

Caractéristiques Mécaniques

Post-traitements

Pièces Inox 316L issues de la FA



Caractéristiques Mécaniques

Post-traitements

Pièces Inox 316L issues de la FA

Caractérisation de matériau

Objectif ?

Inox 316L FA **identique** Inox 316L standard ?

Par quel moyen ? Pour quels résultats ?

Essai de Traction



Module d'Young (E),

Contrainte maxi (Rm)

Allongement (A%)

Limite élastique (Rp0,2)

Objet ?

Eprouvettes

Comment ?

Comparaison pièces **usinage conventionnel** et **FA**



Eprouvette testée

Caractéristiques matériaux

Comparer les caractéristiques d'éprouvettes réalisées en **FA** par **différents procédés**, avec des éprouvettes réalisées en **fabrication standard (FS)**

Matériaux

- Inox 316 L
- Titane TA6V

Procédés

- SLM
- EBM
- CLAD
- FS

Fabrication

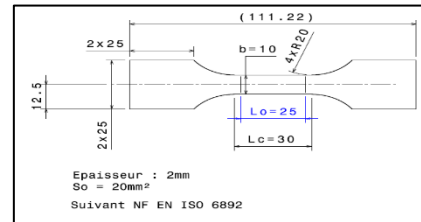
- Sous-traitant
- Sens de fabrication
- Types machines
- Programmes

Post-traitements

- Sans
- Thermiques
- Chimiques

Températures

- 293 K
- 77 K
- 4,2 K



Eprouvette de traction normalisée



4 séries d'éprouvettes 0°, 45°, 90° et témoins
J. Laurence (CPPM), A. Gonnin (LAL), BV Proto



Machine de traction
MTS-30M de 150 kN

Couche par couche ⇒ *anisotrope*

Slide Stéphane JENZER

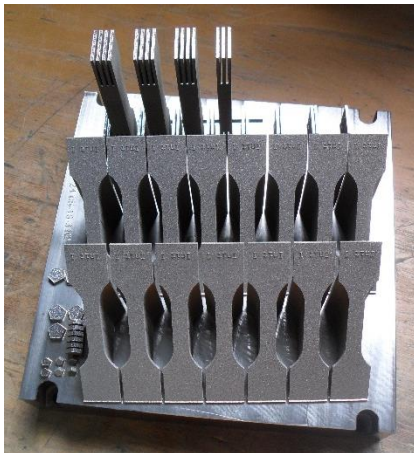
Essais de traction sur 3 sites

- 2 sites \Rightarrow regroupement de données
- 1 site \Rightarrow essais cryogéniques

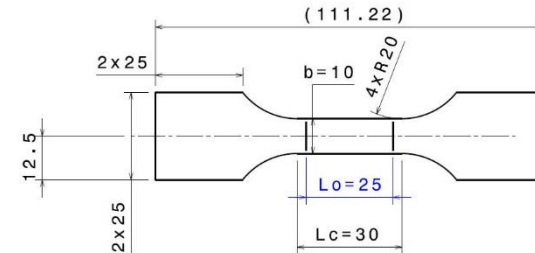
Nombre d'éprouvette important :

- 3 positions de fabrication (Horizontale, Verticale, 45°)
- 5 éprouvettes par position et par site

\Rightarrow Soit 45 éprouvettes par plateau/Fournisseur



Plateau 45 éprouvettes



Epaisseur : 2mm
So = 20mm²

Eprouvette Norme NF EN ISO 6892

A noter : Eprouvettes en **Inox 316L** fabriquées en **SLM** et **sans post-traitements**

Résultats préliminaires

1^{ère} Campagne de mesures du 23 Avril au 06 Juillet 2018
Au Laboratoire de l'Accélérateur Linéaire

Mesures réalisées par [Mallaury Guerrier](#), Sous la direction de [Julien Bonis](#)

Caractérisation selon :

- Norme « ISO EN NF 6892 »
- Protocole de mesure
- 4 fournisseurs de pièces FA
- 2 types usinages conventionnelles
 - Fraisage
 - Electroérosion à fil



