

# Support de cours pour enseignants d'Architecture et de Génie Civil

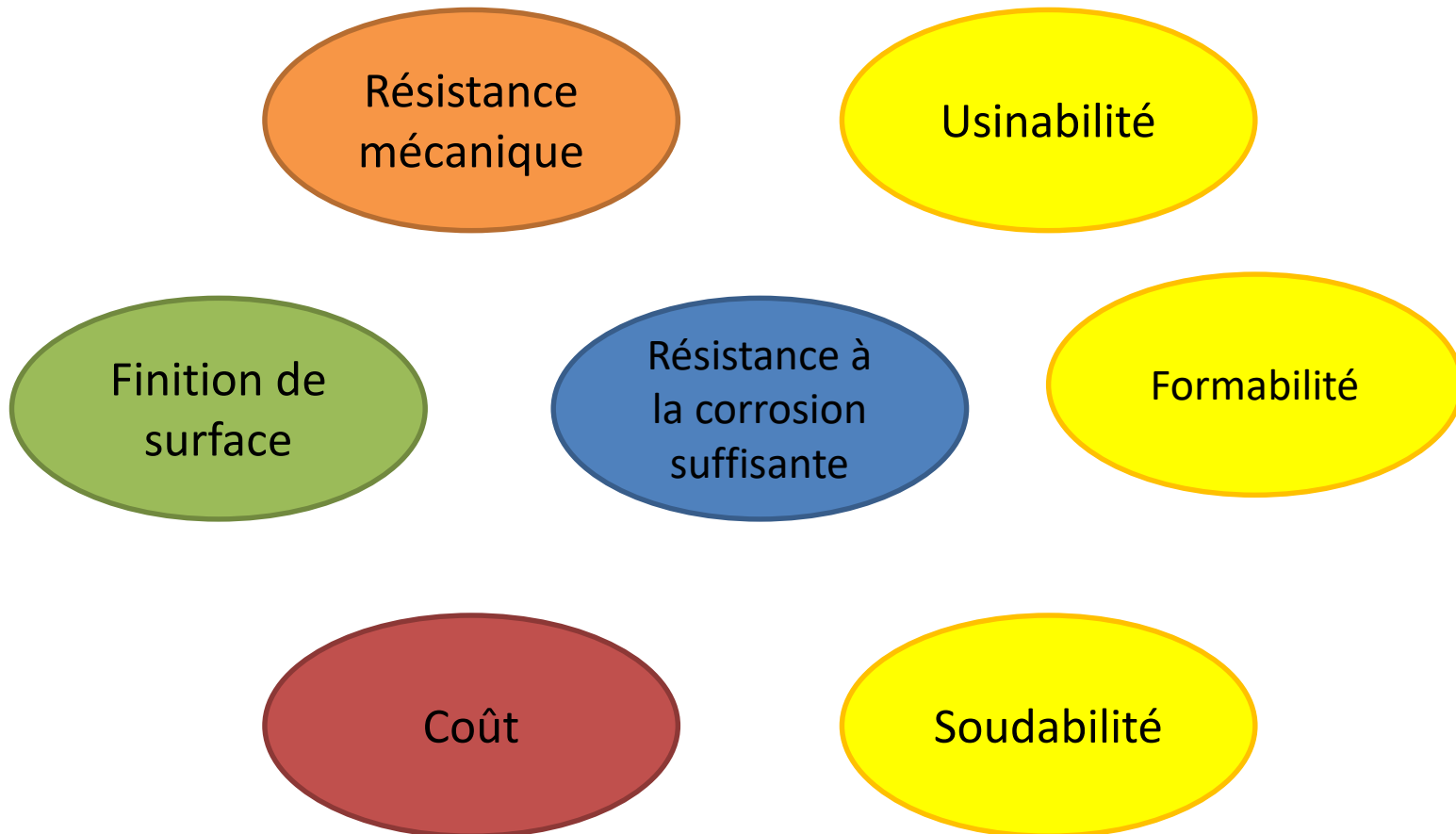
## **Module 6**

### **Propriétés mécaniques des aciers inoxydables**

Attention :

Ce module concerne les applications non structurales (pour ces dernières, merci de consulter le Module 7)

Généralement, les applications non structurales ne nécessitent pas de résistances élevées. Par contre, le choix des matériaux doit optimiser un ensemble de propriétés



## Propriétés mécaniques :

1. Limite d'élasticité (MPa)
2. Résistance à la traction (MPa)
3. Allongement (%)
4. Module de Young (MPa)
5. Résistance aux chocs
6. Résistance au feu
7. Résistance au fluage
8. Propriétés aux températures cryogéniques
9. Propriétés aux températures élevées
10. Résistance à la fatigue

Les propriétés 1-6 sont les plus appropriées en architecture & ingénierie

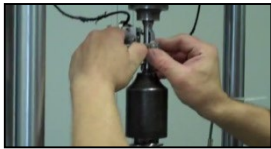
# Normes

Les propriétés mécaniques des aciers inoxydables sont bien connues et leurs valeurs minimales sont garanties par des normes internationales.

- Normes principales
  - ISO
  - ASTM/AISI
  - EN
  - JS
  - Autres
  
- Applicables à toutes les nuances & produits :
  - Tôles
  - Plaques
  - Barres
  - Tubes
  - Produits forgés
  - Produits moulés
  - Fixations
  - Fils
  - Produits de soudage
  - Etc.

# Propriétés mécaniques : informations de base

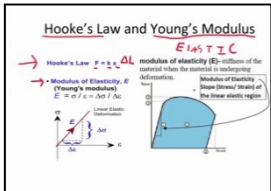
Essais de traction et de résistance aux chocs :  
Merci de regarder les vidéos !



