

Cours de structures en métal

TGC 10, chapitre 3:
Acier : caractéristiques

**MARCEGAGLIA SAN GIORGIO DI NOGARO RL**

via Enrico Fermi, 33 - 33058 S.GIORGIO DI NOGARO -Udine - Italy - Tel. 0431/624111 - Fax 0431/624222

Sede legale e amministrativa :via Bresclani, 16 - Gazoldo degli Ippoliti - Mantova - Italy -

CERTIFICATO DI COLLAUDO / INSPECTION CERTIFICATE (EN 10204/92 3.1B)

CLIENTE / CUSTOMER : LUDWIG STAHL AG
 INDIRIZZO / ADDRESS : TWS GEWERBEZENTRUM POSTFACH
 CAP. CITTA' / TOWN : 8370 SIRMACH CH
 N° ORDINE / ORDER No : 105582

Na. ORDINE / MILL ORDER: 484633

PRODOTO : LAMIERE IN ACCIAIO LAMINATE A CALDO - HOT ROLLED STEEL PLATES
 STANDARD : EN 10025, EN 10029

N° CERTIFICATO / CERTIFICATE No : 013270

Data: 27/02/02

QUALITA' QUALITY	ID.LAMIERA ID.PLATE	DIMENSIONI DIMENSIONS			Fogli Fishes	N° COLATA HEAT No	ANALISI CHIMICA CHEMICAL COMPOSITION										CARATTERISTICHE MECCANICHE MECHANICAL TEST				
							C %	Mn %	Si %	S %	P %	Cr %	Ni %	Cu %	Al %	Mo %	CEQ %	Rm TS	ReH YP	A Elong.	Kv -20 °C J
S355J2G3	36972	15	2000	6000	7	1107372	0,16	1,49	0,32	0,009	0,020	0,05	0,02	0,03	0,040			529	364	28,0	51
S355J2G3	36408	25	2000	8000	4	215157	0,20	1,45	0,21	0,015	0,027	0,030	0,010	0,010	0,033			542	369	28,5	47
S355J2G3	36849	30	2000	8000	1	315275	0,20	1,36	0,21	0,016	0,025	0,050	0,020	0,200	0,023			537	356	27,0	40
S355J2G3	36980	30	2000	8000	1	215182	0,21	1,39	0,23	0,011	0,022	0,040	0,020	0,020	0,043			540	359	27,0	40

