

Cours de structures en métal

TGC 10, chapitre 3:

Acier : caractéristiques



MARCEGAGLIA SAN GIORGIO DI NOGARO SRL

via Enrico Fermi, 33 - 33058 S.GIORGIO DI NOGARO -Udine - Italy - Tel. 0431/624111 - Fax 0431/624222
 Sede legale e amministrativa :via Bresciani, 18 - Gazzolo degli Ippoliti - Mantova - Italy -
CERTIFICATO DI COLLAUDO / INSPECTION CERTIFICATE (EN 10204/92 3.1B)

CLIENTE / CUSTOMER :	LUDWIG STAHL AG			PRODOTTO : LAMIERE IN ACCIAIO LAMINATE A CALDO - HOT ROLLED STEEL PLATES																
INDIRIZZO / ADDRESS :	TWS GEWERBEZENTRUM POSTFACH			STANDARD : EN 10025, EN 10029																
CAP. CITTÀ / TOWN :	8370 SIRNACH CH																			
N° ORDINE / ORDER No :	105582	N° ORDINE / MILL ORDER:	484633	N° CERTIFICATO / CERTIFICATE No :	013270	Data:	27/02/02													
ANALISI CHIMICA CHEMICAL COMPOSITION																				
QUALITÀ QUALITY	ID.LAMIERA ID.PLATE	DIMENSIONI DIMENSIONS		Fogli Plates	N° COLATA HEAT No	G %	Mn %	Si %	S %	P %	Cr %	Ni %	Cu %	Al %	Mo %	CEQ %	Rm TS	ReH YP	A Elong.	Ky -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	26,0	51	
S355J2G3	36408	25	2000	6000	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	6000	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	6000	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	

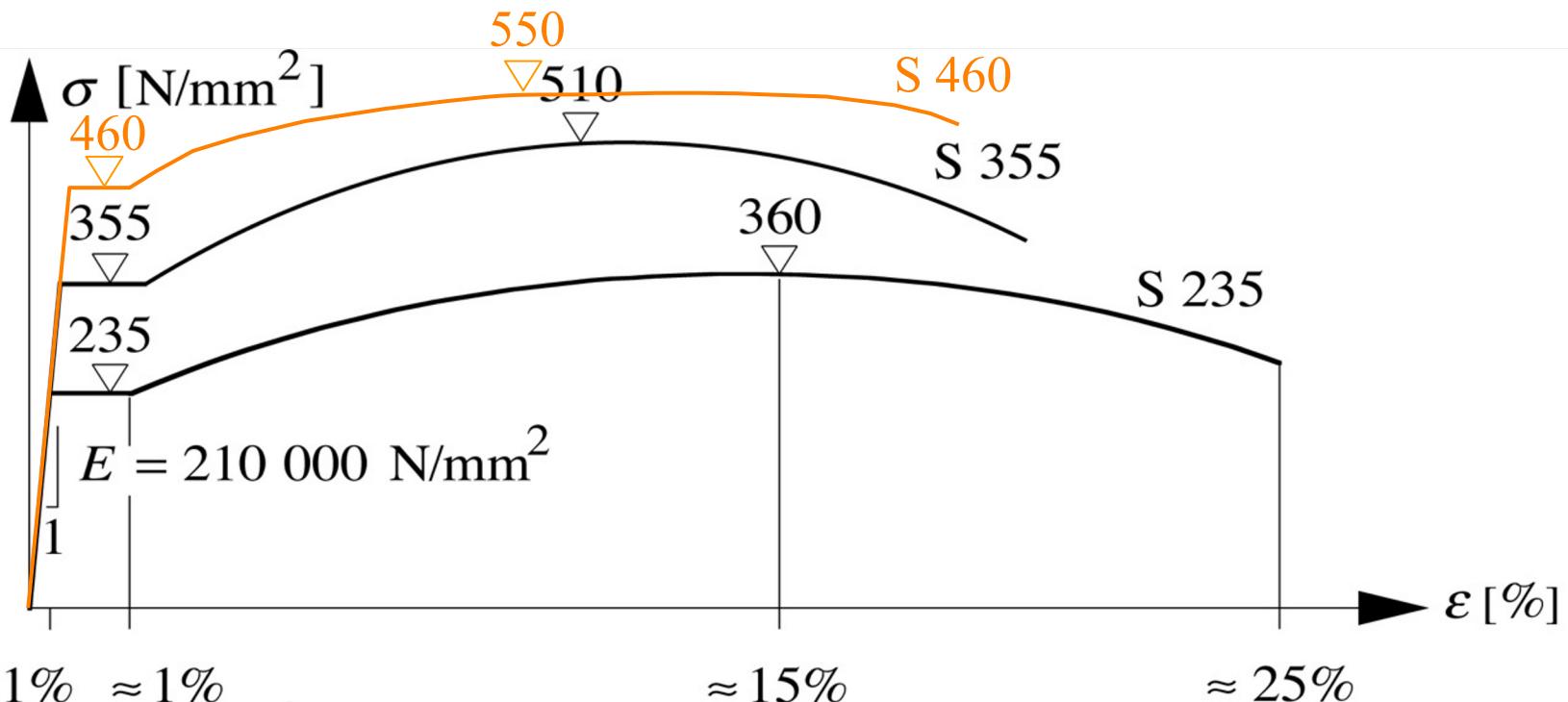
DEBRUNNER TAVELLI SA

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 UHP-ZEICHEN MM1901719a - LGA MARCEGAGLIA SAN GIORGIO DI NOGARO S.R.L. CONTROLO QUALITÀ	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:

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

1. Terminologie
2. Principes
3. Matériaux
4. Analyse structurale et dimensionnement
5. Eléments 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.