<http://www.youtube.com/watch?v=67fSwIjYJ-E>

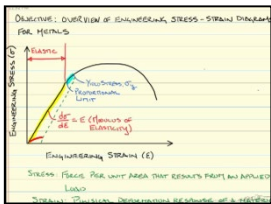
Pour plus de détails sur les caractéristiques mécaniques

et sur ce que l'on déduit des courbes contrainte-déformation, aller sur :



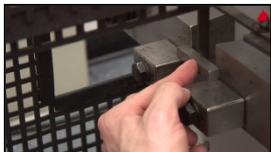
<http://www.youtube.com/watch?v=b6UIsANNIO>

[http://www.engineeringarchives.com/lesmom\\_truестresstruestrainengstressengstrain.html](http://www.engineeringarchives.com/lesmom_truестresstruestrainengstressengstrain.html)



<http://www.youtube.com/watch?v=t9eB0PKYAt8>

ainsi que sur les pages précédentes et suivantes du site Internet

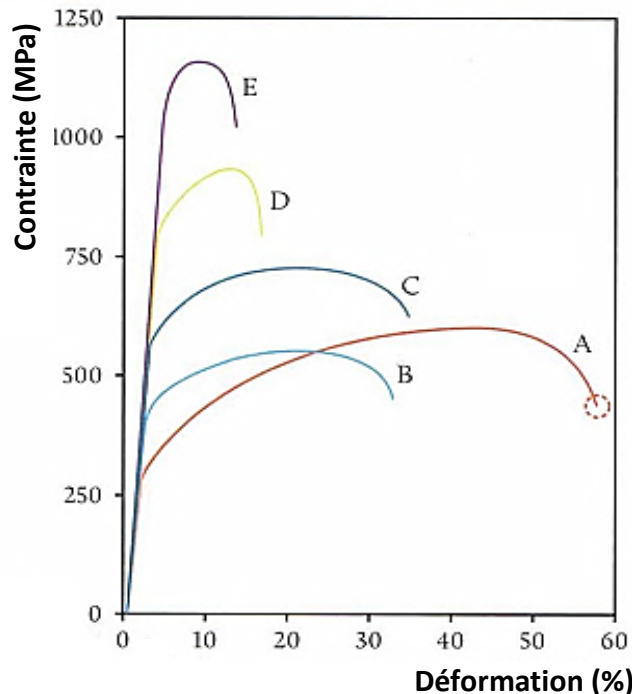


<http://www.youtube.com/watch?v=tpGhqQvftAo>

& Réfs. 1-2

# Courbes de traction typiques des aciers inoxydables

## Courbes contrainte-déformation typiques de différents types d'aciers inoxydables



Comparaison de courbes contrainte-déplacement pour différents types d'aciers inoxydables

A – Austénitique (exemple 4301, 4307, 4404, etc.)

B – Ferritique (exemple 4016, 4059, 4521)

C – Austéno-ferritique (duplex, exemple 4462)

D – Acier à durcissement par précipitation (pH) (exemple 4542)

E – Martensitique (exemple 4057, 4109, 4034)

Le cercle en pointillés représente la rupture pour la courbe A

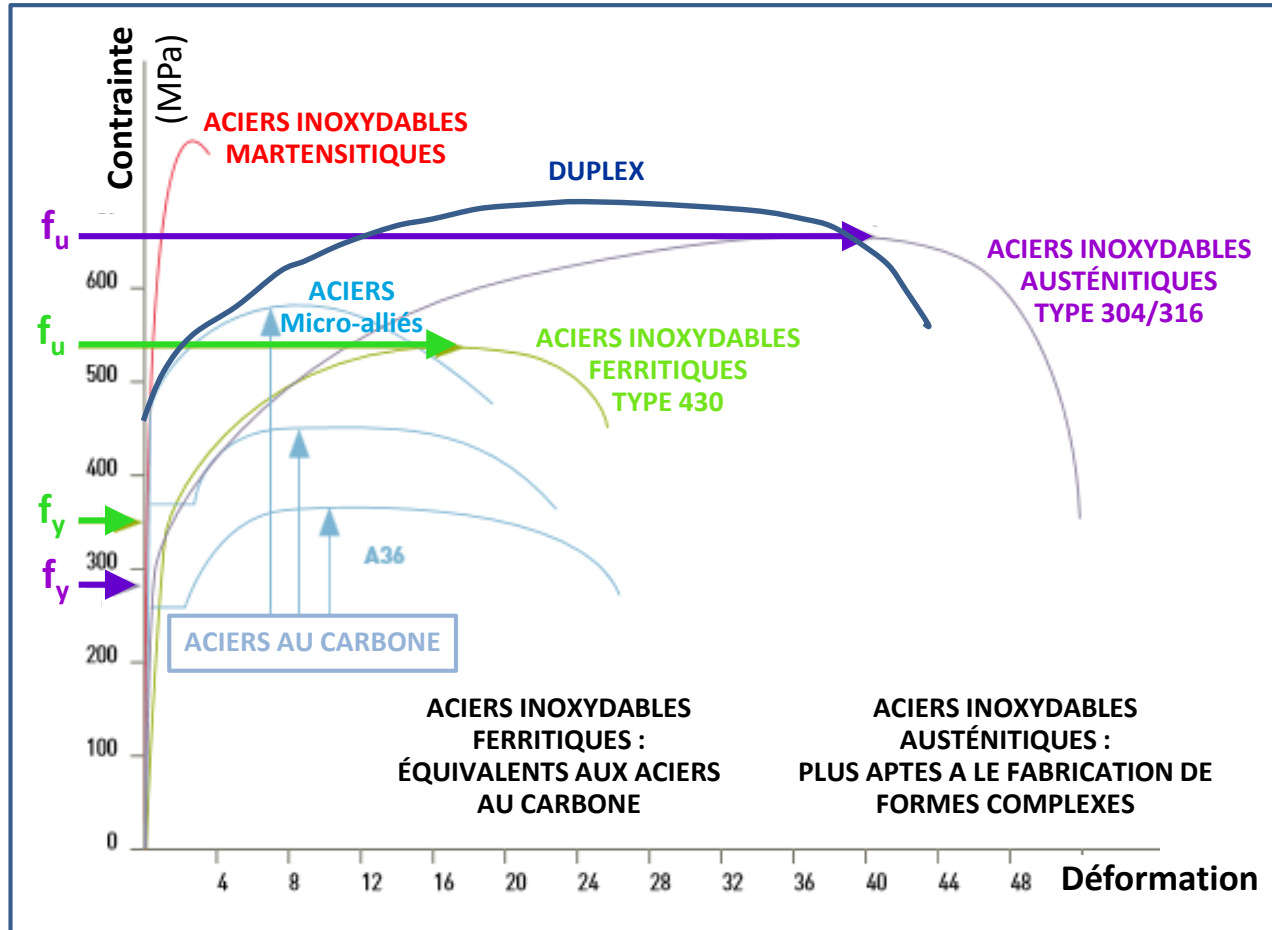
Des caractéristiques mécaniques couvrant un large domaine allant de