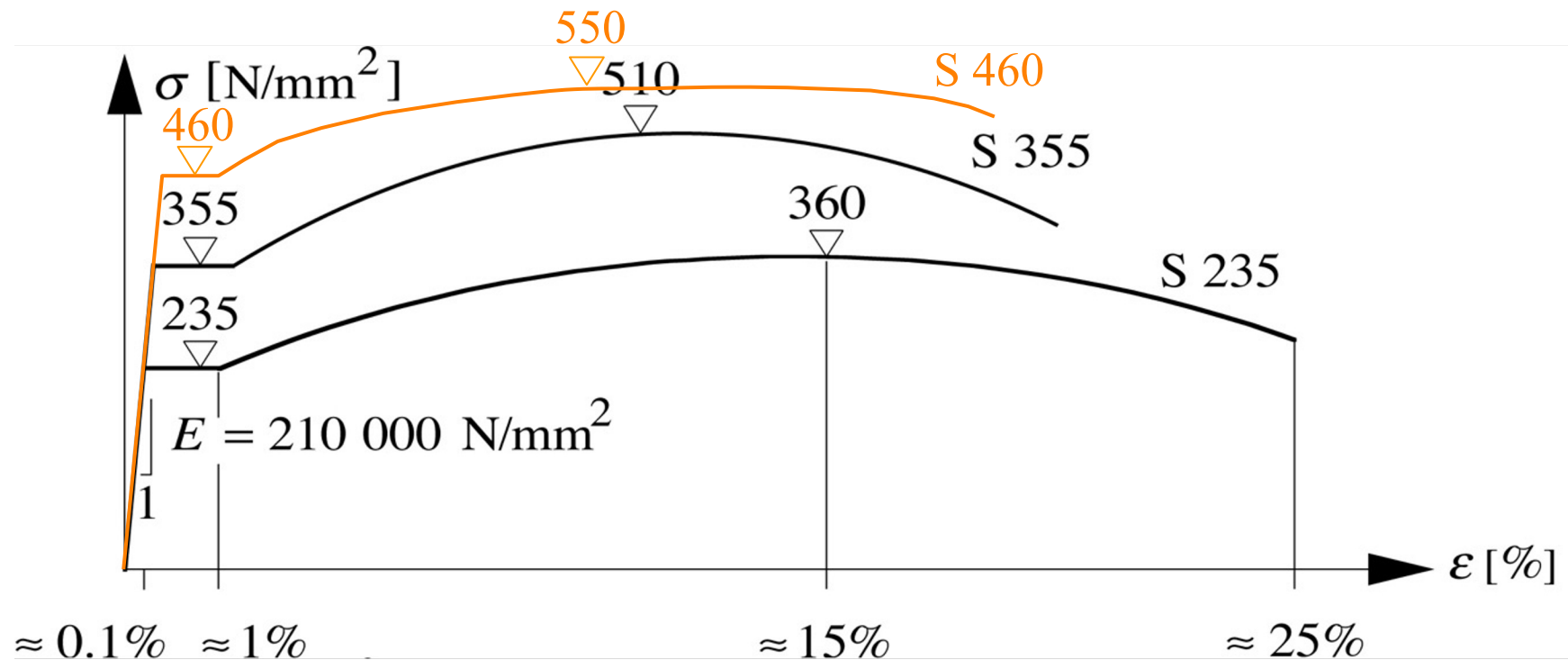
DEBRUNNER TAVELLI SA

Exemple de certificat de contrôle de réception

SI CERTIFICA CHE IL PRODOTTO SOPRAELENCATO E' CONFORME ALLE PRESCRIZIONI DELL'ORDINE.
 WE HEREBY CERTIFY THAT THE ABOVE MENTIONED MATERIAL IS CONFORM TO THE QUALITY SPECIFIED.

Pagina 1 di 1	GEMAESS UHF-ZEICHEN MM1901719a - LGA	MARCEGAGLIA SAN GIORGIO DI NOGARO S.R.L. CONTROLLO QUALITA' <i>Luigi</i>	AVVISO DI SPEDIZIONE : SHIPPING NOTICE	730497 del 20/02/02
---------------	--------------------------------------	--	---	---------------------

Fig. 3.17: Courbes types, traction S235, S355 et S460



Propriétés physiques et mécaniques (SIA 263: 2013, § 3.2.2)

Valeurs caractéristiques

Pour les propriétés physiques des aciers de construction et dans les conditions usuelles de température, les valeurs ci-après serviront de base pour les calculs:

- masse volumique $\rho_a = 7850 \text{ kg/m}^3$
- module d'élasticité $E = 210 \text{ kN/mm}^2$
- module de glissement $G = 81 \text{ kN/mm}^2$
- coefficient de Poisson $\nu = 0,3$.

Le coefficient de dilatation thermique est fonction de la température. Toutefois, dans le domaine $-100^\circ\text{C} \leq \theta \leq 200^\circ\text{C}$, on peut en général calculer avec une valeur constante de $\alpha_T = 10 \cdot 10^{-6}/^\circ\text{C}$.

Dans des cas spéciaux, on peut recourir à l'approximation suivante:

$$\alpha_T = (11,2 + 0,01\theta) 10^{-6}/^\circ\text{C} \quad \text{valable pour } -100^\circ\text{C} \leq \theta \leq 700^\circ\text{C}.$$

SIA 263, organisation

1. Terminologie
2. Principes
3. Matériaux
4. Analyse structurale et dimensionnement
5. Éléments de construction
6. Assemblages
7. Exécution

Annexes

- A. Choix de la qualité
- B. Moment critique de déversement élastique
- C. Echauffement des éléments en cas d'incendie
- D. à F.

Les normes SIA 260 à
SIA 264 sont à disposition
sur Moodle

Valeurs caractéristiques de la résistance (§ 3.2.2.3)

Le tableau 1 contient les valeurs caractéristiques de la limite d'élasticité f_y de la limite d'élasticité en cisaillement τ_y et de la résistance à la traction f_u normalement utilisées pour les vérifications.