Eprouvette en test

Résultats préliminaires

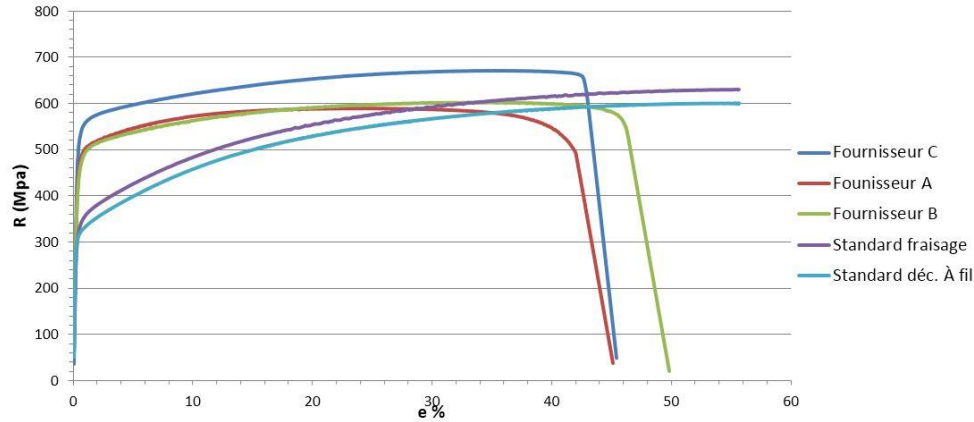
Standard fraisage	Standard déc. À fil	Incliné	Horizontale	Verticale	Fournisseurs	Caractéristique
620,42 ± 12,36	612,36 ± 17,34	595,31 ± 6,48	582,01 ± 6,82	526,87 ± 1,28	Fournisseur A	Rm (Mpa)
		598,69 ± 6,65	595,8 ± 6,35	575,84 ± 11,14	Fournisseur B	
		671,42 ± 7,12	676,71 ± 6,19	581,99 ± 2,62	Fournisseur C	
324,23 ± 5,83	316,62 ± 6,24	483,3 ± 4,44	463,14 ± 9,27	446,12 ± 2,96	Fournisseur A	Rp0.2 (Mpa)
		457,77 ± 4,29	444,29 ± 9,96	437,39 ± 7,57	Fournisseur B	
		557,73 ± 10,43	529,4 ± 10,74	461,03 ± 4,55	Fournisseur C	
154,51 ± 15,28	146,34 ± 38,98	145,92 ± 1,39	140,89 ± 7,87	100,62 ± 4,37	Fournisseur A	E (Gpa)
		145,1 ± 13,12	129,28 ± 12,75	110,11 ± 10,78	Fournisseur B	
		169,77 ± 2,89	182,43 ± 14,09	103,35 ± 3,82	Fournisseur C	
54,94 ± 0,06	55,11 ± 0,13	46,33 ± 1,02	39,04 ± 2,68	55,08 ± 0,08	Fournisseur A	A%
		44,05 ± 4,79	44,07 ± 2,11	50,2 ± 2,83	Fournisseur B	
		44,32 ± 3,51	38,24 ± 4,15	48,83 ± 1,45	Fournisseur C	