- Haute résistance mécanique et faibles allongement

jusqu'à

- Faible résistance mécanique et de très grands allongements

# Comparaison entre les aciers au carbone et les aciers inoxydables

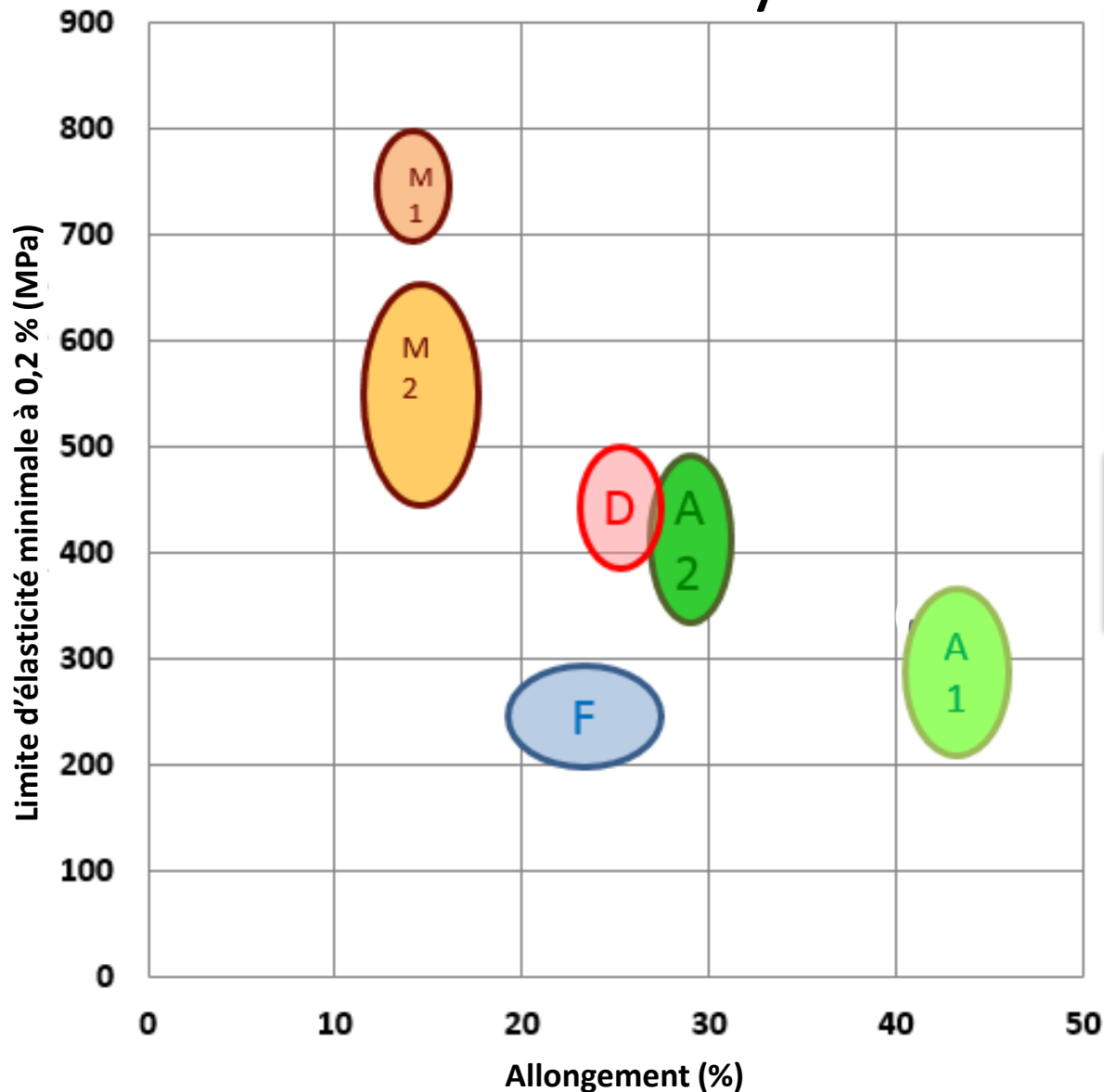


La résistance mécanique des aciers inoxydables est similaire à celle des aciers au carbone



# Propriétés mécaniques des aciers inoxydables<sup>3-7</sup>

Actualisé !