Nuance d'acier	Epaisseur t					
	$t \leq 40$ mm			40 mm $< t \leq 100$ mm		
	f_y	τ_y	f_u	f_y	τ_y	f_u
S 235	235	135	360	215	124	340
S 275	275	160	430	255	147	410
S 355	355	205	510	335	193	490
S 460	460	265	550	430	248	530

Pour des calculs plus précis, on peut utiliser les valeurs fournies dans SN EN 10025, SN EN 10137 et SN EN 10155, et, pour les profilés creux, SN EN 10210 et SN EN 10219.

Système international de désignation EN SN 10027

Groupes d'acier

- S aciers de construction métallique
- P aciers pour appareils à pression
- L aciers pour tubes de conduite
- E aciers de construction mécanique
- B aciers d'armature pour béton armé
- Y aciers pour béton précontraint
- R aciers pour rails
- C aciers au carbone

Groupes d'acier

S aciers de construction métallique
P aciers pour appareils à pression
L aciers de construction mécanique
E aciers d'armature pour béton armé
B aciers pour béton précontraint
Y aciers pour rails
C aciers au carbone

Propriétés mécaniques

S... valeur min. de la limite d'élasticité N/mm²
P... valeur min. de la limite d'élasticité N/mm²
L... valeur min. de la limite d'élasticité N/mm²
E... valeur min. de la limite d'élasticité N/mm²
B... valeur min. de la limite d'élasticité N/mm²
Y... valeur min. de la limite d'élasticité N/mm²
R... valeur min. de la limite d'élasticité N/mm²
C... valeur min. de la limite d'élasticité N/mm²

Qualités d'acier

27J	40J	60J	°C
JR	KR	LR	+20
J0	K0	L0	0
J2	K2	L2	-20
J3	K3	L3	-30
J4	K4	L4	-40
J5	K5	L5	-50
J6	K6	L6	-60

Propriétés physiques
(pour le groupe d'aciers S)

C formage à froid spécial
D galvanisation
F émaillage
L forgeage
M basse température de service
N formage thermomécanique
P normalisé ou laminage normalisant
Q pour palplanches
S trempé et revenu
T construction navale
W pour tubes
an résistant à la corrosion atmosphérique
an symbole chimique de l'élément d'alliage spécifié

Exigences spéciales
(pour le groupe d'aciers S)

C gros grains
F grains fins
H trempabilité
Z15 propriétés garanties dans le sens de l'épaisseur (striction minimale 15%)
Z25 " (striction minimale 25%)
Z35 " (striction minimale 25%)

Type de revêtement (sélection)
(pour le groupe d'aciers S)

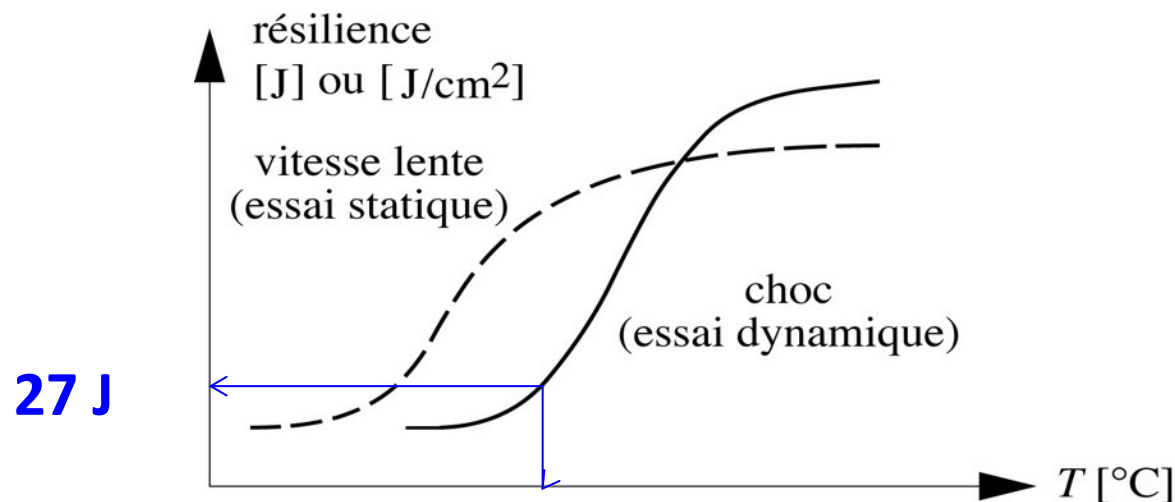
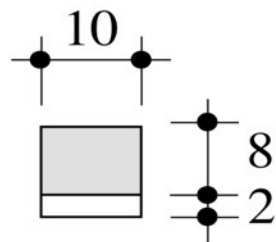
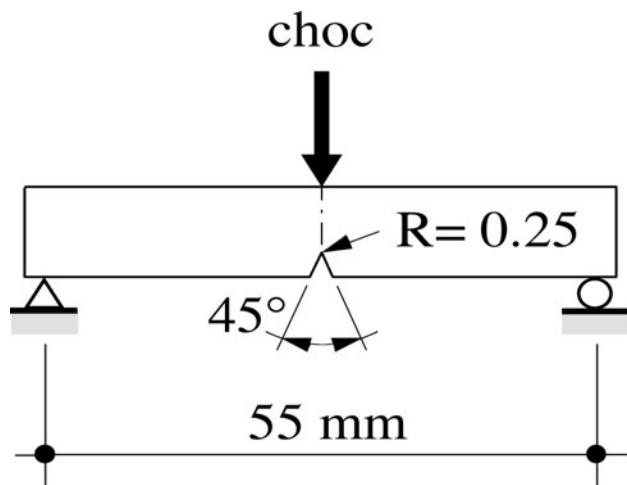
A revêtement d'aluminium par immersion à chaud
CU revêtement de cuivre
IC revêtement inorganique
OC revêtement organique
S étamé
SE revêtement électrolytique d'étain
Z galvanisation
ZE revêtement électrolytique de zinc
ZN revêtement électrolytique ZnNi

