

DURIMPHY - PHYTIME

ALLIAGES A HAUTE LIMITE ELASTIQUE

I. INTRODUCTION

Le Durimphy (symbole AFNOR : Z2NKD 18-09-05) et le Phytme sont des alliages martensitiques de type maraging à durcissement structural et à très faible teneur en carbone. Ils offrent en plus d'une très haute limite élastique, un ensemble de propriétés complémentaires (physiques, chimiques ou technologiques) qui permet d'en tirer profit dans les applications les plus variées.

Le tableau ci dessous donne la composition chimique de ces alliages en % pondéral :

	Ni	Co	Mo	Ti
Durimphy	18	9	5	0.5
Phytme	18	16.5	5	-

Un recuit vers 830 °C permet d'obtenir un état adouci qui correspond à une martensite douce. Un revenu à température modérée (480 °C) provoque un durcissement important par précipitation de composés intermétalliques du type Ni₃ Ti (pour le Durimphy seulement) et Fe₂ Mo. Ce durcissement est obtenu sans modification dimensionnelle sensible. Les traitements d'austénitisation et de vieillissement à appliquer pour ces deux nuances sont similaires.

Le traitement durcissant peut être également effectué sur un état écroui. Comme le revenu se fait à température relativement basse, il est possible de bénéficier à la fois du durcissement d'écrouissage et du durcissement par précipitation, ce qui conduit à un matériau encore plus résistant.

Livrés sous forme de bandes dans une gamme très étendue de dimensions, le Durimphy et le Phytme peuvent atteindre des caractéristiques identiques à un autre alliage à haute limite élastique. Leur grande aptitude à la mise en forme les rend avantageux pour certaines applications. Ils ne présentent néanmoins pas les qualités d'amagnétisme et de résistance à la corrosion particulières du Phynox.

Le Phytme se distingue du Durimphy par une propriété inclusionnaire améliorée par une diminution très significative de la teneur en titane responsable de la formation d'inclusions de type TiN. Cette nuance a été développée afin de repousser les limites de tenue en fatigue du Durimphy.

Les principales propriétés du Durimphy et du Phytme sont :

- Une grande facilité de mise en forme, l'obtention de propriétés mécaniques élevées par traitement thermique de durcissement par précipitation à température modérée, traitement pouvant être réalisé après mise en forme. Le traitement de durcissement n'induit pas de variation dimensionnelle.
- Une absence de fragilité à basse température
- Une bonne résistance à la fatigue
- Une stabilité de structure après traitement thermique de vieillissement
- Un coefficient thermo-élastique faible
- Une excellente aptitude à la soudure. La réalisation du traitement du durcissement après soudure, permet d'atténuer très sensiblement les différences de propriétés entre zones soudées et non soudées en évitant l'existence de points faibles,

Le Durimphy et le Phytyme ont de nombreuses applications :

- Ressorts de moteurs d'horlogerie
- Ressorts pour ébauches de montres
- Ressorts de forme pour montres à quartz analogiques
- Ressorts pour applications très diverses
- Courroie de boîte de vitesse automatique
- Billes pour roulements de précision
- Appareillages électriques et électroniques
- Cage de roulement à billes
- Industrie des matières plastiques
- Armement
- Ailettes de missiles et de roquettes
- Satellites
- Bascules
- Bande porte-caractères d'imprimante

II. CARACTÉRISTIQUES PHYSIQUES

Caractéristiques	Unités	Durimphy	Phytyme
Température de fusion	°C	1430 - 1460	1430 - 1460
Masse volumique	g.cm ⁻³	8,1	8,14
Résistivité électrique* à 20 °C	μΩ.cm	44	-
Conductivité thermique*	W.m ⁻¹ .°C ⁻¹	19,7	-
Coefficient de dilatation* entre 0 et 100 °C	°C ⁻¹	9,5 × 10 ⁻⁶	9,5 × 10 ⁻⁶
Coefficient thermo-élastique* entre 0 et 50 °C	°C ⁻¹	-200 × 10 ⁻⁶	-
Propriétés magnétiques* : Induction à saturation	T	1,9	1,9
Température de Curie	°C	450	-

* Ces valeurs sont données pour le revenu standard à 480 °C. Elles peuvent varier très fortement avec la température du revenu.