M : Martensitiques\*  
Nuances M1 : C-Cr-Ni  
Nuances M2 : C-Cr

D : Duplex\*\*

F : Ferritiques\*\*

A : Austénitiques

A1 : Austénitiques recuits\*\*

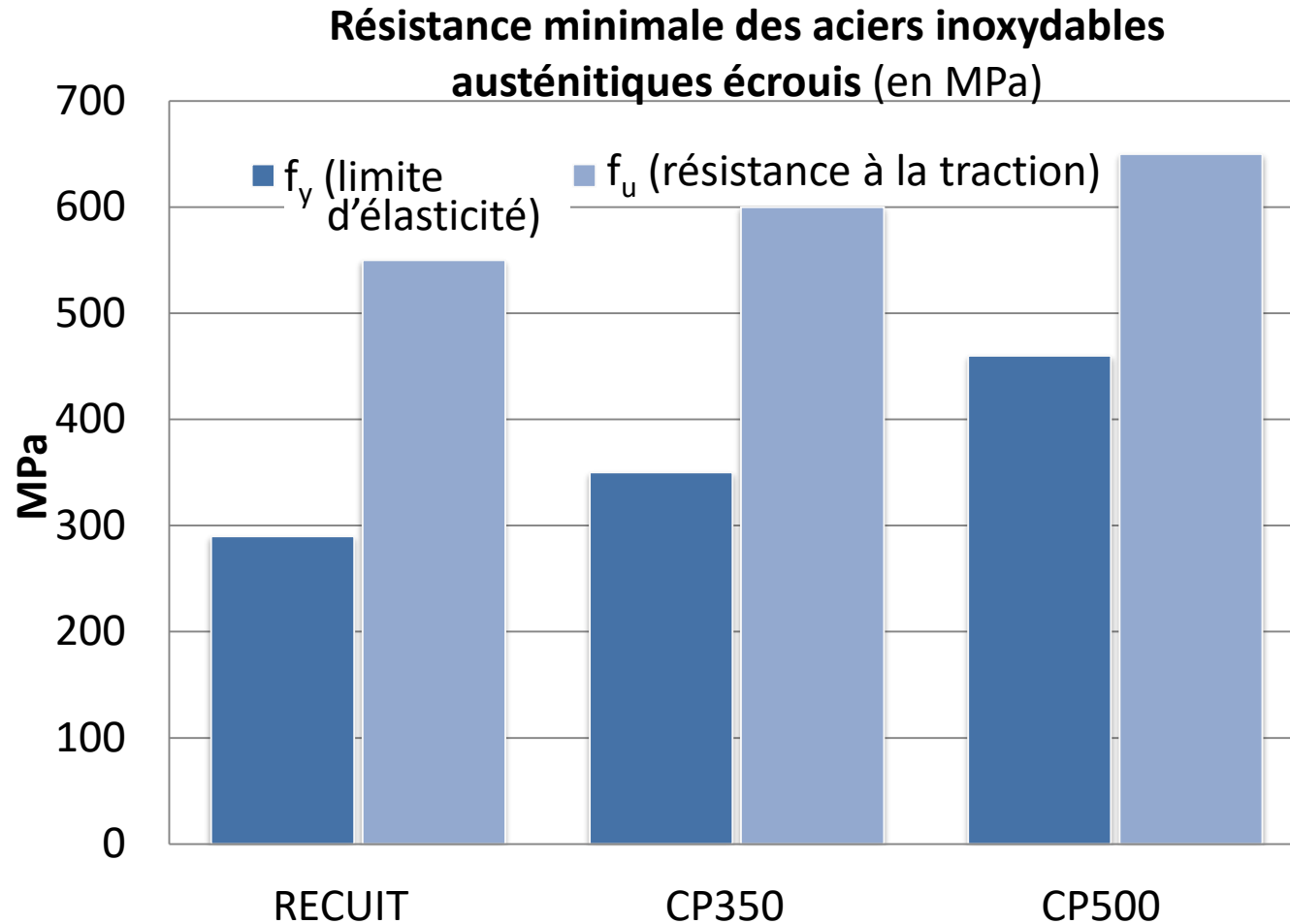
A2 : Austénitiques écrouis\*\*\*

Selon norme

\* EN 10088-3 (traités thermiquement)

\*\* EN 10088-2 (recuit)

\*\*\* EN 10088-2 (écroui)