Traitement (sélection)
(pour le groupe d'aciers S)

A recuit d'adoucissement
C écroui à froid
CR laminé à froid
U non traité

S 355 JR + N W Z15 IC U

Fig. 3.19 et 3.20: Essai de résilience (Charpy V)



27 J

Système international de désignation EN SN 10027

Propriétés mécaniques « qualité » (valeurs min. de résilience en Joules)

27J	40J	60J	° C
JR	KR	LR	+20
JO	KO	LO	0
J2	K2	L2	-20
J3	K3	L3	-30
J4	K4	L4	-40
J5	K5	L5	-50
J6	K6	L6	-60

Groupes d'acier

S
P
L
E
B
V
R
C

aciers de construction métallique
aciers pour appareils à pression
aciers de construction mécanique
aciers d'armature pour béton armé
aciers pour béton précontraint
aciers pour rails
aciers au carbone

Propriétés mécaniques

S... valeur min. de la limite d'élasticité N/mm²
P... valeur min. de la limite d'élasticité N/mm²
L... valeur min. de la limite d'élasticité N/mm²
E... valeur min. de la limite d'élasticité N/mm²
B... valeur min. de la limite d'élasticité N/mm²
Y... valeur min. de la limite d'élasticité N/mm²
R... valeur min. de la limite d'élasticité N/mm²
C... valeur min. de la limite d'élasticité N/mm²

Qualités d'acier

27J	40J	60J	°C
JR	KR	LR	+20
JO	KO	LO	0
J2	K2	L2	-20
J3	K3	L3	-30
J4	K4	L4	-40
J5	K5	L5	-50
J6	K6	L6	-60

Propriétés physiques
(pour le groupe d'aciers S)

C
D
L
M
N
O
Q
S
T
W
an

formage à froid spécial
galvanisation
émaillage
forgeage
basse température de service
formage thermomécanique
normalisé ou laminage normalisant
pour palplanches
trempé et revenu
construction navale
pour tubes
résistant à la corrosion atmosphérique
symbole chimique de l'élément d'alliage spécifié

Exigences spéciales
(pour le groupe d'aciers S)

C
F
H
Z15
Z25
Z35

gross grains
grains fins
trempeabilité
propriétés garanties dans le sens de l'épaisseur
(striction minimale 15%)
" (striction minimale 25%)
" (striction minimale 25%)

Type de revêtement (sélection)
(pour le groupe d'aciers S)

A
CU
IC
OC
SE
Z
ZNE
ZN

revêtement d'aluminium par immersion à chaud
revêtement de cuivre
revêtement inorganique
revêtement organique
étamé
revêtement électrolytique d'étain
galvanisation
revêtement électrolytique de zinc
revêtement électrolytique ZnNi

