de $\pm 7^\circ\text{C}$ sur les valeurs de température de cristallisation pour le TNT sans HNS, alors que pour les mélanges de TNT/HNS, l'écart-type tombe à $\pm 0.2^\circ\text{C}$. Ceci constitue un autre avantage du HNS car une température de solidification bien définie résulte en un profil de solidification plus uniforme dans les projectiles remplis de TNT et permet un meilleur contrôle sur la qualité de remplissage. Les températures de cristallisation en fonction de la concentration de HNS sont présentées à la fig. 5. Le point du TNT n'est pas inclus dans cette figure parce qu'il est trop éloigné des points considérés dans le graphique et son inclusion nuirait à l'identification claire du sommet de la courbe. Nous avons fait passer une courbe entre les points avec un des modèles mathématiques "splines" qui permet d'obtenir une courbe semblable à celle qu'on obtient en utilisant un pistolet à dessin (annexe A). On remarque que le point maximum de la courbe se situe aux environs de 0.4% de HNS.

3.2 Etude de cristallisation au microscope

Au cours de cette étude, on a remarqué que la cristallisation du TNT sans HNS se fait à partir d'un seul point ou d'un nombre très limité de points tel que montré à la fig. 6a. De plus, elle se produit suivant un front illustré à la fig. 6b.

Lorsqu'on ajoute le HNS, celui-ci forme plusieurs points qui sont à l'origine de la cristallisation. Les cristaux sont plus petits et moins orientés que dans le cas du TNT sans HNS tel que montré dans la fig. 7. On remarque que plus il y a de HNS, plus les cristaux sont petits.

Nous avons aussi vérifié l'effet de la température sur le complexe 2TNT:HNS (réf. 4). En observant des échantillons auxquels du HNS avait été ajouté en suivant la méthode expliquée à la section 2.1, on a remarqué que si la température dépasse 85°C, sans toutefois aller jusqu'à 100°C, une partie du complexe se brise, et il en résulte, lors de la cristallisation, des cristaux plus gros et plus orientés dans la même direction. Ce phénomène est illustré à la fig. 8. On a aussi remarqué que si on refond cet échantillon où le complexe est détruit en partie, et que si la température dépasse 100°C, une bonne partie du complexe se reforme.

3.3 Propriétés mécaniques

Nous avons mesuré les propriétés mécaniques en compression, jusqu'au point de rupture, sur les échantillons décrits dans la section 2.1. Ces mesures ont été effectuées à la température ambiante avec un appareil Instron dont la vitesse du tablier était

ajustée à 0.02 mm/s. Les propriétés mécaniques étudiées sont les contraintes de rupture en compression, les déformations et le module d'élasticité.

Les échantillons illustrés à la fig. 9 montrent que ceux qui contiennent du HNS ont un profil de cristallisation ne comportant pas de longues aiguilles comme celles contenues dans les échantillons de TNT sans HNS. Nous avons remarqué, lors de cette étude, que la rupture des échantillons de TNT sans HNS se fait souvent dans la ligne de démarcation entre deux aiguilles.

Nous avons déterminé les propriétés mécaniques sur quatre échantillons de chaque mélange après qu'ils aient été soumis à un nombre de cycles de vieillissement déterminé à l'avance. Nous avons ensuite calculé la moyenne des valeurs pour les quatre échantillons en choisissant un intervalle de confiance de 95%; nous avons donc dû rejeter quelques valeurs. Le programme utilisé pour ce rejet et pour le calcul des moyennes est présenté dans l'annexe B. Les moyennes obtenues pour les propriétés mécaniques de chaque mélange se trouvent dans les tableaux II à XI.

3.3.1 Contraintes de rupture en compression en fonction du vieillissement

Les valeurs des contraintes de rupture en compression en fonction du vieillissement sont données dans les tableaux II à XI et mises en graphique dans la fig. 10. Les plus hautes valeurs de contraintes de rupture ont été obtenues pour le mélange TNT + 0.35% de HNS et se situent aux environs de 11,000 kPa.

Les courbes de la fig. 10 ont été tracées à travers les points expérimentaux avec la méthode des moindres carrés exécutée à l'aide du programme APL "EXPO2" (annexe C). Les pentes des courbes pour les mélanges ayant une concentration de HNS de 0.35%, 0.5% et 0.75% sont beaucoup moins abruptes au départ et deviennent asymptotiques après un nombre de cycles de trois à quatre fois plus grand que celui des autres concentrations de HNS (0%, 0.2% et 1%). La concentration de HNS a donc un effet sur la diminution de la contrainte de rupture en compression d'échantillons vieillis artificiellement.

3.3.2 Contraintes de rupture en compression en fonction de la concentration de HNS

Les contraintes de rupture en compression en fonction de la concentration de HNS sont présentées dans les tableaux II à XI et mises en graphique dans les fig. 11 et 12. Les points ont été reliés à l'aide des modèles mathématiques "splines" (annexe A). On remarque que l'allure des courbes est semblable à celle de la courbe des températures de cristallisation en fonction de la concentration de HNS (fig. 5). On obtient encore un maximum pour une concentration de

HNS entre 0.35 et 0.5%. Les valeurs des contraintes de rupture en compression pour le mélange TNT + 0.35% de HNS sont environ six fois plus élevées que dans le cas du TNT sans HNS. Ce phénomène est observé pour les mélanges soumis ou non à des cycles de vieillissement.

3.3.3 Déformations en fonction du nombre de cycles

Les valeurs de déformation sont données dans la troisième colonne des tableaux II à XI et mises en graphique à la fig. 13. Les droites pour les différents pourcentages de HNS ont été obtenues par régression linéaire à l'aide de la méthode des moindres carrés. Les coefficients "m" et "b" de l'équation $y = mx + b$ de la meilleure droite pour des points donnés sont calculés directement par la fonction APL, "R". Comme les valeurs après 87 cycles étaient très éloignées des droites, elles n'ont pas été incluses.

On note que dans les cas du mélange contenant 0.2% de HNS, et du TNT sans HNS, le vieillissement par cycle permet une plus grande déformation à la rupture car cette valeur est environ trois fois plus élevée après 100 cycles comparativement aux échantillons non vieillis. Dans le cas de mélanges contenant de 0.35% à 1% de HNS, on obtient des droites presque horizontales. Le vieillissement ne produit donc aucun effet sur les déformations pour les mélanges contenant plus de 0.35% de HNS.

3.3.4 Module d'élasticité en fonction du pourcentage de HNS

Le module d'élasticité ou module de Young représente la mesure de la résistance à la déformation, et celui-ci est défini comme suit:

$$\frac{\text{Contraintes en compression}}{\text{Déformations}} (=) \frac{\text{kPa}}{\text{cm/cm}} (=) \text{kPa}$$

Les valeurs du module calculées se trouvent dans la quatrième colonne des tableaux II à XI et les courbes du module en fonction du pourcentage de HNS sont présentées sur les fig. 14 et 15. Nous avons utilisé une des fonctions mathématiques "splines" (annexe A) pour relier les points. A l'examen des courbes, nous remarquons que sauf pour celle des valeurs à 0 cycle, leur allure ressemble sensiblement à celle des courbes obtenues pour la température de cristallisation et les contraintes en compression en fonction du pourcentage de HNS. Nous obtenons, encore ici, un effet maximum du HNS à une concentration entre 0.35 et 0.5% pour toutes les courbes sauf celle à 0 cycle. Pour ces deux concentrations de HNS, la valeur du module est quadruplée par rapport à celle du module du TNT sans HNS.

3.4 Autres mesures et études

Nous avons tenté d'identifier une concentration de HNS spécifique pour laquelle les déformations en compression sont maximales mais nous n'avons pas trouvé de lien entre les valeurs de déformations et le pourcentage de HNS. L'utilisation du HNS avec le TNT ne présente donc aucun avantage pour la déformation unidirectionnelle même après un vieillissement artificiel par cycle thermique.

Nous avons aussi essayé d'établir un lien entre le module d'élasticité en compression et le vieillissement mais l'étude des graphiques des valeurs présentées dans les tableaux II à XI ne montre aucune relation.

Les variations de poids des échantillons en fonction du nombre de cycles et pour chaque mélange TNT-HNS étudié sont présentées à la quatrième colonne des tableaux II à XI. L'examen de ces valeurs ne montre aucun effet du HNS sur la perte de poids en fonction du vieillissement.

4.0 CONCLUSIONS

Les résultats obtenus au cours de ces travaux ont permis de tirer les conclusions suivantes.

- 1) Le HNS permet d'éliminer presque entièrement le phénomène de surfusion dans le TNT et donne une température de cristallisation bien définie et reproductible.
- 2) Une concentration de HNS entre 0.35 et 0.5% améliore grandement les propriétés mécaniques du TNT en compression à la rupture et a un effet optimum dans la prévention de la surfusion du TNT.
- 3) Pour des échantillons de TNT contenant au moins 0.35% de HNS, les déformations en compression à la rupture sont constantes même après que les échantillons aient subi un grand nombre de cycles thermiques entre 20°C et 60°C.
- 4) Le HNS permet de diminuer sensiblement les dimensions des cristaux de TNT et de les orienter au hasard.

5.0 REMERCIEMENTS

Les auteurs tiennent à remercier MM. J.G. Mélançon et D. Dubuc qui ont coulé les échantillons, M. L.-P. Lemay qui les a usinés ainsi que MM. A. Ouellet et J.P. Verret qui ont effectué les essais mécaniques.