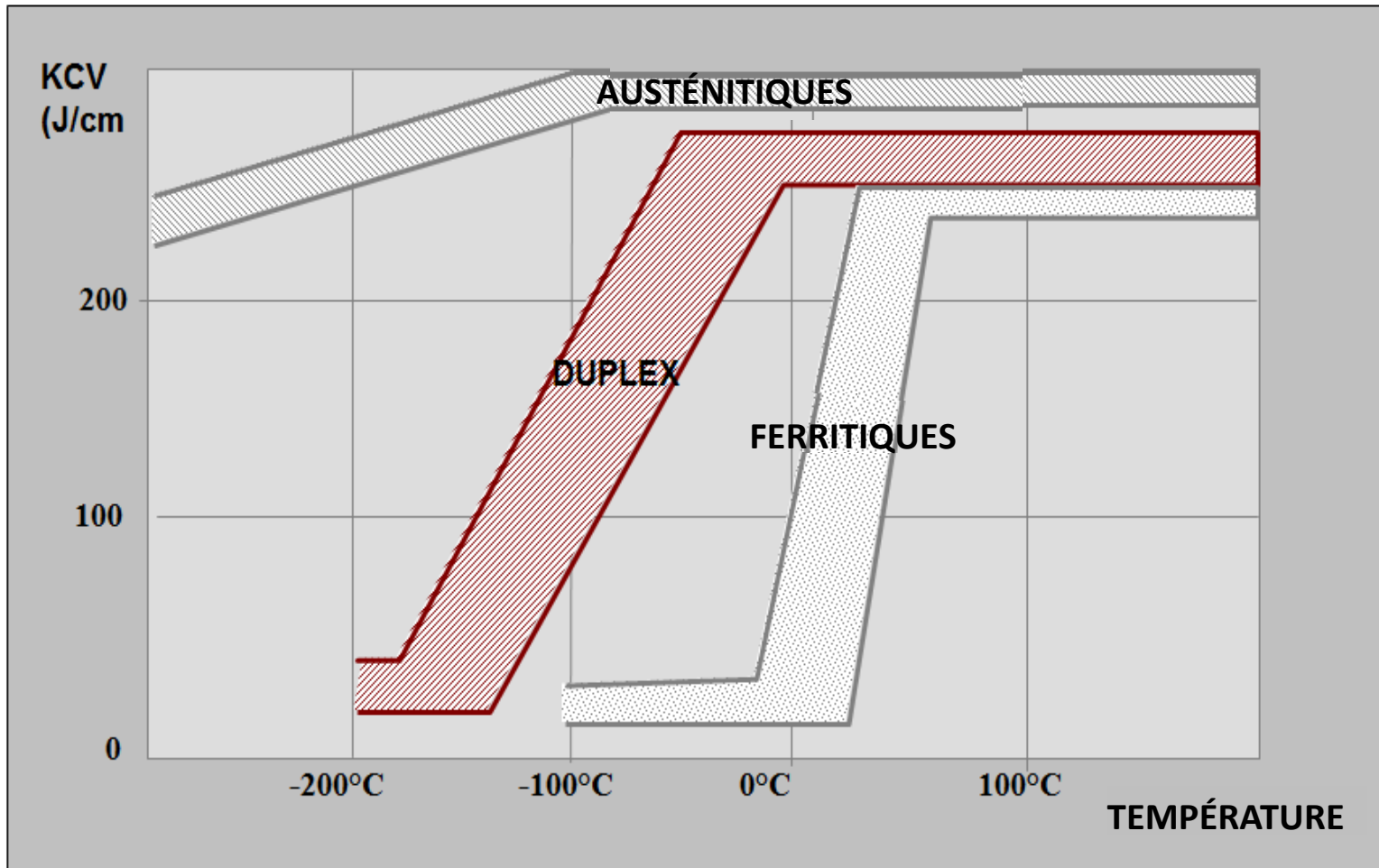


## Augmentation de la résistance mécanique par écrouissage<sup>7</sup>

Les nuances d'acier inoxydable à haute résistance obtenues par écrouissage offrent un grand potentiel pour de futurs développements.

Pour les applications structurales, voir le Module 7

De nombreuses données expérimentales sont disponibles dans la référence 8.