Traitement (sélection)
(pour le groupe d'aciers S)

A
C
CR
U

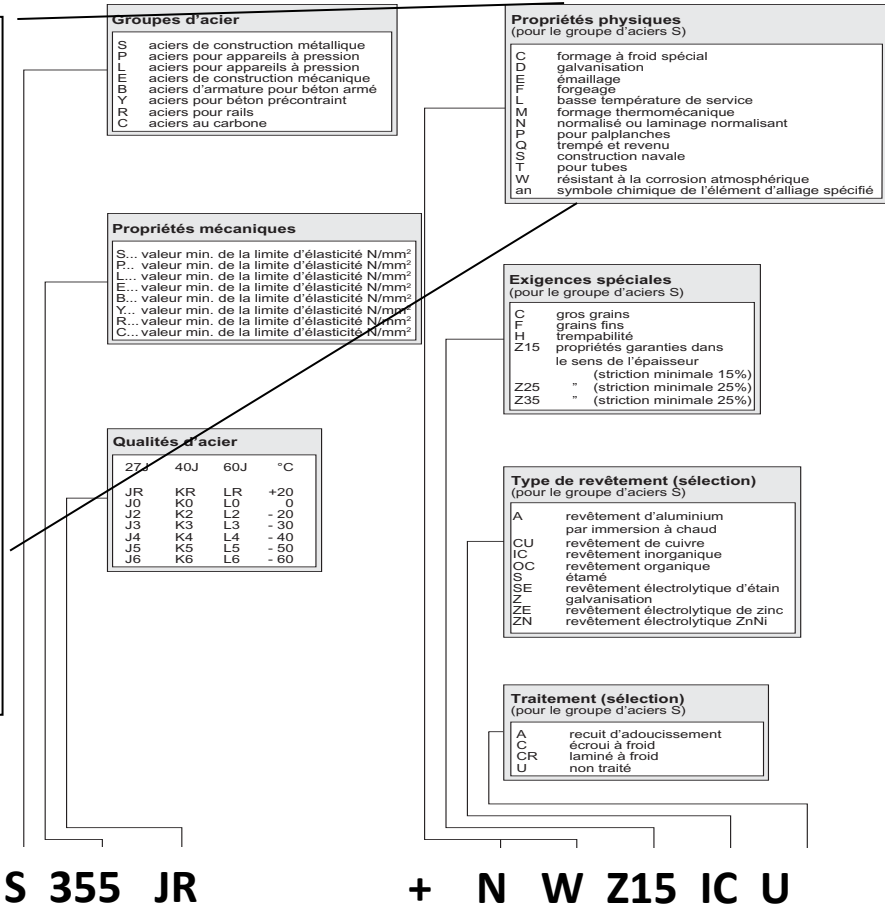
recuit d'adoucissement
écroui à froid
laminé à froid
non traité

S 355 JR + N W Z15 IC U

Système international de désignation EN SN 10027

Propriétés physiques, groupe 1 (pour le groupe d' aciers S)

- ... L basse température de service
- M formage thermomécanique
- N laminé ou laminage normalisant
- ... Q trempé et revenu
- ... W résistant à la corrosion atmosph.



Système international de désignation EN SN 10027

Exigences spéciales

(pour le groupe d'aciers S)