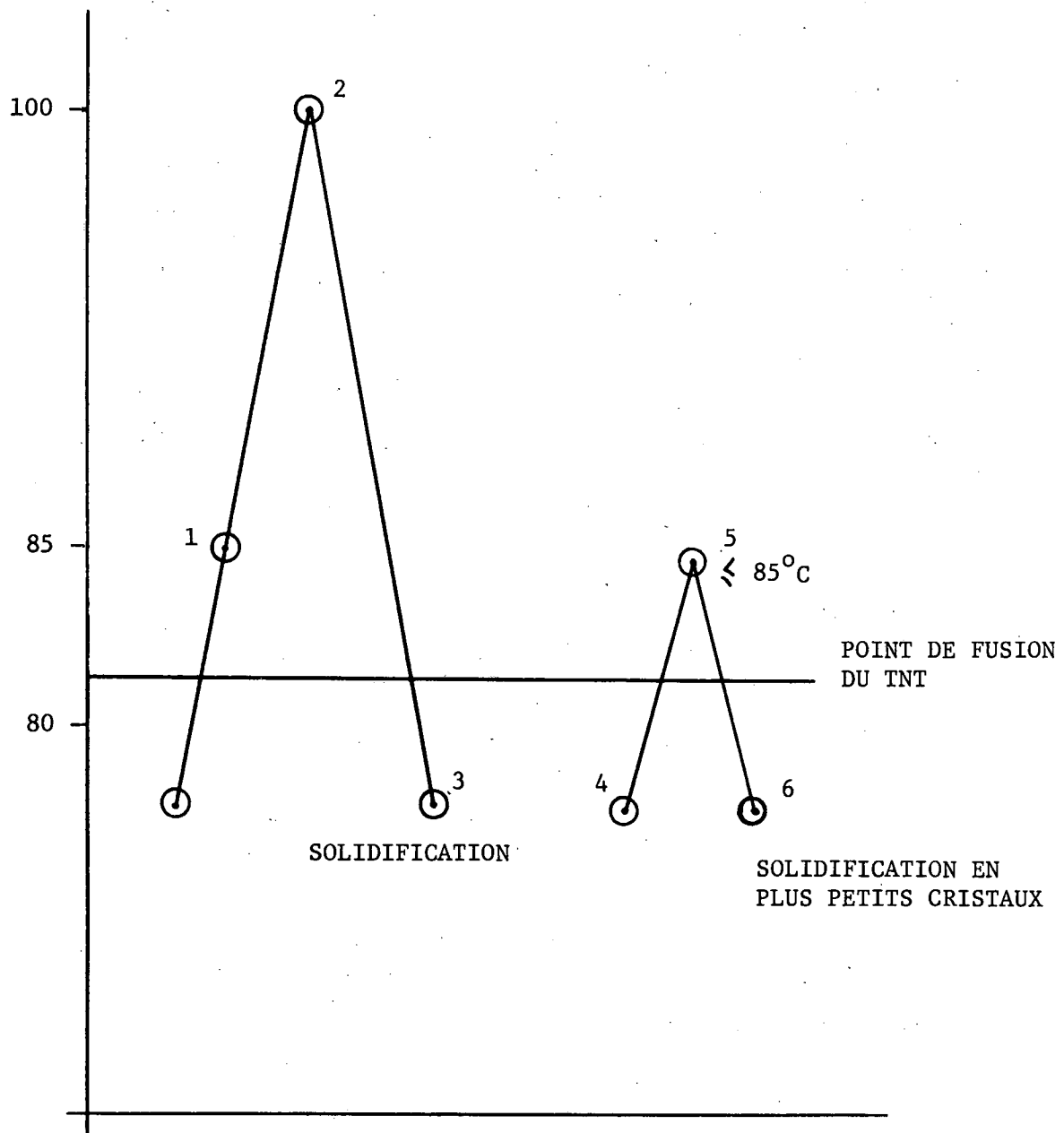


FIGURE 1 - Préparation des mélanges TNT-HNS

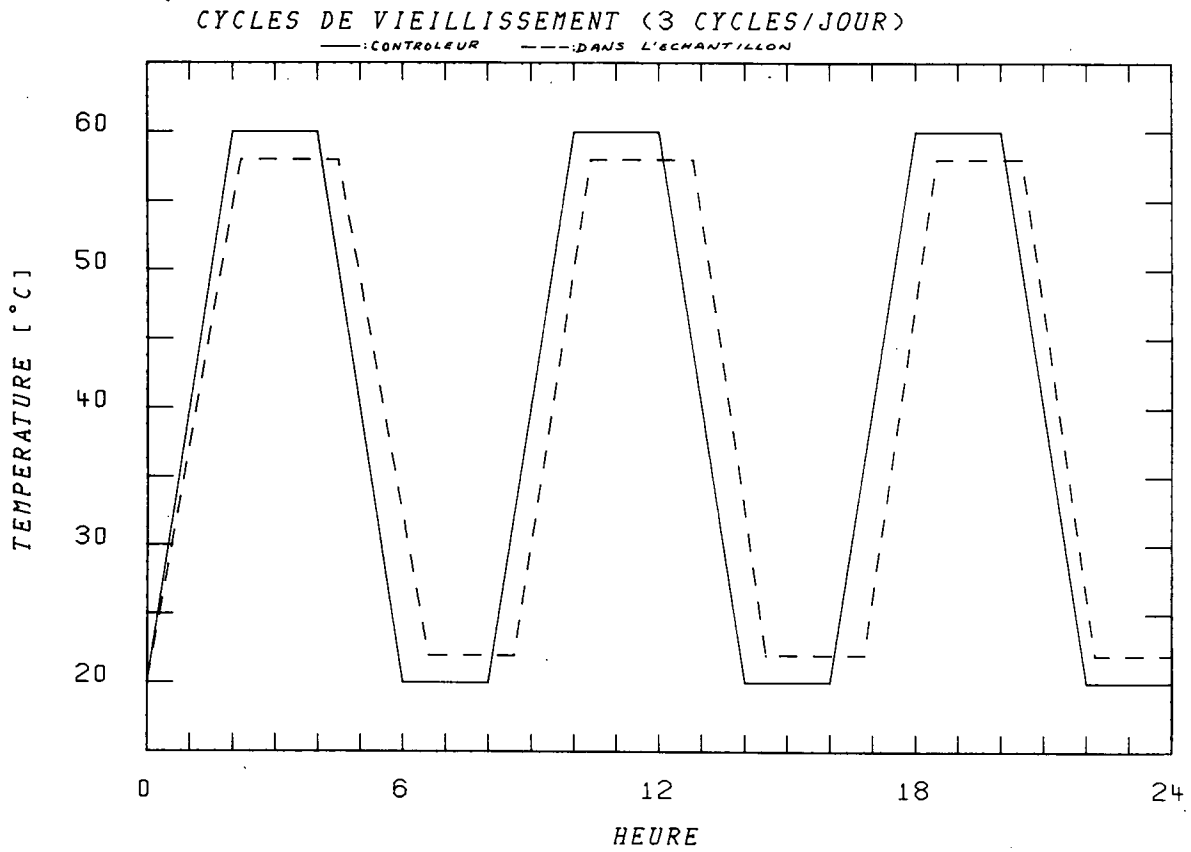


FIGURE 2 - Cycles de vieillissement

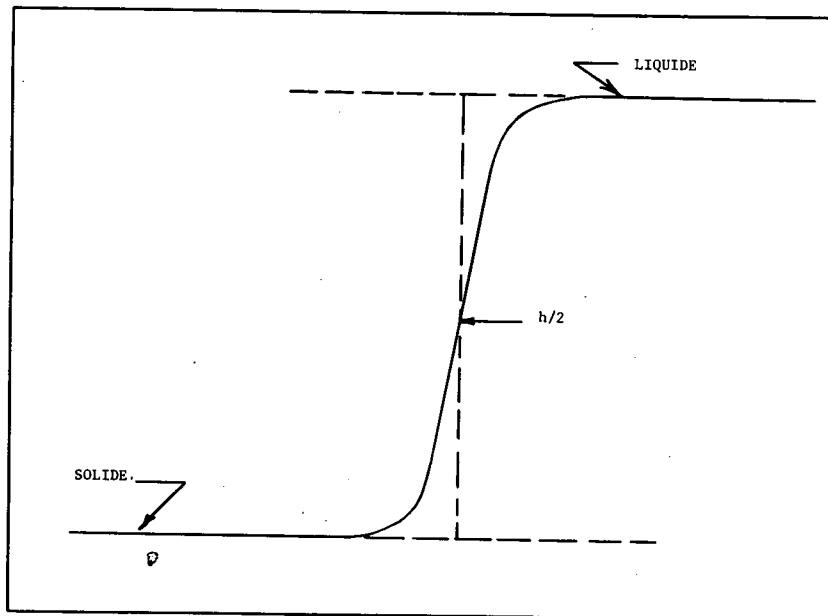


FIGURE 3 - Enregistrement typique de la variation de la luminosité

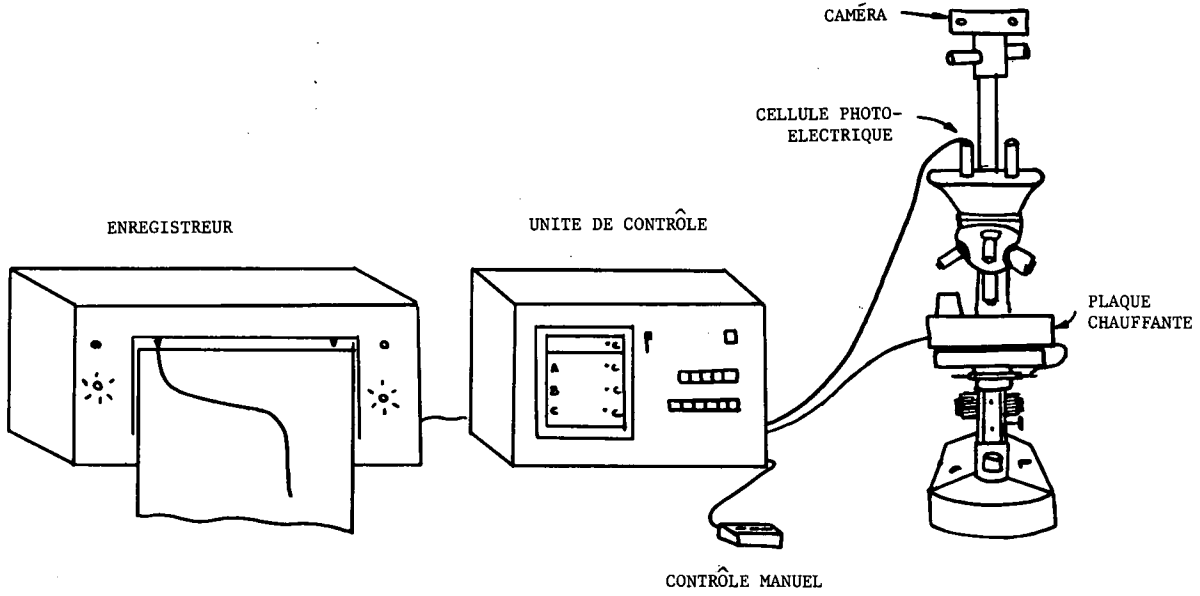


FIGURE 4 - Montage expérimental

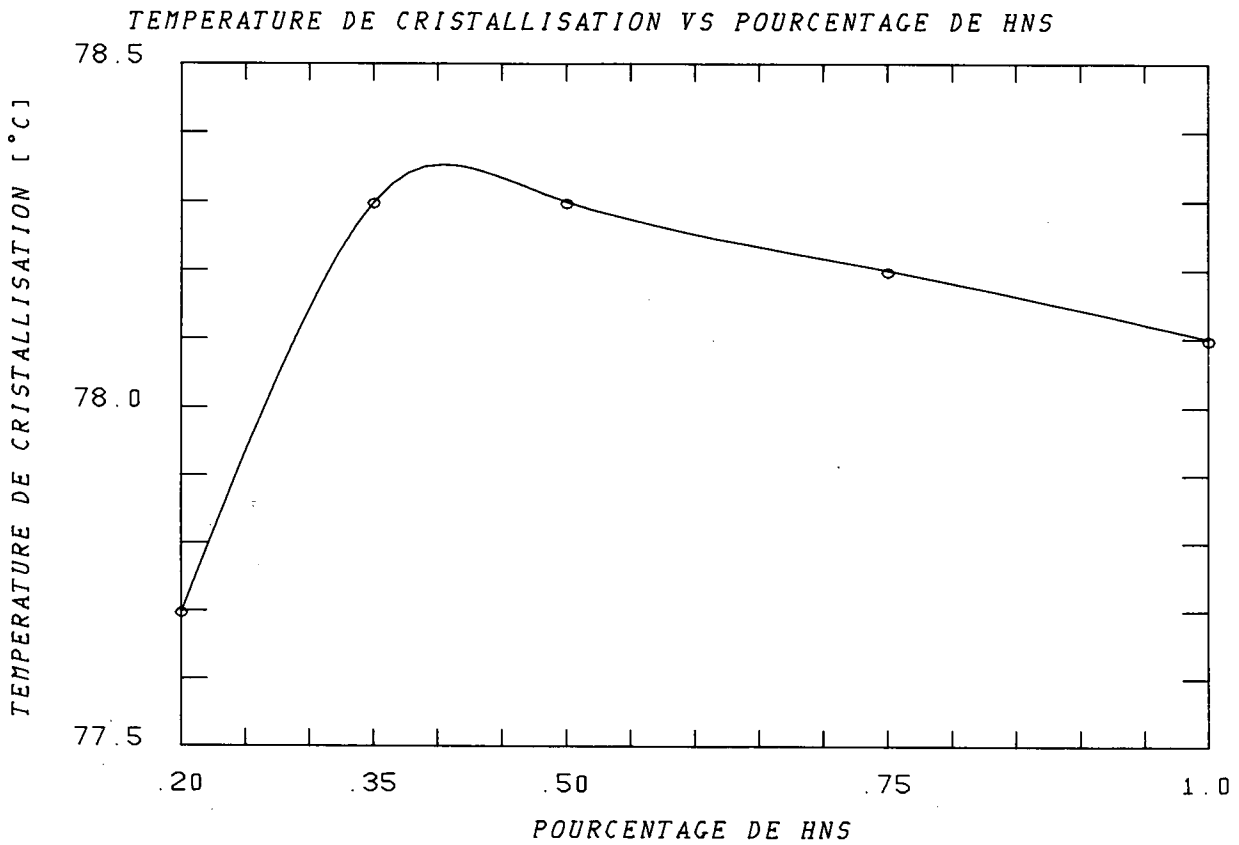
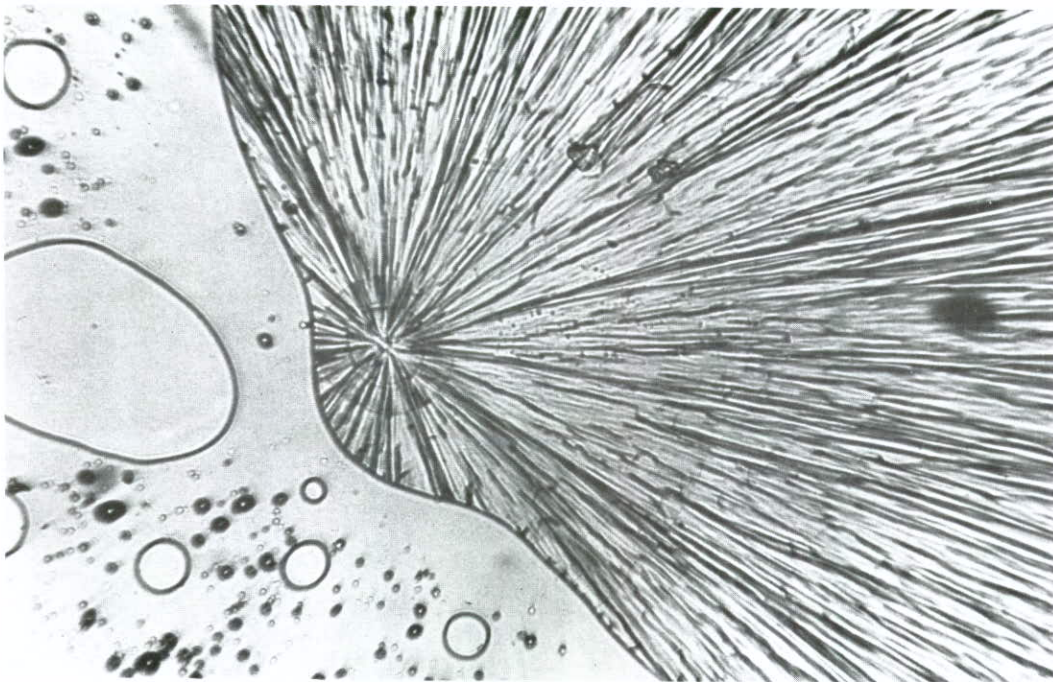