## Résistance au choc (essai Charpy) des aciers inoxydables (réf. 8)

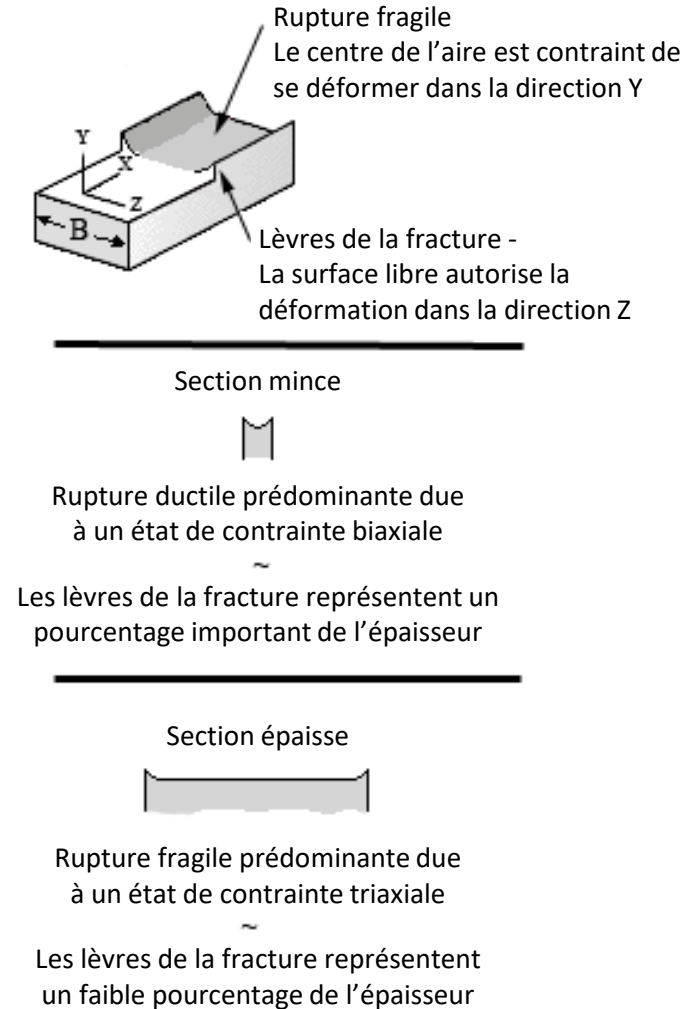
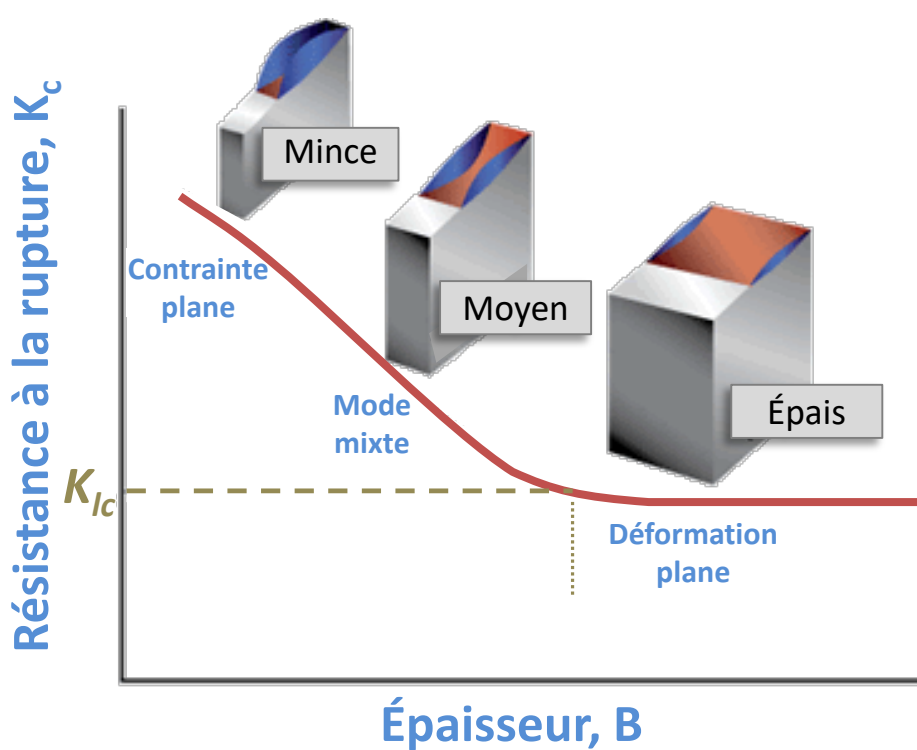
Note : Ces courbes sont obtenues pour des produits épais (barres ou plaques)

Les produits minces possèdent une plus grande ténacité.

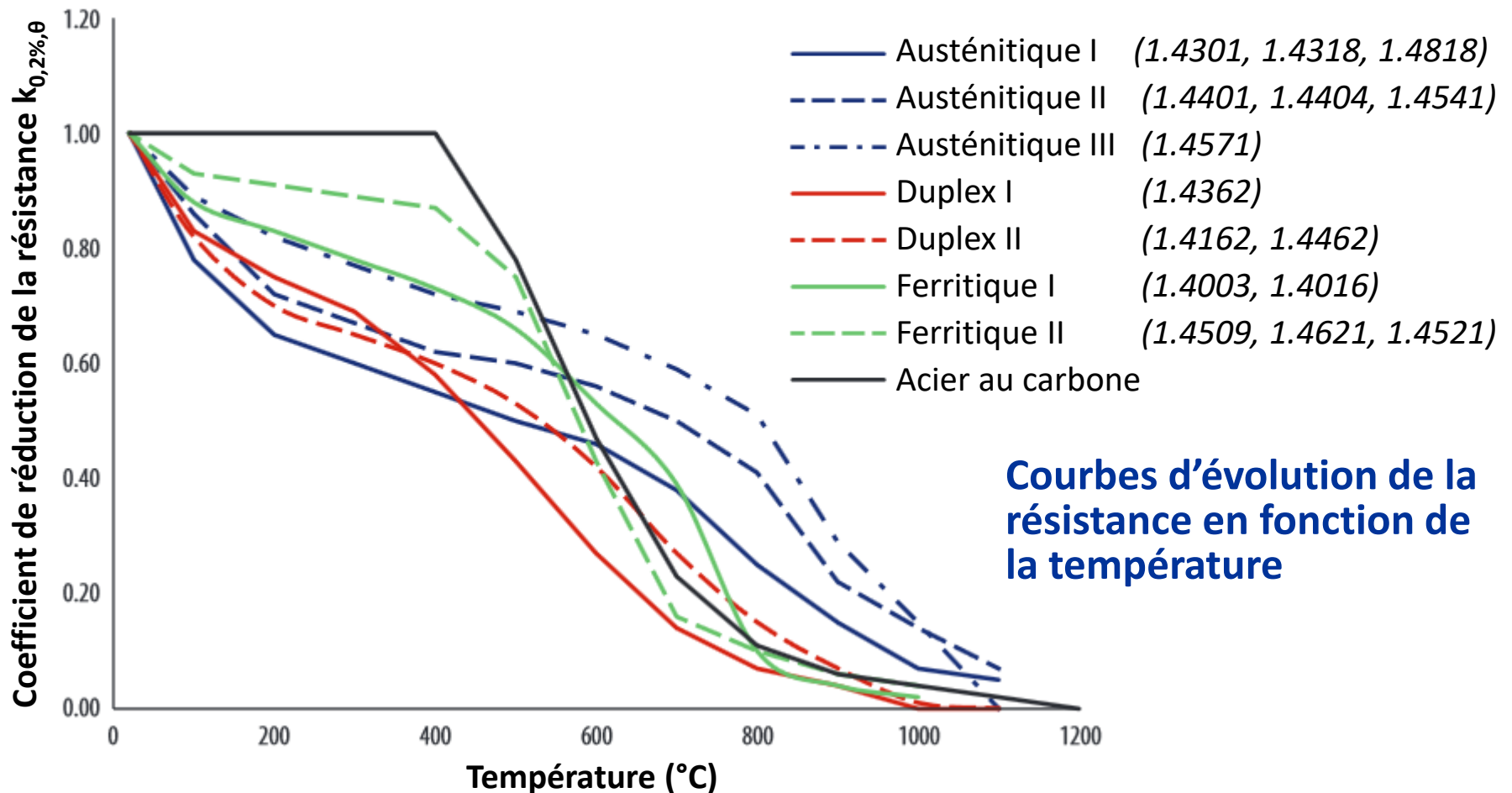
En conséquence, les nuances ferritiques peuvent être utilisées en construction sous la forme de tôles minces mais pas en tôles épaisses ou en barres.