III. CARACTÉRISTIQUES MÉCANIQUES

III. 1. ÉTAT ADOUCI

L'état adouci est obtenu après traitement à 830 °C, le refroidissement pouvant s'effectuer à une vitesse quelconque, c'est à dire sans précaution particulière. Cet état n'est utilisé que pour des mises en forme intermédiaires. Des valeurs types sont données dans le tableau ci-après.

Caractéristiques	unités	Durimphy	Phytyme
Dureté Vickers	HV	330	300
Rp _{0.2} %	MPa	1010	1000
Rm	MPa	1040	1030
Allongement	%	7*	7*

* valeur minimale selon épaisseur

III. 2. ETAT DURCI

Le traitement de durcissement standard est de 3 heures à 480 °C.

Il provoque la précipitation de composés intermétalliques. Ce traitement par précipitation peut être combiné au durcissement par écrouissage.

La figure 1 illustre l'évolution des caractéristiques mécaniques en fonction du taux d'écrouissage. Elle montre que :

- Le durcissement dû à l'écrouissage ne devient sensible que pour des taux élevés (> 70 %)
- L'effet du traitement durcissant sur le Durimphy ne dépend pratiquement pas du degré d'écrouissage du matériau
- Les effets du traitement durcissant et de l'écrouissage sont pratiquement additifs.

Il est important de rappeler que le durcissement par traitement thermique qui s'effectue à température modérée se produit sans modification dimensionnelle notable. Ceci permet dans la plupart des cas la finition des pièces (mises en forme) sur du métal doux sans reprise après traitement thermique.

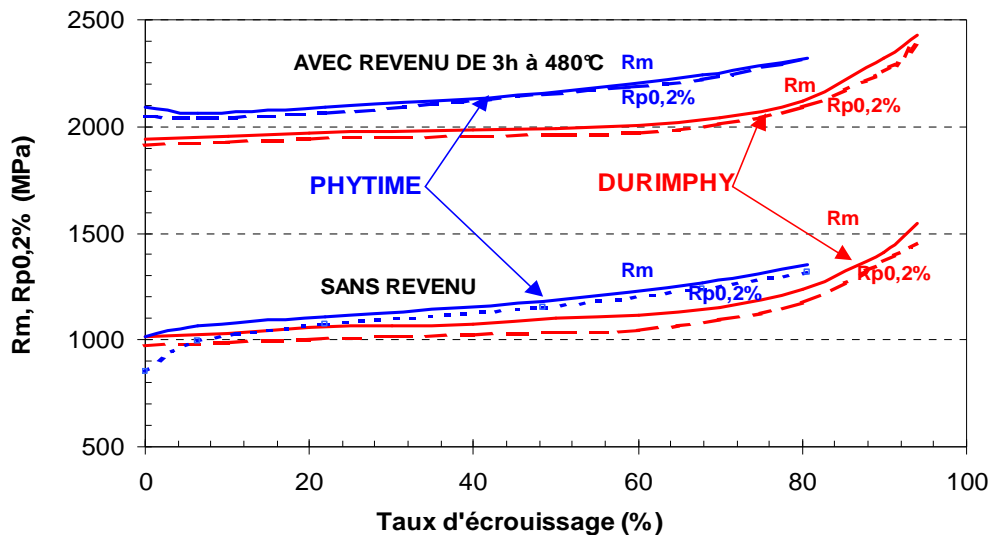


Figure 1 : variation des caractéristiques mécaniques types sens long à 20 °C avec le taux d'écrouissage ϵ

Le traitement dans l'air n'altère pas les caractéristiques du matériau mais nuit à son aspect, le métal prenant une coloration bleue. Aussi recommandons-nous de traiter de préférence sous vide poussé de l'ordre de 10^{-5} Torr ou sous atmosphère neutre, argon par exemple.

Certaines atmosphères considérées comme inertes par suite de l'absence de coloration sont en réalité chimiquement actives et risquent de provoquer une très grande fragilité du matériau. C'est en particulier le cas de l'hydrogène et de l'ammoniac craqué.