FIGURE 5 - Effet du HNS sur la température de cristallisation du TNT



a) Centre de nucléation

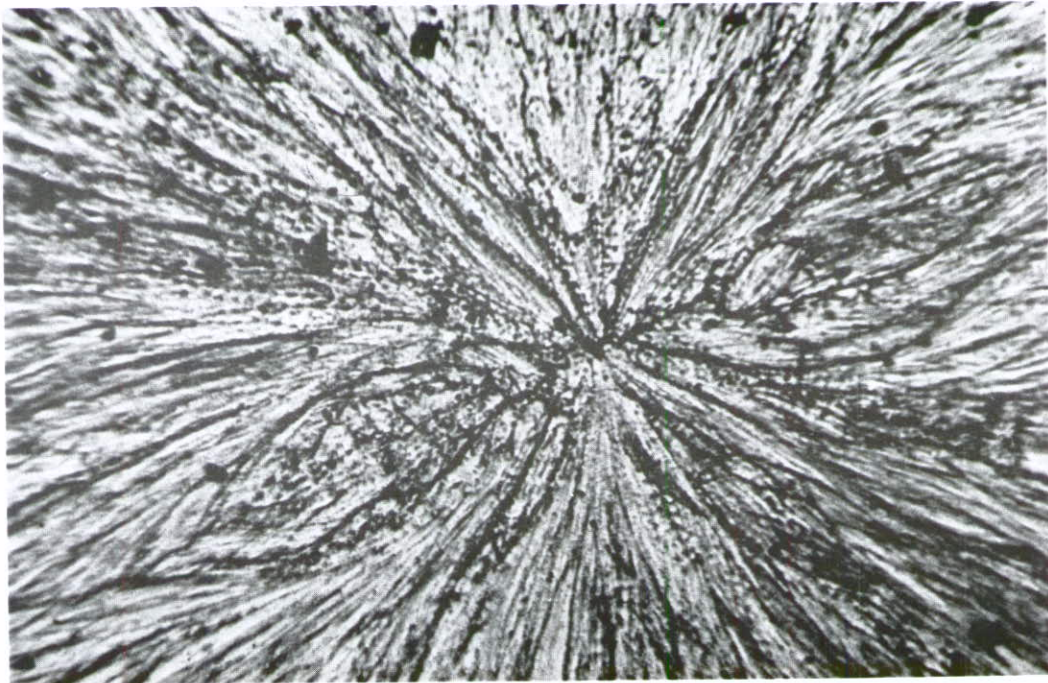
—|—|
0.1 mm



b) Front de cristallisation

—|—|
0.1 mm

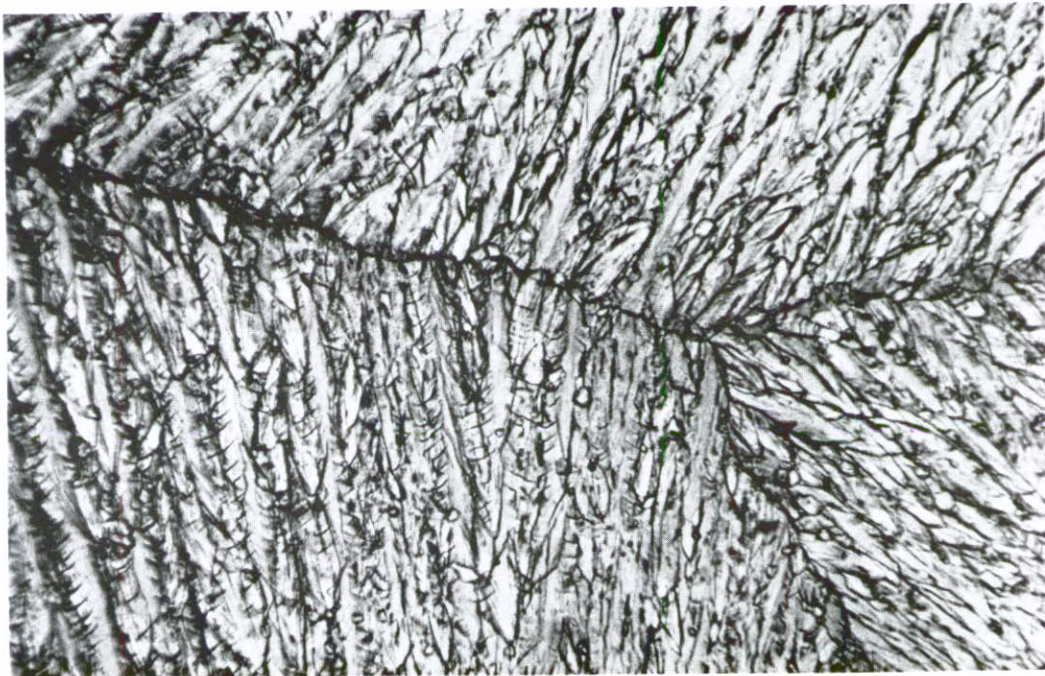
FIGURE 6 - Processus de cristallisation



c) Sphérolite



0.1 μ m

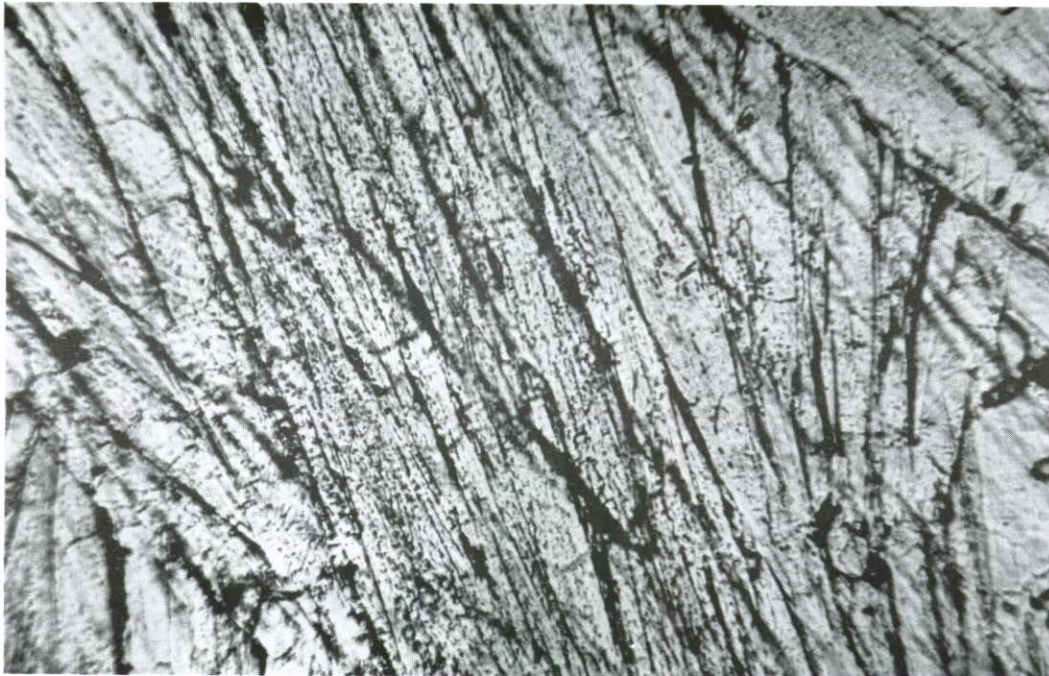


d) Plans de cristallisation



0.1 μ m

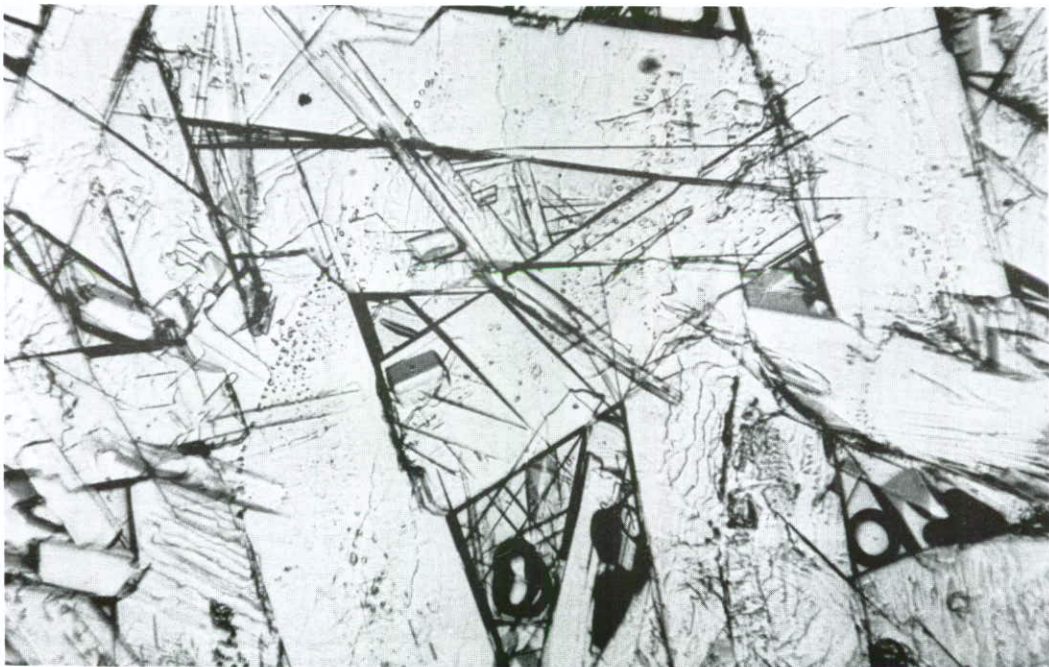
FIGURE 6 (suite)



a) TNT sans HNS



0.1 mm