# Mécanique de la rupture

## Effet de l'épaisseur sur la résistance à la rupture (voir aussi réf. 9, figure 5)

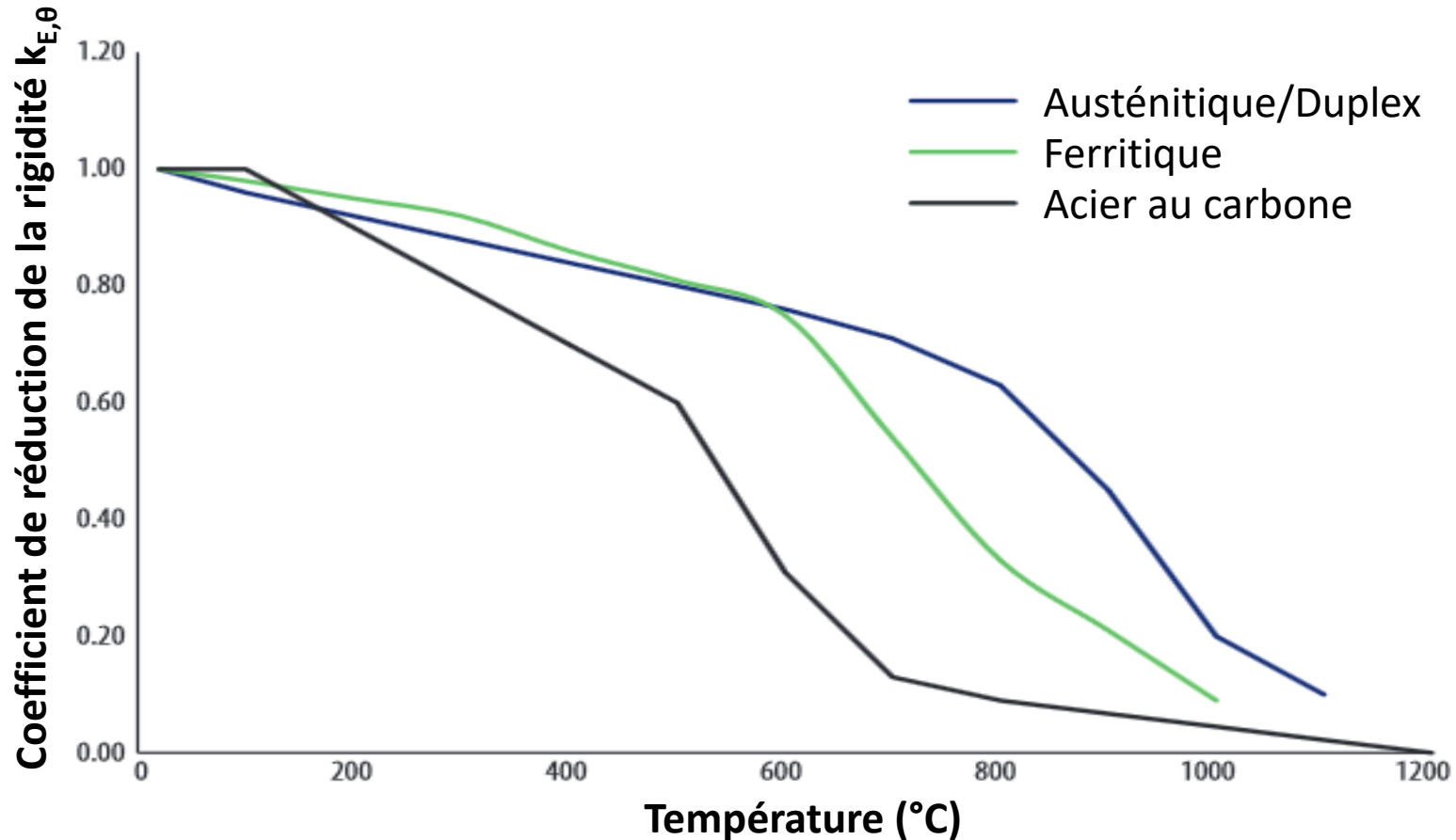


# Résistance au feu<sup>9-10</sup>



Les aciers inoxydables austénitiques offrent un coefficient de réduction de la résistance bien plus élevé que celui des aciers au carbone au-delà de 500°C