Travaux de Mallaury Guerrier

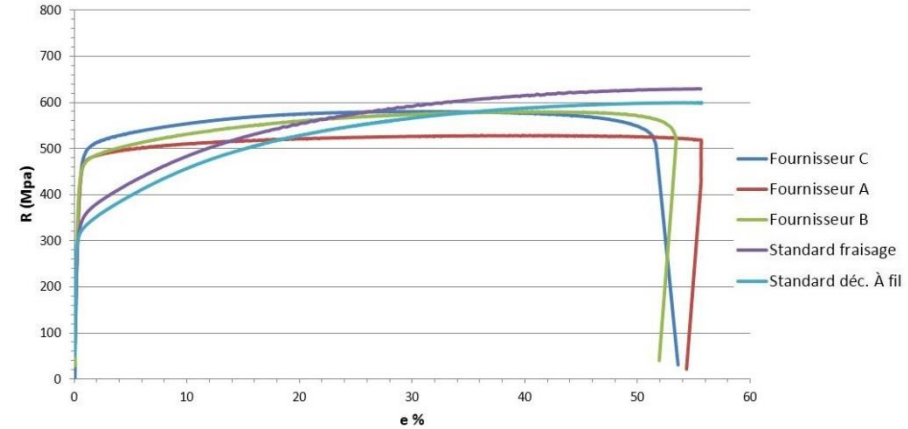


Résultats préliminaires

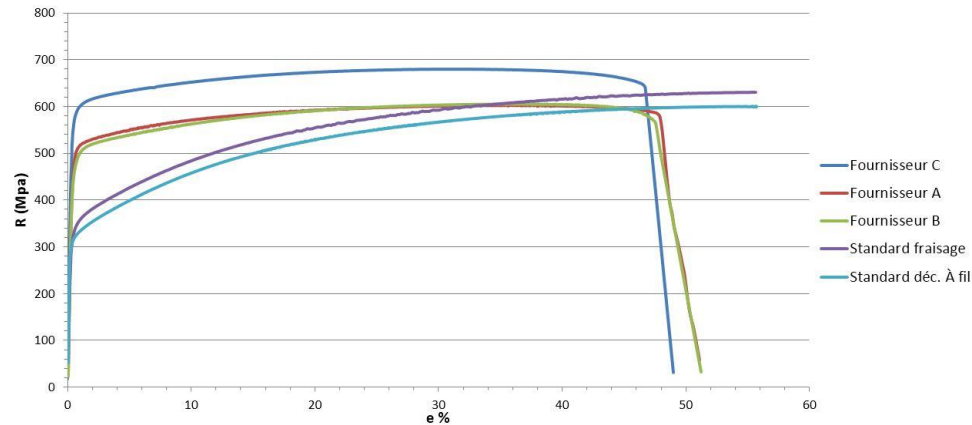
Courbe de traction - I3D Horizontale



Courbe conventionnelle de traction - I3D Verticale



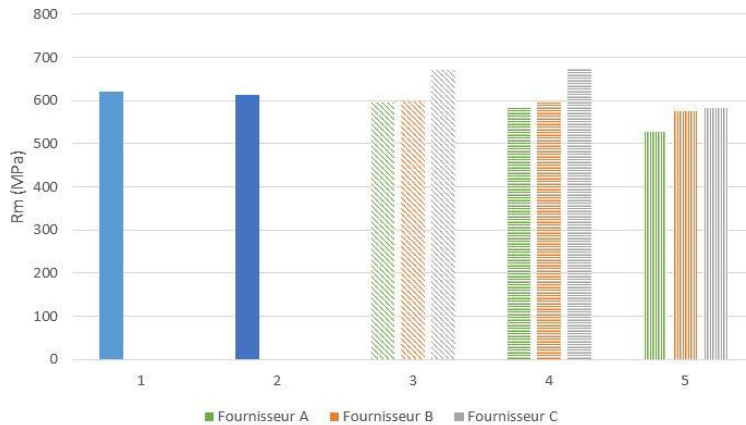
Courbe conventionnelle de traction - I3D Incliné