b) TNT + 0.2% HNS



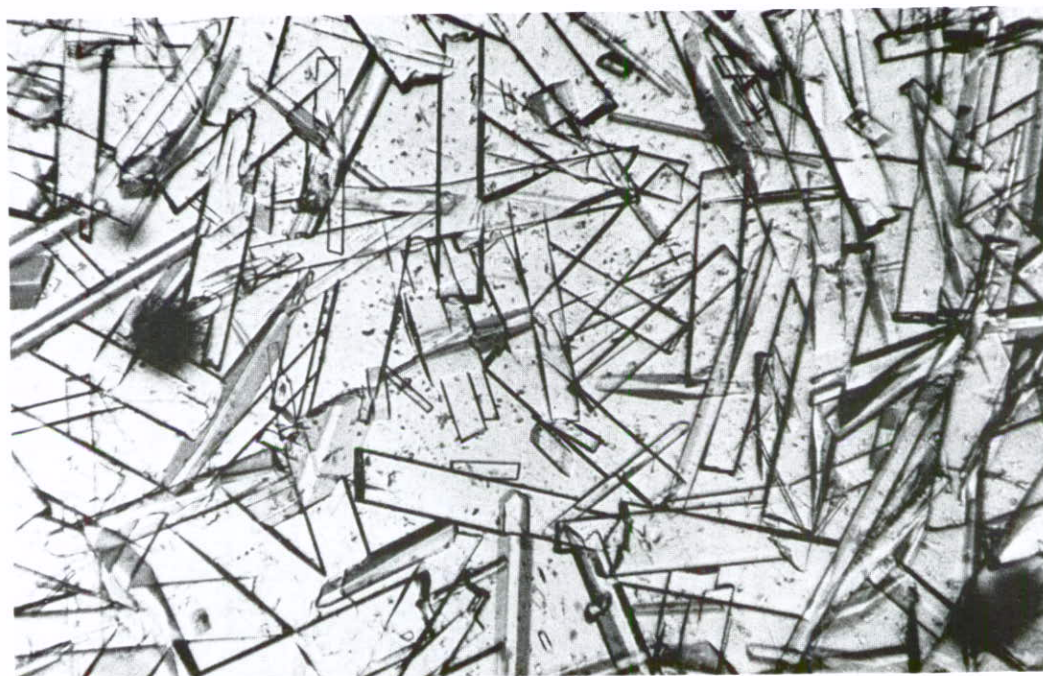
0.1 mm

FIGURE 7 - Effet de la concentration de HNS sur la cristallisation du TNT



c) TNT + 0.35% HNS

0.1 μ m



d) TNT + 0.5% HNS

0.1 μ m

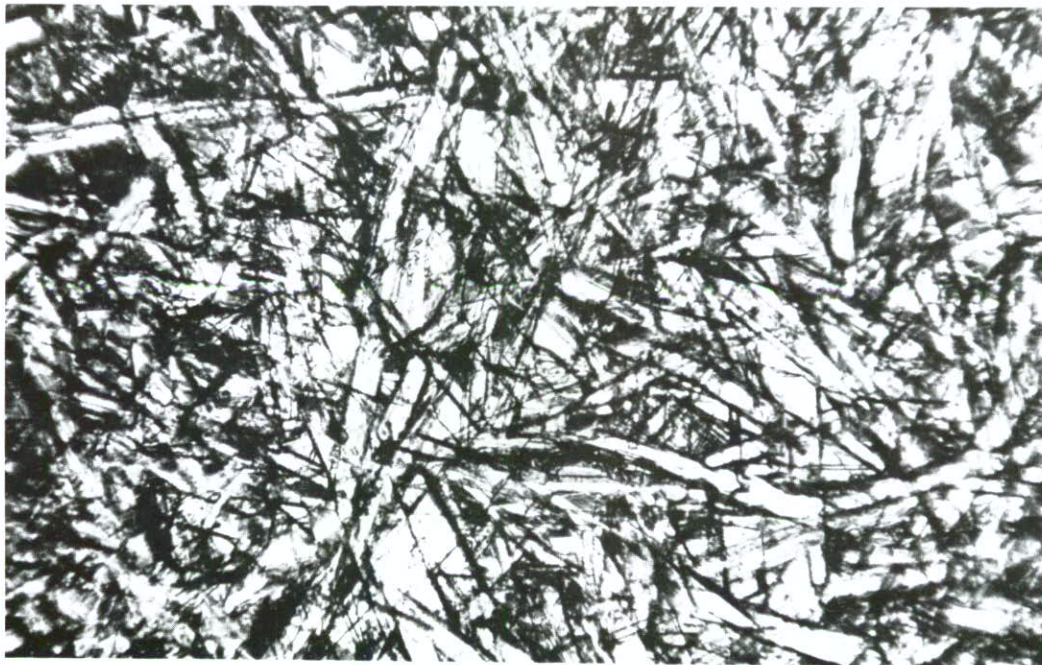
FIGURE 7 (suite)



e) TNT + 0.75% HNS



0.1 mm

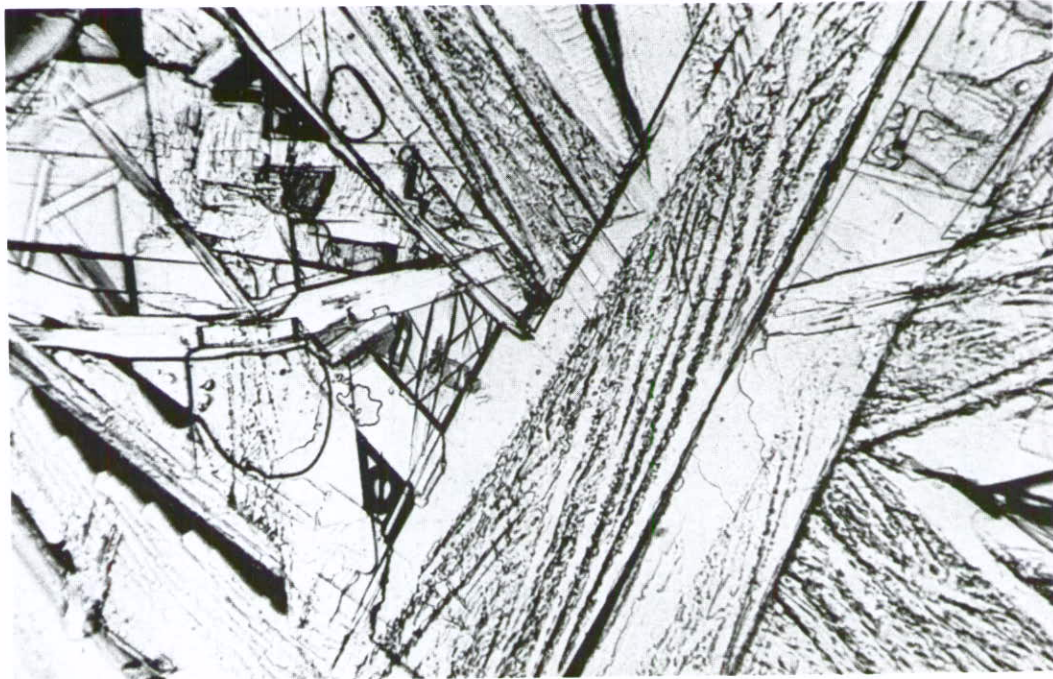


f) TNT + 1% HNS



0.1 mm

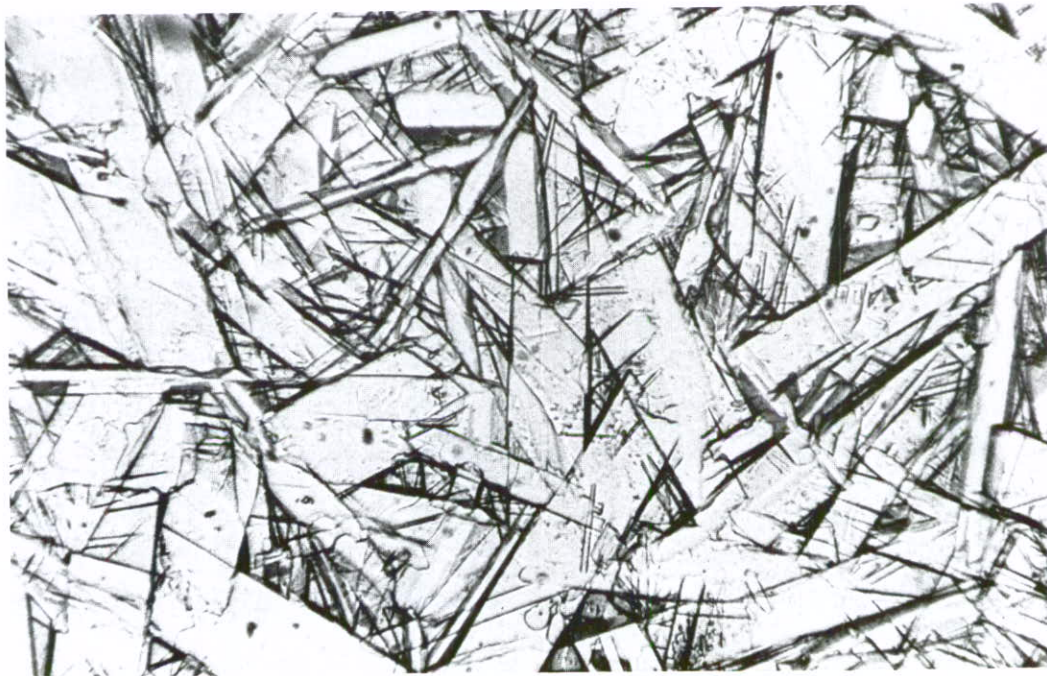
FIGURE 7 (suite)



a) TNT + 0.35% HNS (Complexe détruit)