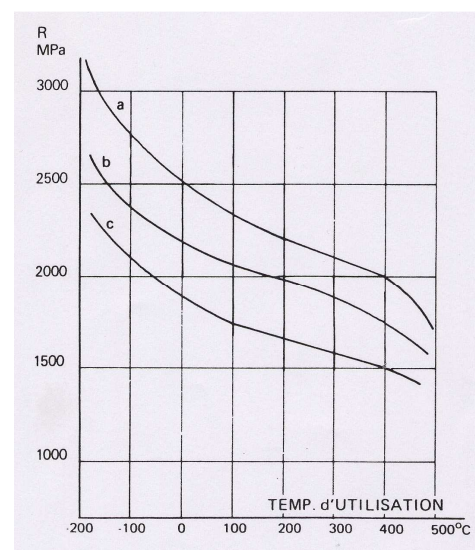
III. 3. INFLUENCE de la TEMPÉRATURE d'UTILISATION

La résistance à la rupture et la limite élastique de ces alliages après revenu diminuent plus lentement avec la température que celles des aciers à ressorts classiques du type « cordes à piano » ou aciers inoxydables de la famille des 18-8 (cf. figure 2). Cette propriété est due au blocage des dislocations par les précipités développés lors du traitement du revenu durcissant. Les variations du module d'élasticité avec la température ne se distinguent pas de celles des autres alliages.

Le Durimphy et le Phytimé ne subissent aucune modification de structure jusqu'aux plus basses températures et ne présentent aucune fragilité particulière à froid.

Figure 2 : variations de la charge de rupture sens long avec la température d'utilisation pour de la bande à divers états.

- a – fortement écroui (98 % env.) + revenu
- b – modérément écroui (88 % env.) + revenu
- c – adouci + revenu



IV. RÉSISTANCE À LA CORROSION

Bien que ces alliages ne soient pas des alliages inoxydables, ils supportent mieux que les aciers au carbone et les aciers faiblement alliés les atmosphères normalement humides des climats tempérés. Pour des atmosphères plus sévères, le Durimphy et le Phyttime doivent être protégés. Des précautions sont à prendre dans le cas des recouvrements électrolytiques pour éviter les risques de fragilisation par l'hydrogène.

V. RENSEIGNEMENTS TECHNOLOGIQUES

V.1. USINAGE – MISE EN FORME

L'aptitude à la mise en forme dépend du taux d'écroissage qui devra être adapté aux besoins de l'utilisateur :

- À l'état adouci, le Durimphy et le Phyttime ont une excellente aptitude à la mise en forme
- À l'état modérément écroui, cette aptitude reste encore bonne, particulièrement au pliage
- Même pour des états très écrouis, des pliages sévères perpendiculaires au sens de laminage sont réalisables (par exemple pour les ressorts d'horlogerie).

Pour certaines mises en forme par emboutissage profond, la capacité de déformation peut être améliorée par un traitement d'austénitisation partielle vers 670 °C.

Le Durimphy et le Phyttime s'usinent bien par usinage chimique.

Le Durimphy et le Phyttime peuvent être durcis en surface par nitruration.

V. 2. SOUDURE – BRASURE

Le Durimphy et le Phyttime se soudent bien : soudure électrique par points, par bombardement électronique, à l'arc sous argon (TIG en général). Le Durimphy et le Phyttime peuvent être brasés.

Il est à noter que la zone du cordon peut être durcie similairement au métal de base par un simple traitement thermique à 480 °C. Dans le cas de soudage d'un métal écroui, le bénéfice de l'écroissage dans la zone affectée thermiquement est perdu. Les techniques de soudage localisé (par points) peuvent être utilisées ou peu perturbantes (bombardement électronique).

V. 3. DÉCAPAGE

Le Durimphy et le Phyttime peuvent être décapés chimiquement (par exemple par une solution à 18 % de H₂ SO₄ à 65 °C). Ces alliages étant le plus souvent utilisés pour leur niveau élevé de limite élastique, il convient de mener l'opération de décapage de manière à éviter la formation d'amorces de rupture.

VI. FORMATS de LIVRAISON

Bande laminée à froid et laminée à chaud
Nous consulter pour autres formats.