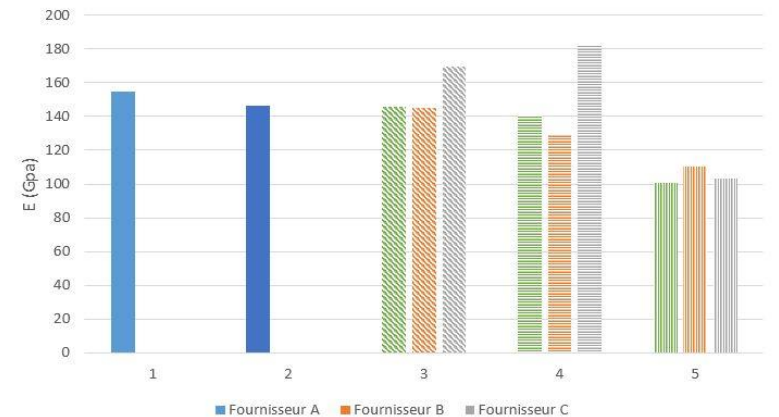
Travaux de Mallaury Guerrier

Résultats préliminaires

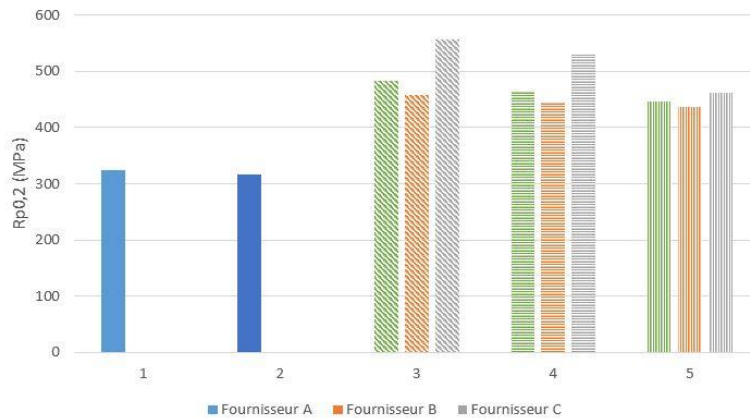
Contrainte Maxi Rm



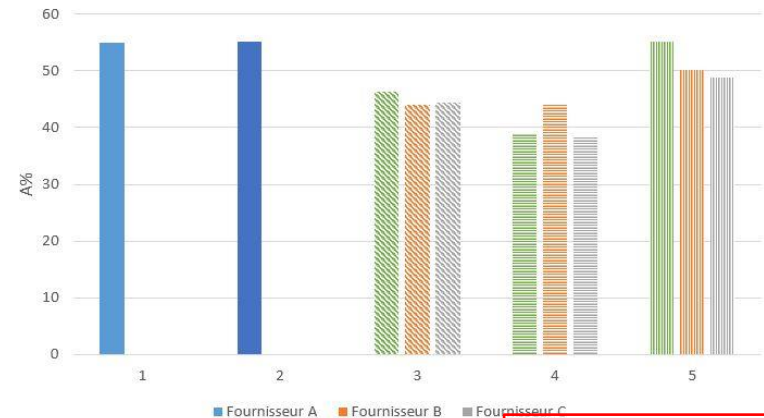
Module d'Young E (GPa)



Limite élastique Rp0,2



Allongement A%



Travaux de Mallaury Guerrier

Résultats préliminaires

A ce jour, **on constate** : Epreuves **I3D** ≠ Epreuves **standards**

Les épreuves I3D sont **plus élastiques** mais **plus fragiles**

La « **méthode de fabrication** » a une **influence** sur les **propriétés** mécaniques

Epreuves Inclinaées	⇒	+ Résistantes + Élastiques
Epreuves Horizontales	⇒	+ Plastiques
Epreuves Verticales	⇒	- Résistantes - Plastiques