0.1 mm



b) TNT + 0.35% HNS



0.1 mm

FIGURE 8 - Effet de la destruction partielle du complexe 2TNT:HNS sur la cristallisation des échantillons du TNT avec HNS



c) TNT + 1% HNS (Complexe détruit)



0.1 mm



d) TNT + 1% HNS



0.1 mm

FIGURE 8 (suite)



a)



1 cm

b)

FIGURE 9 - Cylindres de TNT solidifiés (a) sans HNS et (b) avec HNS

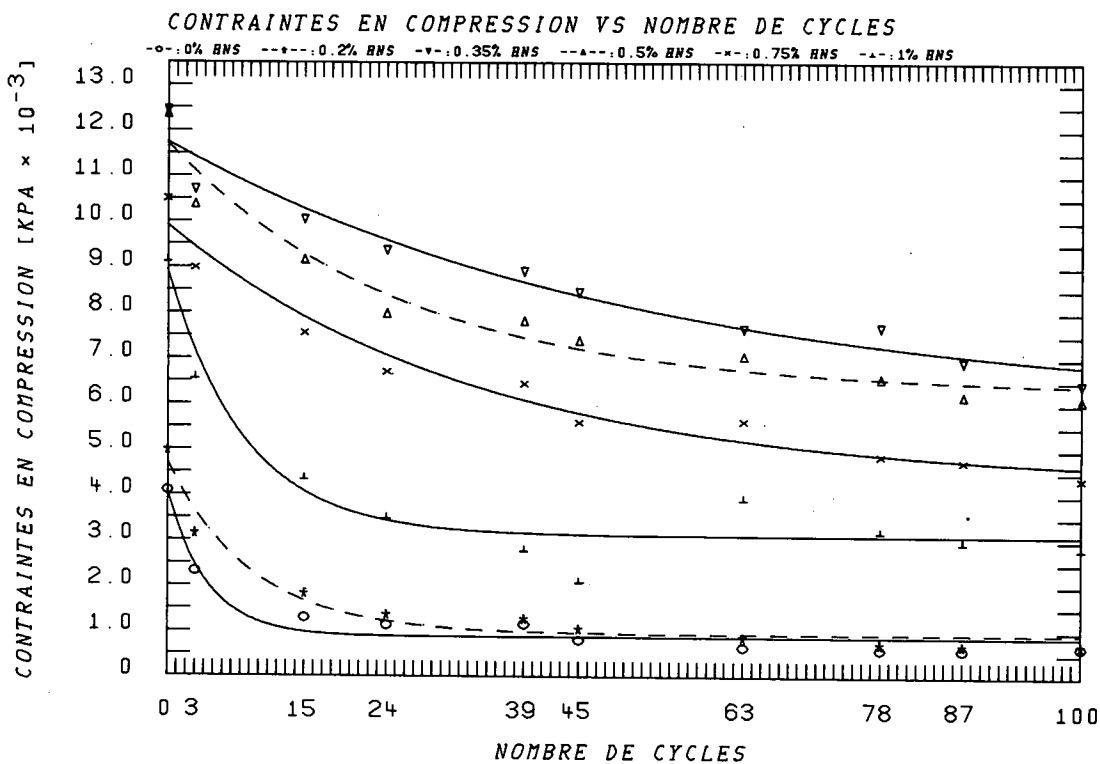


FIGURE 10 - Effet du vieillissement sur les contraintes de rupture en compression

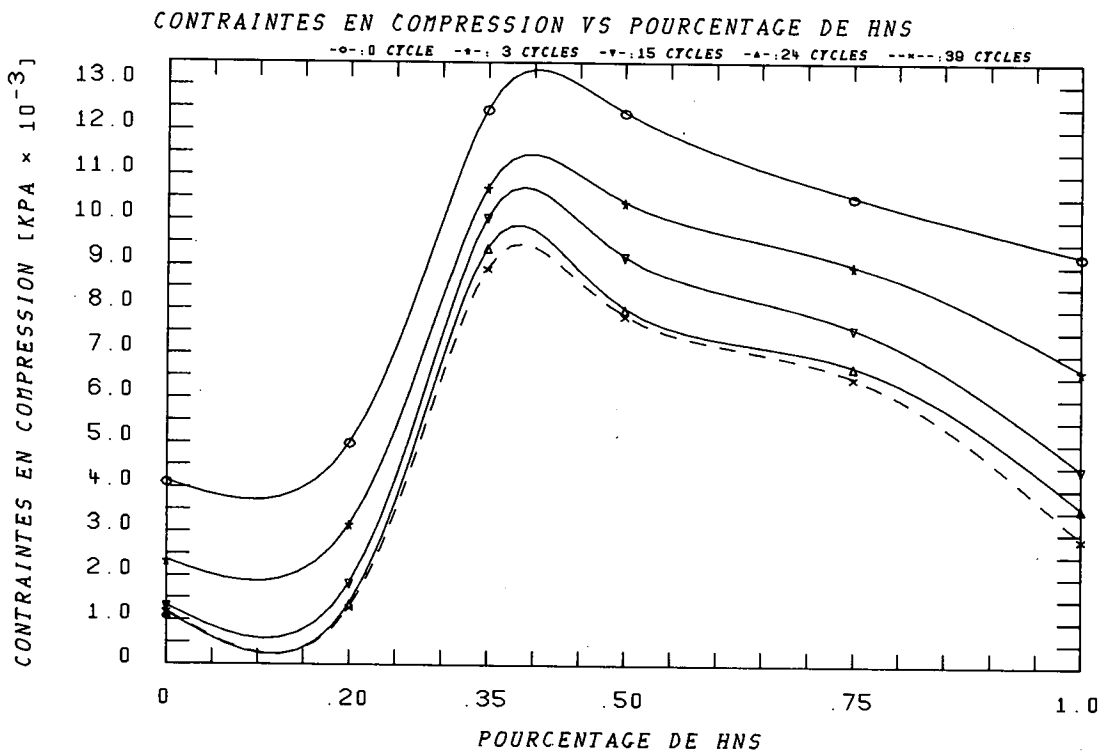


FIGURE 11 - Effet de la concentration de HNS sur les contraintes de rupture en compression

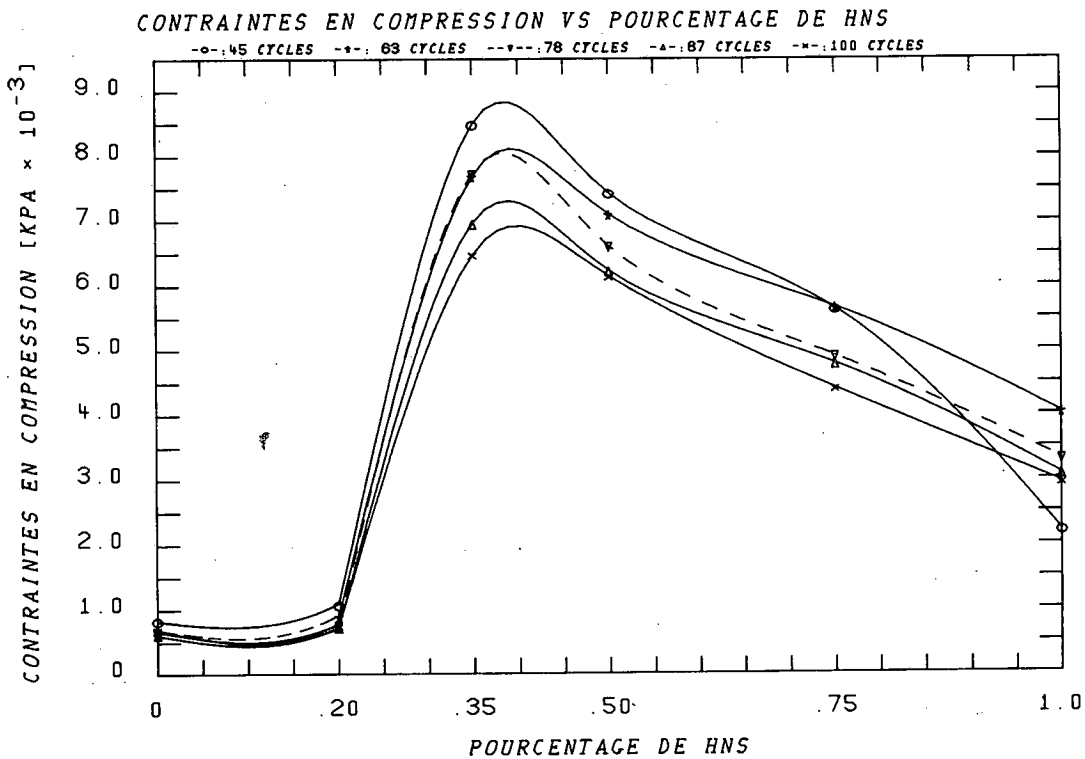


FIGURE 12 - Effet de la concentration de HNS sur les contraintes de rupture en compression