C gros grains

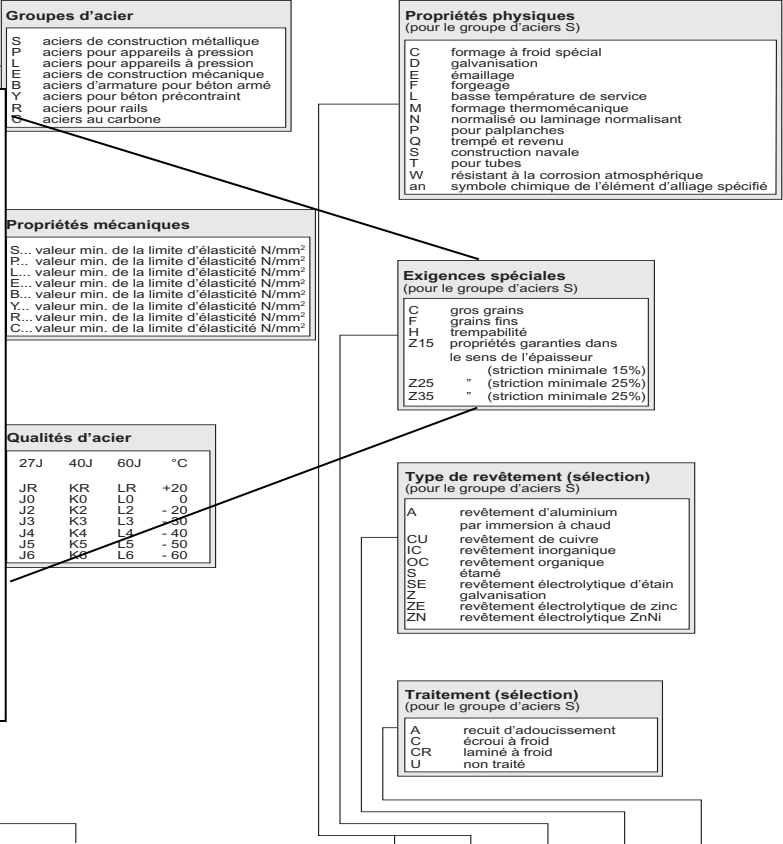
F grains fins

H trempabilité

Z15 propriétés garanties dans le sens de l'épaisseur (striction minimale 15%)

Z25 " (striction minimale 25%)

Z35 " (striction minimale 35%)



S 355 JR + N W Z15 IC U

Choix de la qualité de l'acier dépend

- de la température
- de l'épaisseur des pièces
- des sollicitations (cycliques, vitesse de chargement, ...)

=> du domaine d'application des pièces (SIA 263) :

SC1 : éléments sous chargement essent. statique
(par ex. bâtiments)

SC2: variation de charges fréquentes

éléments soudés


contraintes de traction

(par ex. ponts roulants, ponts-route ou -rail)

Pont Hasselt,
Belgique, 1938

Exemple utilisant SIA 263, Annexe A : Epaisseurs maximales admissibles

Pont-rail en acier S 355

$t_{\max} = 75 \text{ mm}, T_{\min} < -10^{\circ} \text{ C}$ 

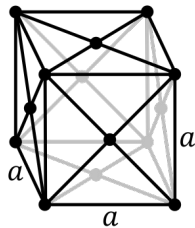
Température de service déterminante de l'élément de construction		$T_{\min} \geq 0^{\circ} \text{C}$		$0^{\circ} \text{C} > T_{\min} \geq -10^{\circ} \text{C}$		$T_{\min} < -10^{\circ} \text{C}$	
Catégories de service		SC1	SC2	SC1	SC2	SC1	SC2
Nuances d'aciers	S 235 JR	$t \leq 150$	$t \leq 40$	$t \leq 100$	$t \leq 30$	$t \leq 40$	—
	S 235 J0	250	100	250	85	180	60
	S 235 J2	250	140	250	120	250	85
	S 355 JR	40	—	30	—	20	—
	S 355 J0	120	80	80	65	60	45
	S 355 J2	250	110	180	90	150	65
	S 355 K2	250	120	250	100	250	80
	S 355 N	250	130	250	110	250	90
	S 355 NL	250	175	250	150	250	130
	S 460 N	180	50	150	40	100	30
	S 460 NL	250	150	250	100	250	70

Métaux de construction: aussi Aluminium

- **Léger:** 2.7 tonne/m^3
- **Résistant:** similaire aux aciers de construction (séries 6xxx, 7xxx, 2xxx)

$$f_y = 100 - 620 \text{ N/mm}^2, f_u = 300 - 700 \text{ N/mm}^2$$

- **Très déformable:** $E_{al} = 70'000 \text{ MPa}$, pas de palier d'écoul.
- **Ductile:** $\varepsilon_u > 20\%$ et pas de fragilité
- **Résistant à la corrosion:** couche d'alumine
- **Dimensionnement:** EN1999-1-1 : 2006 à EN1999-1-3 : 2006
- **Utilisation:** 35% construct., 30% câbles, 30% transports



ANNEXE: Processus d'élaboration de l'acier (2 filières)