Les épreuves **Verticales** sont plus **proches** des **standards**

A chaque **fabrication** ⇒ **Inclure** des **épreuves** sur le plateau

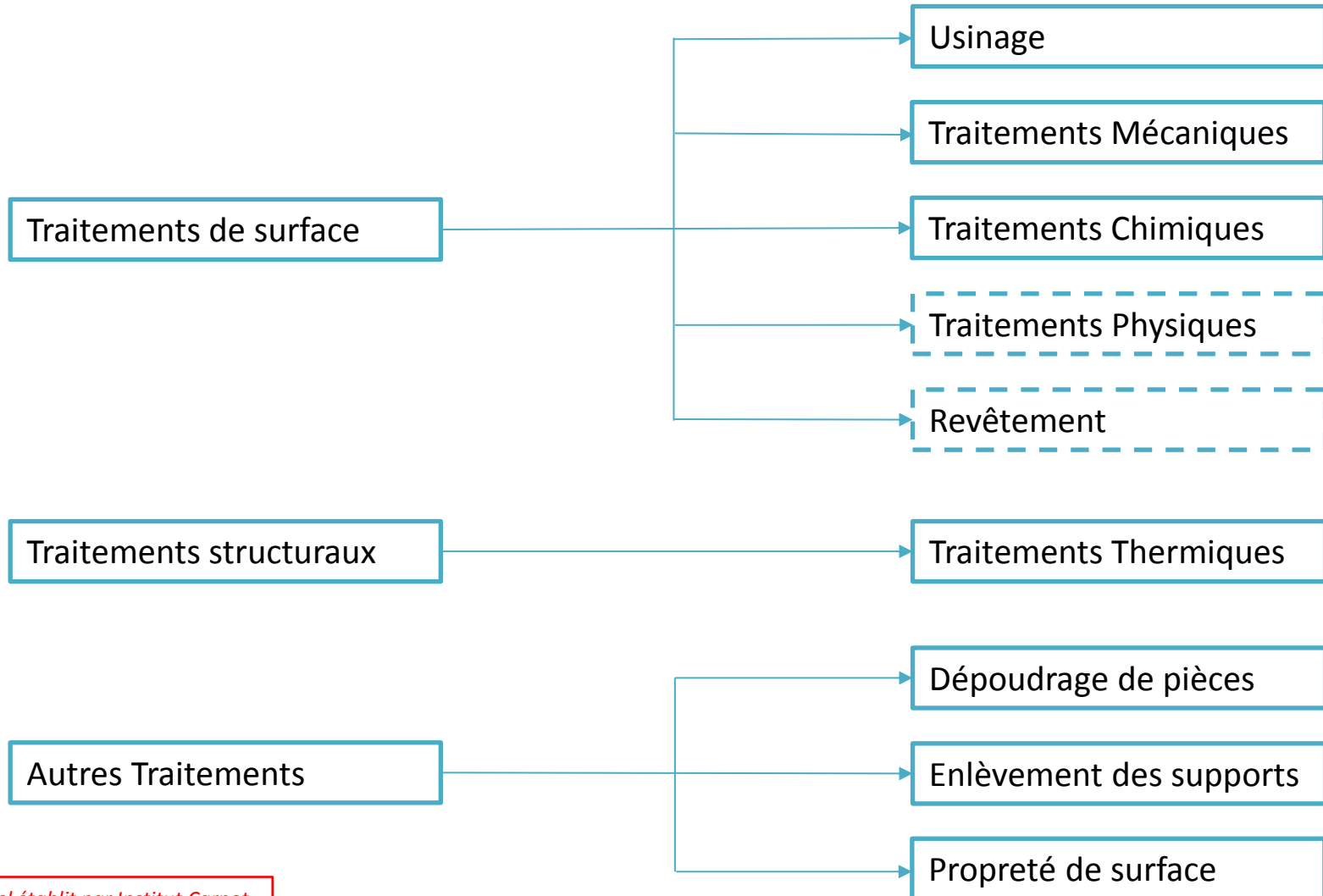


Caractéristiques Mécaniques

Post-traitements

Pièces Inox 316L issues de la FA

Post-Traitements



Référentiel établi par Institut Carnot

Traitement de surfaces

Usinage \Rightarrow Aucune difficulté

Traitements Mécaniques \Rightarrow Microbillage des éprouvettes

Traitements Chimiques \Rightarrow Acides, selon **procédure UHV**
Bon comportement, **Ra** presque **identique**

Traitements Physiques \Rightarrow Electro-polissage
Intérêt moyen, nécessite un bon Ra
 \Rightarrow **Tribofinition**

Revêtement \Rightarrow Piste à envisager sérieusement



Tube DN40KF après usinage



BPM Stripline après usinage

Traitements Structuraux

Traitements Thermiques \Rightarrow Influence sur les propriétés mécaniques

Analyse des échantillons

Stabilisation \Rightarrow Température ?

Nitrocarburation \Rightarrow **A tester**

Traitement Thermo-chimique

\Rightarrow \nearrow résistance à l'usure et à la fatigue
Bonne finition de surface

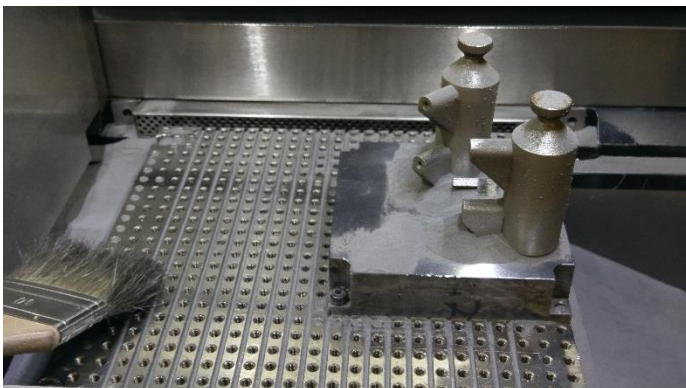
HIP (ou CIC : Compression Isostatique à Chaud) \Rightarrow **A tester**

Traitement Hautes Pressions et Hautes Températures

\Rightarrow \searrow porosité interne
 \nearrow résistance à la fatigue

Autres Traitements

- Obligation** ⇒ Dépoudrage de pièces
Enlèvement des supports
- ⇒ Propreté de surface : **Nettoyage** selon **procédure UHV**



Dépoudrage de pièces



Séparation du plateau

Conclusion

2 Sujets très importants

Caractérisation



En cours ! Enorme travail

1^{ère} campagne : Analyse de résultats

2nde campagne : En préparation

Post-Traitements



Etapes obligatoires

Travail important à développer



Enlèvement des supports



Merci de votre Attention