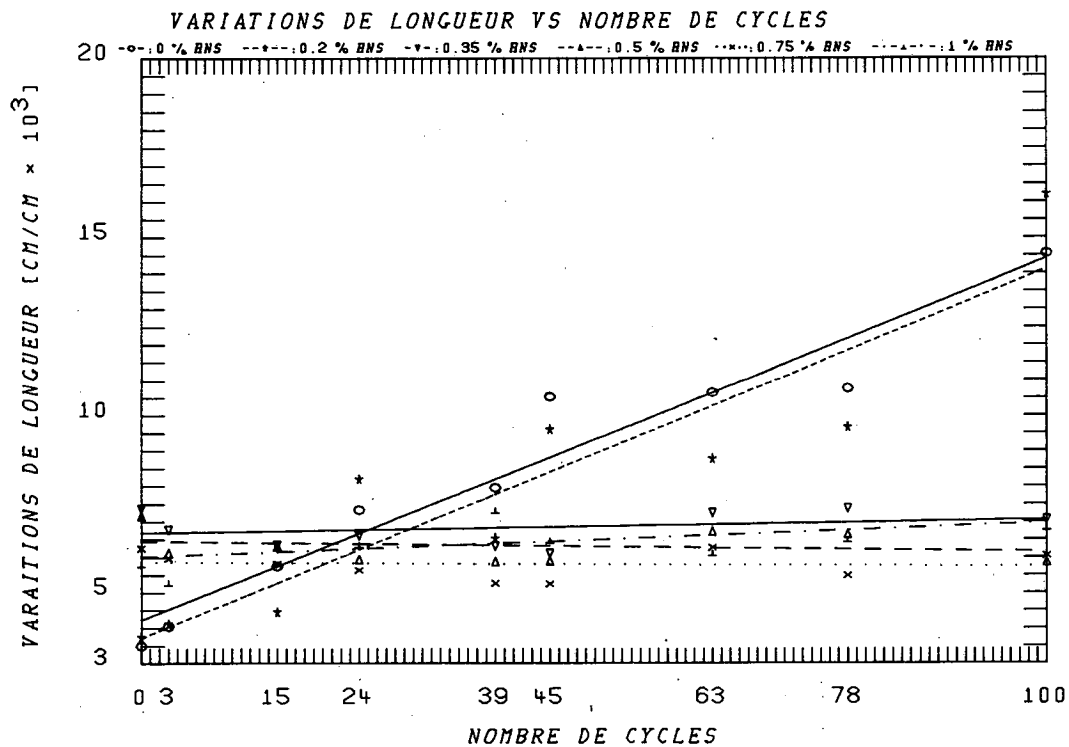


FIGURE 13 - Effet du vieillissement sur la déformation en compression à la rupture

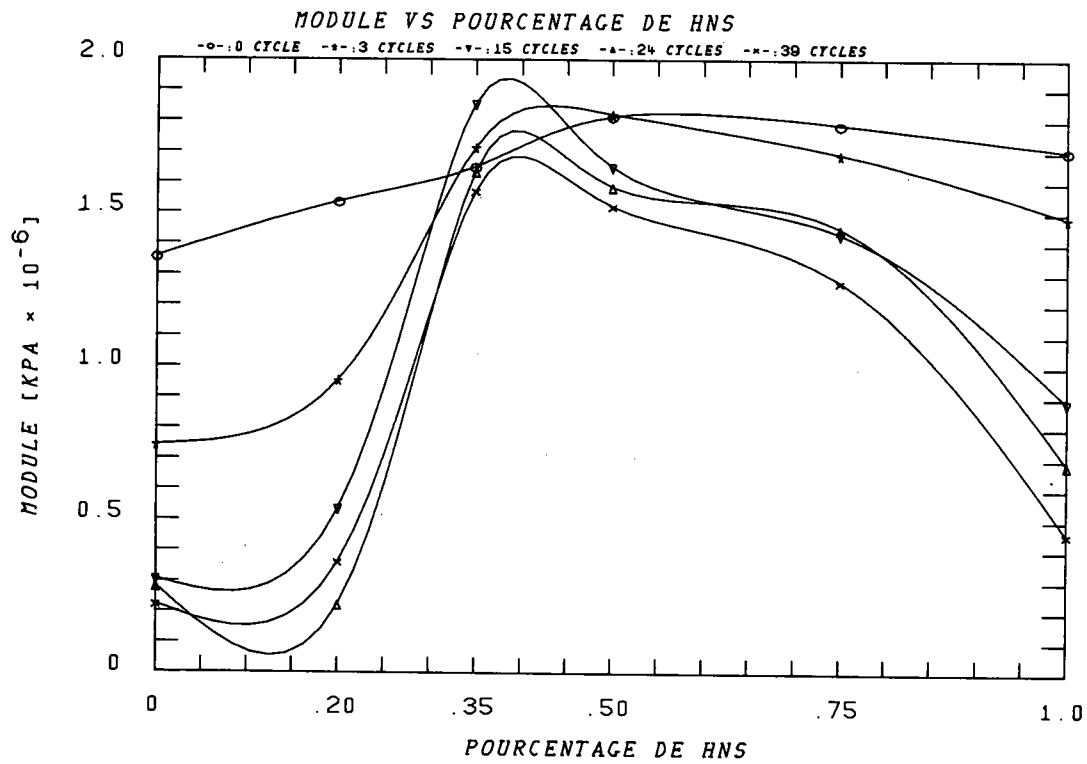


FIGURE 14 - Effet de la concentration de HNS sur le module d'élasticité en compression

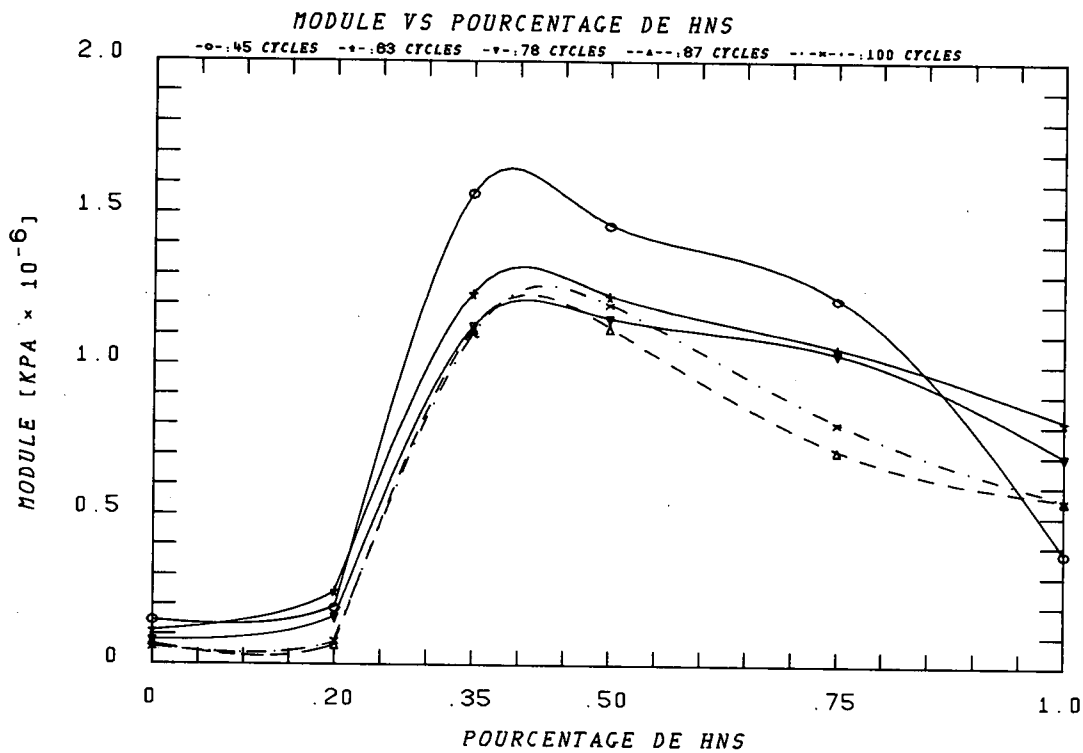


FIGURE 15 - Effet de la concentration de HNS sur le module d'élasticité en compression.

6.0 REFERENCES

1. Back, J.S., Soberberg, J.L. et Hakanson C.L., Brevet anglais 1, 249, 038, 1971.
2. Philp, D.K. et Thorpe, B.W. "Nucleation of 2,4,6-Trinitroluene by 2,2', 4,4', 6,6' - Hexanitrostilbene", Journal of Crystal Growth, Vol. 35, pp. 133 à 138, 1976.
3. Parry, M.A. et Thorpe, B.W., "Nucleation and Growth of TNT containing HNS", MRL-R-708, mars 1978, NON CLASSIFIE.
4. Parry, M.A. et Thorpe, B.W., "The Effective Nucleant during the Grain Modification of TNT with HNS", MRL-R-748, mai 1979, NON CLASSIFIE.

TABLEAU I

POINT DE FUSION ET TEMPERATURES DE CRISTALLISATION
POUR DIFFERENTS POURCENTAGES DE HNS

POURCENTAGE DE HNS	POINT DE FUSION		TEMPERATURE DE CRISTALLISATION	
	MOYENNE °C	ECART-TYPE °C	MOYENNE °C	ECART-TYPE °C
0	80.9	± 0.3	56.7	± 7.0
0.20	81.1	± 0.2	77.7	± 0.3
0.35	81.1	± 0.2	78.3	± 0.2
0.50	81.0	± 0.2	78.3	± 0.2
0.75	81.1	± 0.2	78.2	± 0.1
1.0	81.0	± 0.1	78.1	± 0.2

TABLEAU II

PROPRIETES MECANQUES APRES 0 CYCLE

POURCENTAGE DE HNS	CONTRAINTES EN COMPRESSION kPa X 10 ⁻³	DEFORMATION cm/cm X 10 ³	MODULE kPa X 10 ⁻⁶	DIFFERENCE DE POIDS g
0.00	4.1259	3.54	1.356147	0
0.20	5.0097	3.79	1.537030	0
0.35	12.4701	7.41	1.651356	0
0.50	12.3910	7.21	1.814226	0
0.75	10.5212	6.29	1.788782	0
1.00	9.2264	5.89	1.704655	0

TABLEAU III

PROPRIETES MECANIQUES APRES 3 CYCLES

POURCENTAGE DE HNS	CONTRAINTES EN COMPRESSION kPa X 10 ⁻³	DEFORMATION cm/cm X 10 ³	MODULE kPa X 10 ⁻⁶	DIFFERENCE DE POIDS g
0.00	2.3468	4.09	0.743364	0.0082
0.20	3.1779	4.16	0.956331	0.0088
0.35	10.7231	6.82	1.714836	0.0104
0.50	10.4027	6.16	1.822226	0.0080
0.75	9.0113	6.00	1.693838	0.0082
1.00	6.6630	5.36	1.486654	0.0088

TABLEAU IV

PROPRIETES MECANIQUES APRES 15 CYCLES

POURCENTAGE DE HNS	CONTRAINTES EN COMPRESSION kPa X 10 ⁻³	DEFORMATION cm/cm X 10 ³	MODULE kPa X 10 ⁻⁶	DIFFERENCE DE POIDS g
0.00	1.3212	5.80	0.305190	0.0282
0.20	1.8596	4.50	0.537774	0.0294
0.35	10.0691	6.39	1.855825	0.0280
0.50	9.1942	6.37	1.650685	0.0239
0.75	7.5847	5.86	1.434163	0.0223
1.00	4.4537	6.36	0.887719	0.0255

TABLEAU V

PROPRIETES MECANIQUES APRES 24 CYCLES

POURCENTAGE DE HNS	CONTRAINTES EN COMPRESSION kPa X 10 ⁻³	DEFORMATION cm/cm X 10 ³	MODULE kPa X 10 ⁻⁶	DIFFERENCE DE POIDS g
0.00	1.1623	7.38	0.281816	0.0435
0.20	1.3885	8.24	0.224385	0.0416
0.35	9.3931	6.66	1.636119	0.0344
0.50	8.0176	5.99	1.586452	0.0336
0.75	6.7274	5.68	1.451951	0.0305
1.00	3.5949	6.43	0.686422	0.0311