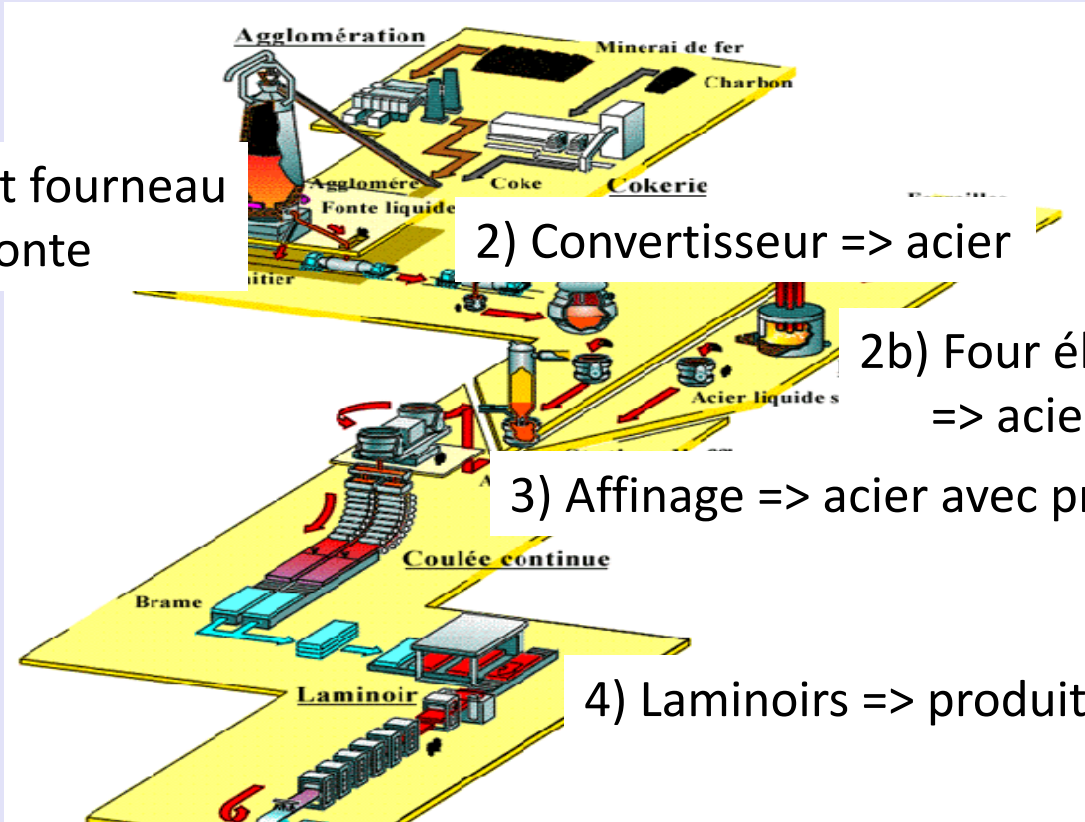
1) Haut fourneau
=> fonte

2) Convertisseur => acier

2b) Four électrique
=> acier en fusion

3) Affinage => acier avec propriétés définies

4) Laminoirs => produits semi-finis ou finis

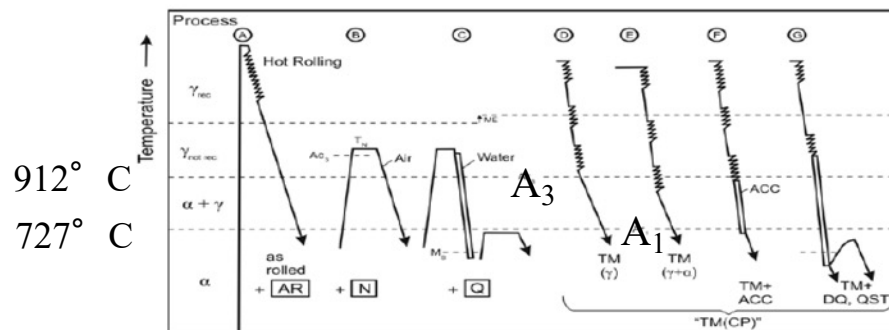


Complément: lire TGC10 § 3.2.1
et 3.2.2

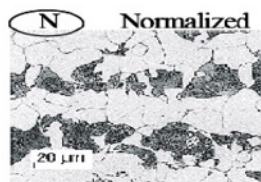
(source Arcelor)