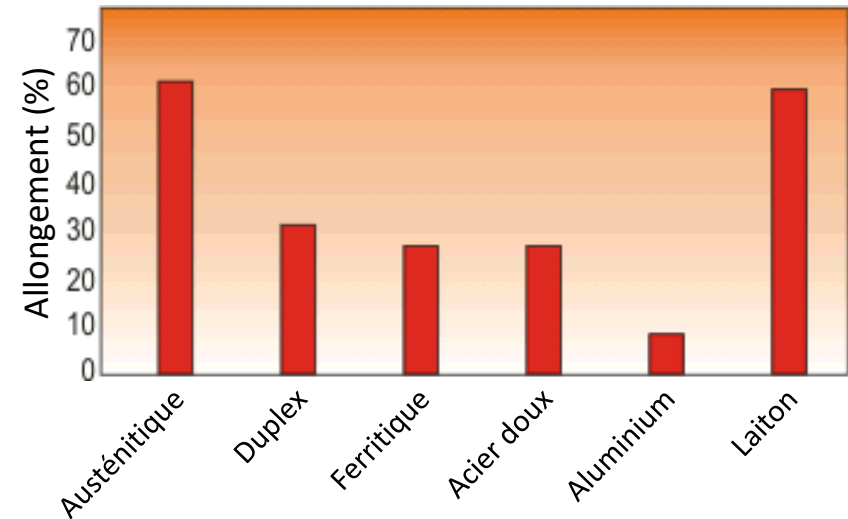
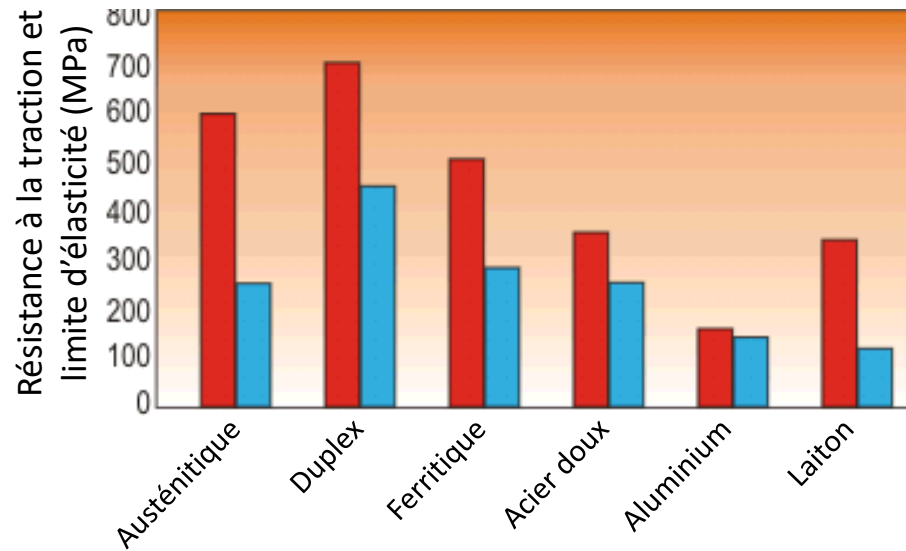
# Résistance au feu<sup>9-10</sup>



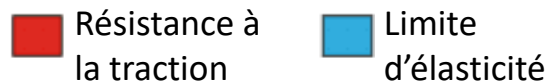
## Courbes d'évolution de la rigidité en fonction de la température

Les aciers inoxydables offrent un coefficient de réduction de la rigidité bien plus élevé que celui des aciers au carbone au-delà de 300°C

# Comparaison des caractéristiques de traction de différents alliages



Légende



Les aciers inoxydables présentent des caractéristiques en traction plus élevées que l'acier doux, l'aluminium et le laiton. Les nuances Duplex offrent un excellent rapport résistance/ductilité

# Références et sources

1. [http://www.engineeringtoolbox.com/young-modulus-d\\_417.html](http://www.engineeringtoolbox.com/young-modulus-d_417.html)
2. [https://www.worldstainless.org/Files/issf/non-image-files/PDF/ISSF\\_Martensitic\\_Stainless\\_Steels.pdf](https://www.worldstainless.org/Files/issf/non-image-files/PDF/ISSF_Martensitic_Stainless_Steels.pdf)
3. [https://www.worldstainless.org/Files/issf/non-image-files/PDF/ISSF\\_The\\_Ferritic\\_Solution\\_French.pdf](https://www.worldstainless.org/Files/issf/non-image-files/PDF/ISSF_The_Ferritic_Solution_French.pdf)
4. [http://www.imoa.info/download\\_files/stainless-steel/Duplex\\_Stainless\\_Steel\\_3rd\\_Edition.pdf](http://www.imoa.info/download_files/stainless-steel/Duplex_Stainless_Steel_3rd_Edition.pdf)
5. [https://www.worldstainless.org/Files/issf/non-image-files/PDF/Euro\\_Inox/Tables\\_TechnicalProperties\\_EN.pdf](https://www.worldstainless.org/Files/issf/non-image-files/PDF/Euro_Inox/Tables_TechnicalProperties_EN.pdf)
6. <http://www.steel-stainless.org/designmanual>
7. <http://bookshop.europa.eu/en/structural-design-of-cold-worked-austenitic-stainless-steel-pbKINA21975/?CatalogCategoryID=w2wKABst3XAAAAEjfJEY4e5L>
8. Source of the graph: Ugitech (<http://www.ugitech.com/>)
9. <http://www.steel-stainless.org/media/1187/safss-01-04.pdf>
10. Source: « Stainless steels in Fire » European Union report EUR 23745 EN, 2009 (<http://bookshop.europa.eu/en/stainless-steel-in-fire-pbKINA23745/?CatalogCategoryID=w2wKABst3XAAAAEjfJEY4e5L>)
11. <https://www.imoa.info/molybdenum-uses/molybdenum-grade-stainless-steels/duplex-stainless-steel.php>
12. <http://www.bssa.org.uk/topics.php?article=111>



Merci !