TABLEAU VI

PROPRIETES MECANIQUES APRES 39 CYCLES

POURCENTAGE DE HNS	CONTRAINTES EN COMPRESSION kPa X 10 ⁻³	DEFORMATION cm/cm X 10 ³	MODULE kPa X 10 ⁻⁶	DIFFERENCE DE POIDS g
0.00	1.1851	8.00	0.222866	0.0497
0.20	1.3036	6.57	0.363317	0.0425
0.35	8.9366	6.35	1.572484	0.0440
0.50	7.8569	5.92	1.523121	0.0398
0.75	6.4764	5.32	1.278921	0.0396
1.00	2.8925	7.40	0.458010	0.0447

TABLEAU VII

PROPRIETES MECANIQUES APRES 45 CYCLES

POURCENTAGE DE HNS	CONTRAINTES EN COMPRESSION kPa X 10 ⁻³	DEFORMATION cm/cm X 10 ³	MODULE kPa X 10 ⁻⁶	DIFFERENCE DE POIDS g
0.00	0.8381	10.57	0.150339	0.0509
0.20	1.0815	9.65	0.193082	0.0551
0.35	8.4890	6.15	1.569517	0.0509
0.50	7.4311	5.95	1.465067	0.0465
0.75	5.6329	5.29	1.223179	0.0461
1.00	2.2030	6.55	0.380195	0.0402

TABLEAU VIII

PROPRIETES MECANIQUES APRES 63 CYCLES

POURCENTAGE DE HNS	CONTRAINTES EN COMPRESSION kPa X 10 ⁻³	DEFORMATION cm/cm X 10 ³	MODULE kPa X 10 ⁻⁶	DIFFERENCE DE POIDS g
0.00	0.6911	10.68	0.115349	0.0577
0.20	0.9021	8.81	0.246317	0.0686
0.35	7.6894	7.29	1.239900	0.0538
0.50	7.1018	6.77	1.232713	0.0507
0.75	5.6555	6.31	1.055889	0.0575
1.00	4.0239	6.19	0.817365	0.0598

NON CLASSIFIE
27

TABLEAU IX
PROPRIETES MECANIQUES APRES 78 CYCLES

POURCENTAGE DE HNS	CONTRAINTES EN COMPRESSION kPa X 10 ⁻³	DEFORMATION cm/cm X 10 ³	MODULE kPa X 10 ⁻⁶	DIFFERENCE DE POIDS g
0.00	0.6427	10.80	0.079470	0.0862
0.20	0.7660	9.70	0.159605	0.1014
0.35	7.7301	7.41	1.126779	0.0851
0.50	6.6111	6.69	1.152699	0.0863
0.75	4.9012	5.51	1.036668	0.0841
1.00	3.3071	6.57	0.700458	0.1009

TABLEAU X
PROPRIETES MECANIQUES APRES 87 CYCLES

POURCENTAGE DE HNS	CONTRAINTES EN COMPRESSION kPa X 10 ⁻³	DEFORMATION cm/cm X 10 ³	MODULE kPa X 10 ⁻⁶	DIFFERENCE DE POIDS g
0.00	0.6339	7.51	0.078980	0.0965
0.20	0.7333	19.61	0.070974	0.1119
0.35	6.9674	7.16	1.118573	0.0984
0.50	6.2329	6.52	1.122840	0.1000
0.75	4.7856	6.24	0.717178	0.1176
1.00	3.3695	6.71	0.558188	0.1268

TABLEAU XI
PROPRIETES MECANIQUES APRES 100 CYCLES

POURCENTAGE DE HNS	CONTRAINTES EN COMPRESSION kPa X 10 ⁻³	DEFORMATION cm/cm X 10 ³	MODULE kPa X 10 ⁻⁶	DIFFERENCE DE POIDS g
0.00	0.6981	14.59	0.061644	0.1153
0.20	0.7530	16.24	0.083287	0.0922
0.35	6.4798	7.09	1.102630	0.0849
0.50	6.1422	5.09	1.201182	0.0852
0.75	4.4074	6.07	0.808510	0.0850
1.00	2.9382	6.91	0.557730	0.1074

ANNEXE ADescription des modèles mathématiques "SPLINES"

Le but des modèles mathématiques "SPLINES" est de produire une courbe à travers une série de points comme on le ferait manuellement avec un pistolet à dessin. Ces modèles sont particulièrement utilisés pour le lissage de courbes lorsqu'on ne connaît pas précisément la fonction mathématique qui s'applique au cas considéré.

Lorsqu'il s'agit de tracer des courbes par ordinateur, le problème consiste à introduire assez de points pour obtenir une courbe car l'équipement pour tracer des graphiques ne trace que des lignes droites entre deux points.

Les formes les plus communément utilisées pour lisser une courbe sont les splines cubiques. Dans ce cas, on crée un polynôme du troisième degré entre chaque paire de points de façon que la courbe, résultant de l'union de ces points, ait des dérivées du premier et du second ordre qui soient continues. De plus, on ajoute comme contrainte que la dérivée seconde aux extrémités soit nulle.

Nous avons utilisé le programme APL présenté à la suite de cette annexe pour ajouter dix points entre chaque paire de points que nous avons. Le résultat obtenu est donc une matrice de deux lignes par $(11 \times n) + 1$ colonnes où "n" représente le nombre de points. Le programme, dans sa forme actuelle, ne permet pas de calculer la valeur de y pour un x donné mais la matrice obtenue permet de tracer la courbe très facilement et très rapidement.

Référence: Selfridge, R.G., "APL Quote Quad", Vol. 6, 1978 p. 29.

Programme APL pour interpoler des points intermédiaires grâce à des modèles mathématiques "SPLINES"

```

▽Z←N SPLA X;Y;Q;I;B
[1] B←-1+1↑pX
[2] →(20<pZ←3×(1 0↓Q)-~1 0↓Q←(1 0↓X)-~1 0↓X)/M2
[3] Y←ZB(B-1 1)ρ((B-1)↑4 1),1
[4] Z←(((2↓Z),0 0)-Z)÷3),[.5]Z←0 0,,Y
[5] Z←Z,[1]((,Q)-+Z),[.5]~2↓,X
[6] Z←(2↑,X),,2 1 3B(N,B,2)ρ(((N)X+N)×.x0 1 2 3)+.x0[1]Z
[7] →FIN
[8] M2:I←1
[9] Y←.25×Z
[10] Y←.25×Z-((1 0↓Y),[1]0)+0,[1]~1 0↓Y
[11] →4+6×10Z I←I+1
[12] FIN:Z←((.5×pZ),2)ρZ
▽

```

Référence: Selfridge, R.G., "APL Quote Quad", Vol. 6, 1978, p. 33.

ANNEXE B

Programme APL pour le rejet de valeurs, servant à obtenir un intervalle de confiance donné sur la moyenne

```

▽INTERCO;A;B;C;K;POURC;REJ;RH;XA;X
[1] 'CE PROGRAMME A POUR BUT DE CALCULER LA MOYENNE, L'ECART-TYPE ET LE POUR-
[2] 'CENTAGE DE L'ECART-TYPE SUR LA MOYENNE APRES AVOIR REJETE LES VALEURS'
[3] 'POUR LESQUELLES ON EST EN DEHORS DE L'INTERVALLE DE CONFIANCE DESIRE.'
[4] ''
[5] ''
[6] ''
[7] 'ENTREZ LES VALEURS DE L'ECHANTILLON'
[8] B←pA←[]
[9] 'QUEL INTERVALLE DE CONFIANCE DESIREZ-VOUS? (90,95,99,99.9)'
[10] C←+/(1.645 1.96 2.576 3.291)×90 95 99 99.9=0
[11] DUI: X←(+/A)÷B
[12] RH←(((+/A×2)-((+/A)×2)÷B)÷(B-1))×.5
[13] K←(C×RH)÷B×.5
[14] XA←|A-X
[15] REJ←K×XA
[16] →((+/REJ)=0)/FIN
[17] REJ←(↑/XA)≠XA
[18] B←pA←REJ/A
[19] →(B≤2)/FIN
[20] →DUI
[21] FIN: ''
[22] ''
[23] ''
[24] 'VALEURS RETENUES: ';A
[25] 'MOYENNE: '; X←(+/A)÷B
[26] 'ECART-TYPE: '; RH←(((+/A×2)-((+/A)×2)÷B)÷(B-1))×.5
[27] 'POURCENTAGE DE LA MOYENNE: '; POURC←(RH÷X)×100
▽

```

Référence: Kreyzig, E., "Advanced Engineering Mathematics", 3ème Ed, John Wiley & Sons, New York, 1972, p. 752-755.

ANNEXE CProgramme APL pour calculer les coefficients d'une equation exponentielle

```

DEXP02;A;C;IR;K;PLO;RES;RESP;RESU;RESULT;RL;RM;RU;R2;T;TITRE;TITREA;TITREB
;TITREC;TITRED;W;X;XM;XU;X1;X2;X3;X4;Y;Y2
[1] 'CE PROGRAMME A POUR BUT DE CALCULER LES FACTEURS 'A,B,C' D'UNE'
[2] 'EQUATION DE LA FORME Y=A(EXP CX)+B'
[3] ''
[4] ''
[5] MAL:'ENTREZ LES VALEURS DE X'
[6] X←0
[7] 'ENTREZ LES VALEURS DE Y'
[8] Y←0
[9] →((PX)=PY)/RET
[10] 'LE NOMBRE DE VALEURS DE X N'EST PAS LE MEME QUE CELUI DE Y'
[11] →MAL
[12] RET:''
[13] MIE:'ENTREZ LA PRECISION QUE VOUS DESIREZ SUR LE COEFFICIENT DE '
[14] 'REGRESSION ET LES LIMITES INFERIEURE ET SUPERIEURE QUE VOUS PREVOYEZ'
[15] 'POUR LA VALEUR DE 'C' SOUS FORME DE VECTEUR'
[16] A←0
[17] ''
[18] ''
[19] C←A[2]+((A[3]-A[2])÷20)×0,(20
[20] C←C+A[1]×(C)←A[1]
[21] RL←21P0
[22] K←1
[23] AUT:X1←*(C[K]×X)
[24] X2←X1×.X0 1
[25] →(0#(÷/(÷(X2)1E20))))/ERR
[26] →B0
[27] ERR:'VOTRE LIMITE SUPERIEURE EST TROP GRANDE, ELLE DOIT ETRE'
[28] 'INFERIEURE A 'C[K]
[29] ''
[30] ''
[31] →MIE
[32] B0:R←,YB×2
[33] R2←X1 REGR Y
[34] RL[K]←|R2
[35] K←K+1
[36] →(K>21)/SAUF
[37] →AUT
[38] SAUF:→((1-(1/RL)S(A[1]))/FIN
[39] K←RL,(1/RL)
[40] RU←RL[(K-1),K,K+1]
[41] XU←C[(K-1),K,K+1]
[42] RM←0 0
[43] T←1
[44] RIT:XM←(XU[2]+(XU[1],XU[3]))÷2
[45] X1←*(XM[1]×X)
[46] X2←X1×.X0 1
[47] R←,YB×2
[48] R2←X1 REGR Y
[49] RM[1]←|R2
[50] X1←*(XM[2]×X)