ANNEXE: Traitements thermiques

Conditions de livraison

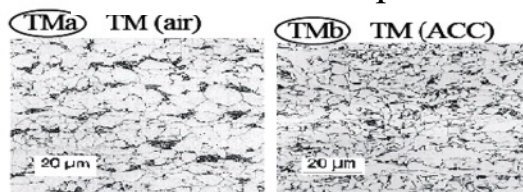


Normalisé
(recuit de régénération)



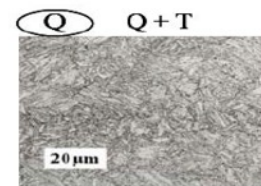
ferrite and pearlite

Thermo-mécanique



ferrite and pearlite,
(less carbon, finer grain size)

Trempé et revenu

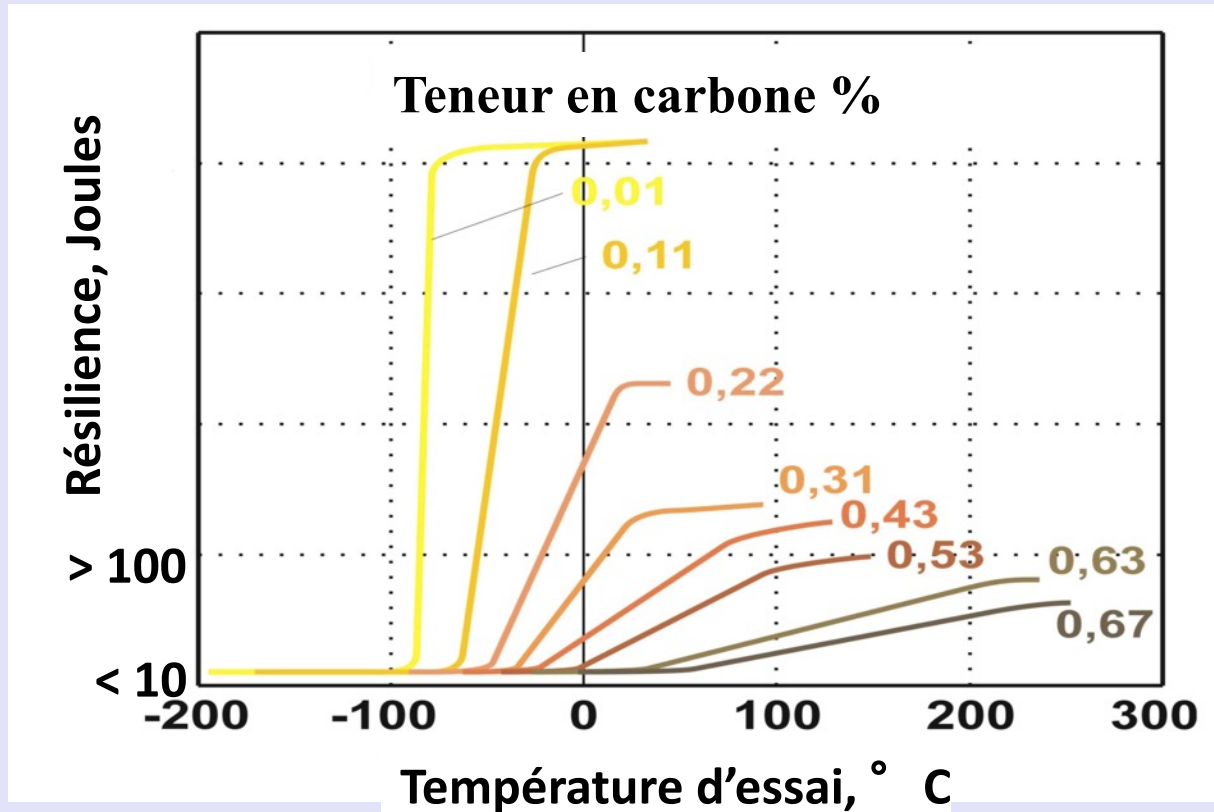


Tempered martensite

Source: **RWTH AACHEN**
STAHLBAU UNIVERSITY

Complément: lire TGC10 § 3.2.1
et 3.2.2

ANNEXE: Influence de C sur la résilience (ténacité)



Complément: lire TGC10 § 3.2.1
et 3.2.2

Source: Prof. Uwe Reinert, Univ. of Applied sciences, BREMEN
Prof. A. Nussbaumer