```

```

[51] X2=X1*.X0 1
[52] R+,YB*X2
[53] R2=X1 REGR Y
[54] RM[2]+IR2
[55] +((1-[/RM])(A[1])/FINI
[56] T+T+1
[57] +(T>20)/FINI
[58] +(([/RM]=RM[1])/DERN
[59] XU=XU[2],XM[2],XU[3]
[60] +RIT
[61] DERN:XU+XU[1],XM[1],XU[2]
[62] +RIT
[63] FIN:C+C[(RL)/[RL]]
[64] +SUS
[65] FINI:C+XU[(RM)/[RM]]
[66] SUS:X3+xCX
[67] X4=X3*.X0 1
[68] R+,YB*X4
[69] R2=X3 REGR Y
[70] Y2=X4+.XR
[71] 'VOULEZ-VOUS UN TABLEAU COMPARATIF DES VALEURS DONNEES DE Y ET CELLES'
[72] 'CALCULEES AVEC L'EQUATION?'
[73] +(X/'OUI'#RESP+0)/SS2
[74] IR+((Y2-Y)+Y)*100
[75] IR+IR*(IR>.01)
[76] ''
[77] ''
[78] ''
[79] 'TABLEAU COMPARATIF DES VALEURS DE Y DONNEES ET'
[80] 'CALCULEES AVEC L'ERREUR DONNEE EN POURCENTAGE'
[81] ''
[82] ''
[83] TITRE+43P'-'
[84] TITRE+ ' X Y Y CALC ERREUR '
[85] TITREC+43P'-'
[86] TITRED+43P'-'
[87] TITRE+4 43P TITREA,TITREB,TITREC,TITRED
[88] RESU+@ (4, (PX)) PX, Y, Y2, IR
[89] RESULT+(((F10.2,F11.4,F11.4,F9.4'@RESU), [2]N+ ' '), [2]N+ ' ')
[90] RES+TITRE, [1]RESULT
[91] RES, [1]PLD+43P'-'
[92] SS2:''
[93] 'COEFFICIENTS A,B,C: ';R,C
[94] ''
[95] 'COEFFICIENT DE REGRESSION: ';R2
[96] '

```

Programme APL pour calculer le coefficient de régression

```
⍎R2←X REGR Y;MX;SX;SIX;MY;SY;SIY
[1] MX←(+/X)÷pX
[2] SX←+/X*2
[3] SIX←((SX÷(pX))-(MX*2))*0.5
[4] MY←(+/Y)÷pY
[5] SY←+/Y*2
[6] SIY←((SY÷(pY))-(MY*2))*0.5
[7] R2←(R[2]×SIX)÷SIY
```

Référence: "Self Programming Manual", Texas Instruments, Inc,
Dallas 1977

CRDV R-4252/82 (NON CLASSIFIE)

Bureau - Recherche et Développement, MDN, Canada.
CRDV, C.P. 8800, Courcellette, Qué. GOA 1R0

"Quelques effets de l'Hexanitrostilbène sur le TNT"
par P. Pelletier, J.F. Drolet et M.F. Morissette

Nous avons étudié les effets de différentes concentrations d'hexanitrostilbène-2,2', 4,4', 6,6' (HNS) sur le point de fusion, la température et le type de cristallisation du TNT à l'aide de la technique d'étude microscopique sur plaque chauffante. Nous avons également évalué l'effet de ces concentrations de HNS sur les propriétés mécaniques du TNT en compression à la charge maximale et sur les pertes de poids par exsudation. Les résultats ont démontré que le HNS n'a pas d'effet sur le point de fusion, mais qu'il diminue le phénomène de surfusion du TNT. De plus, le HNS améliore les propriétés mécaniques en compression. Nous n'avons pas remarqué d'effet particulier du HNS sur les pertes de poids par exsudation. La diminution de la surfusion la plus importante et les meilleures propriétés mécaniques ont été observées pour des concentrations entre 0.35 et 0.5% de HNS. (NC)

CRDV R-4252/82 (NON CLASSIFIE)

Bureau - Recherche et Développement, MDN, Canada.
CRDV, C.P. 8800, Courcellette, Qué. GOA 1R0

"Quelques effets de l'Hexanitrostilbène sur le TNT"
par P. Pelletier, J.F. Drolet et M.F. Morissette

Nous avons étudié les effets de différentes concentrations d'hexanitrostilbène-2,2', 4,4', 6,6' (HNS) sur le point de fusion, la température et le type de cristallisation du TNT à l'aide de la technique d'étude microscopique sur plaque chauffante. Nous avons également évalué l'effet de ces concentrations de HNS sur les propriétés mécaniques du TNT en compression à la charge maximale et sur les pertes de poids par exsudation. Les résultats ont démontré que le HNS n'a pas d'effet sur le point de fusion, mais qu'il diminue le phénomène de surfusion du TNT. De plus, le HNS améliore les propriétés mécaniques en compression. Nous n'avons pas remarqué d'effet particulier du HNS sur les pertes de poids par exsudation. La diminution de la surfusion la plus importante et les meilleures propriétés mécaniques ont été observées pour des concentrations entre 0.35 et 0.5% de HNS. (NC)

CRDV R-4252/82 (NON CLASSIFIE)

Bureau - Recherche et Développement, MDN, Canada.
CRDV, C.P. 8800, Courcellette, Qué. GOA 1R0

"Quelques effets de l'Hexanitrostilbène sur le TNT"
par P. Pelletier, J.F. Drolet et M.F. Morissette

Nous avons étudié les effets de différentes concentrations d'hexanitrostilbène-2,2', 4,4', 6,6' (HNS) sur le point de fusion, la température et le type de cristallisation du TNT à l'aide de la technique d'étude microscopique sur plaque chauffante. Nous avons également évalué l'effet de ces concentrations de HNS sur les propriétés mécaniques du TNT en compression à la charge maximale et sur les pertes de poids par exsudation. Les résultats ont démontré que le HNS n'a pas d'effet sur le point de fusion, mais qu'il diminue le phénomène de surfusion du TNT. De plus, le HNS améliore les propriétés mécaniques en compression. Nous n'avons pas remarqué d'effet particulier du HNS sur les pertes de poids par exsudation. La diminution de la surfusion la plus importante et les meilleures propriétés mécaniques ont été observées pour des concentrations entre 0.35 et 0.5% de HNS. (NC)

CRDV R-4252/82 (NON CLASSIFIE)

Bureau - Recherche et Développement, MDN, Canada.
CRDV, C.P. 8800, Courcellette, Qué. GOA 1R0

"Quelques effets de l'Hexanitrostilbène sur le TNT"
par P. Pelletier, J.F. Drolet et M.F. Morissette

Nous avons étudié les effets de différentes concentrations d'hexanitrostilbène-2,2', 4,4', 6,6' (HNS) sur le point de fusion, la température et le type de cristallisation du TNT à l'aide de la technique d'étude microscopique sur plaque chauffante. Nous avons également évalué l'effet de ces concentrations de HNS sur les propriétés mécaniques du TNT en compression à la charge maximale et sur les pertes de poids par exsudation. Les résultats ont démontré que le HNS n'a pas d'effet sur le point de fusion, mais qu'il diminue le phénomène de surfusion du TNT. De plus, le HNS améliore les propriétés mécaniques en compression. Nous n'avons pas remarqué d'effet particulier du HNS sur les pertes de poids par exsudation. La diminution de la surfusion la plus importante et les meilleures propriétés mécaniques ont été observées pour des concentrations entre 0.35 et 0.5% de HNS. (NC)

DREV R-4252/82 (UNCLASSIFIED)

Research and Development Branch, DND, Canada.
DREV, P.P. Box 8800, Courcellette, Que. GOA 1R0

"Some Effects of Hexanitrostilbene on TNT"
by P. Pelletier, J.F. Drolet et M.F. Morissette

The effects of different concentrations of 2,2', 4,4', 6,6' - hexanitrostilbene (HNS) on the melting point, temperature and type of crystallization of TNT were studied using hot stage microscopy. The effects of these concentrations of HNS on the mechanical properties of TNT in compression at maximum load and on the losses of weight due to exudation were also investigated. Results showed that HNS had no effect on the melting point, but it decreased the supercooling of TNT by increasing its crystallization temperature. They also demonstrated that HNS improved the mechanical properties in compression, but that it had no effect on the losses of weight due to exudation. The largest decrease in supercooling and the best mechanical properties were observed for concentrations between 0.35 and 0.5% of HNS. (U)

DREV R-4252/82 (UNCLASSIFIED)

Research and Development Branch, DND, Canada.
DREV, P.P. Box 8800, Courcellette, Que. GOA 1R0

"Some Effects of Hexanitrostilbene on TNT"
by P. Pelletier, J.F. Drolet et M.F. Morissette

The effects of different concentrations of 2,2', 4,4', 6,6' - hexanitrostilbene (HNS) on the melting point, temperature and type of crystallization of TNT were studied using hot stage microscopy. The effects of these concentrations of HNS on the mechanical properties of TNT in compression at maximum load and on the losses of weight due to exudation were also investigated. Results showed that HNS had no effect on the melting point, but it decreased the supercooling of TNT by increasing its crystallization temperature. They also demonstrated that HNS improved the mechanical properties in compression, but that it had no effect on the losses of weight due to exudation. The largest decrease in supercooling and the best mechanical properties were observed for concentrations between 0.35 and 0.5% of HNS. (U)

DREV R-4252/82 (UNCLASSIFIED)

Research and Development Branch, DND, Canada.
DREV, P.P. Box 8800, Courcellette, Que. GOA 1R0

"Some Effects of Hexanitrostilbene on TNT"
by P. Pelletier, J.F. Drolet et M.F. Morissette

The effects of different concentrations of 2,2', 4,4', 6,6' - hexanitrostilbene (HNS) on the melting point, temperature and type of crystallization of TNT were studied using hot stage microscopy. The effects of these concentrations of HNS on the mechanical properties of TNT in compression at maximum load and on the losses of weight due to exudation were also investigated. Results showed that HNS had no effect on the melting point, but it decreased the supercooling of TNT by increasing its crystallization temperature. They also demonstrated that HNS improved the mechanical properties in compression, but that it had no effect on the losses of weight due to exudation. The largest decrease in supercooling and the best mechanical properties were observed for concentrations between 0.35 and 0.5% of HNS. (U)

DREV R-4252/82 (UNCLASSIFIED)

Research and Development Branch, DND, Canada.
DREV, P.P. Box 8800, Courcellette, Que. GOA 1R0

"Some Effects of Hexanitrostilbene on TNT"
by P. Pelletier, J.F. Drolet et M.F. Morissette

The effects of different concentrations of 2,2', 4,4', 6,6' - hexanitrostilbene (HNS) on the melting point, temperature and type of crystallization of TNT were studied using hot stage microscopy. The effects of these concentrations of HNS on the mechanical properties of TNT in compression at maximum load and on the losses of weight due to exudation were also investigated. Results showed that HNS had no effect on the melting point, but it decreased the supercooling of TNT by increasing its crystallization temperature. They also demonstrated that HNS improved the mechanical properties in compression, but that it had no effect on the losses of weight due to exudation. The largest decrease in supercooling and the best mechanical properties were observed for concentrations between 0.35 and 0.5% of HNS. (U)