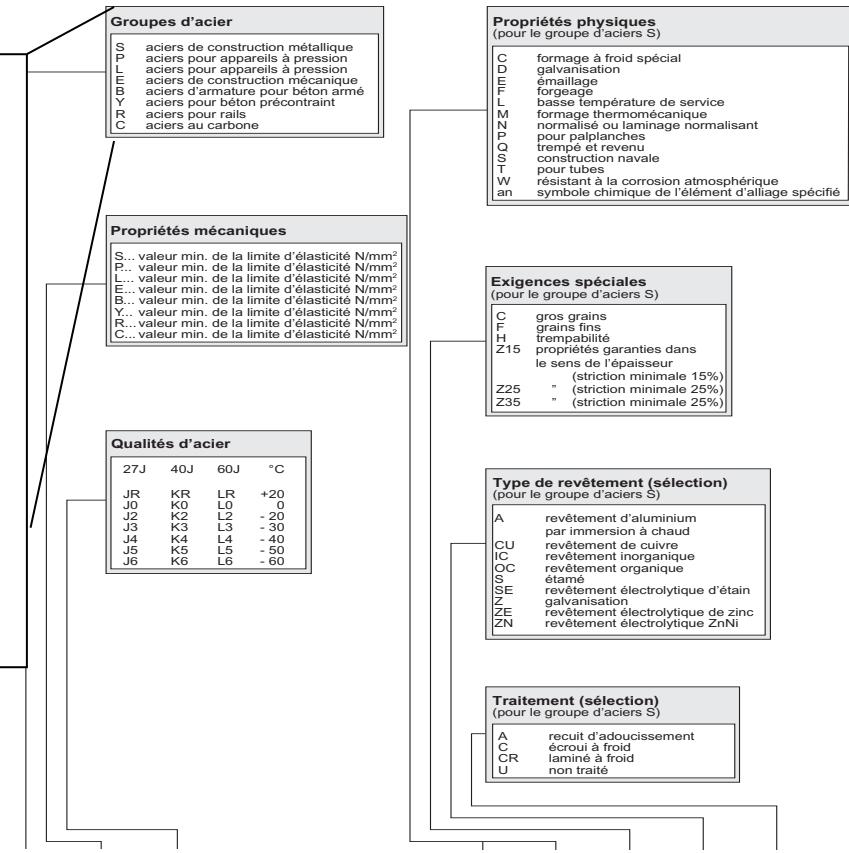
Nuance d'acier	Epaisseur t					
	$t \leq 40 \text{ mm}$			$40 \text{ mm} < t \leq 100 \text{ mm}$		
	f_y	τ_y	f_u	f_y	τ_y	f_u
S 235	235	135	360	215	124	340
S 275	275	160	430	255	147	410
S 355	355	205	510	335	193	490
S 460	460	265	550	430	248	530

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

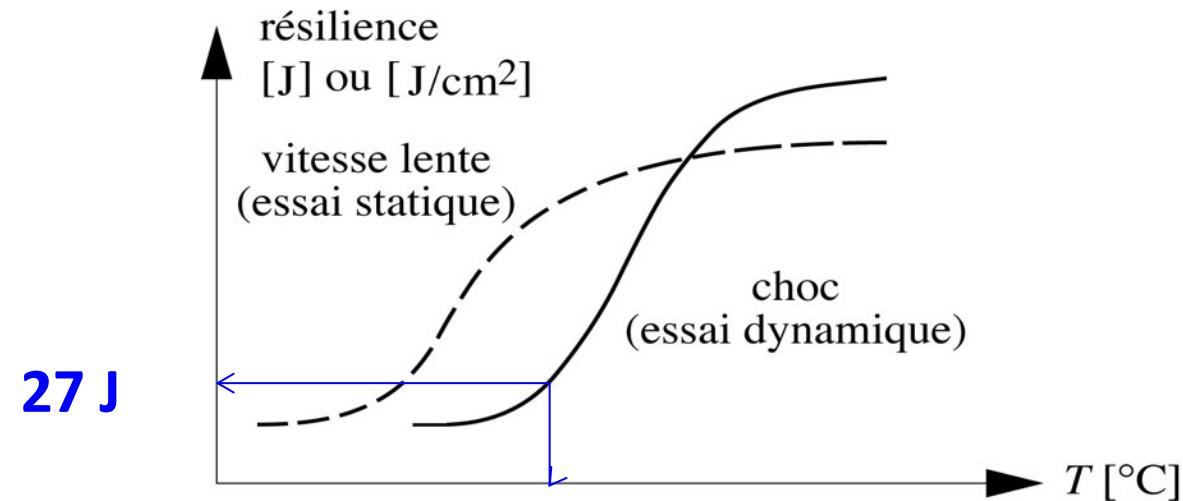
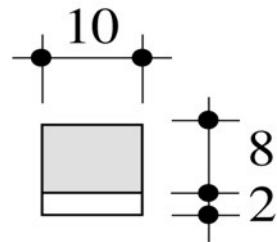
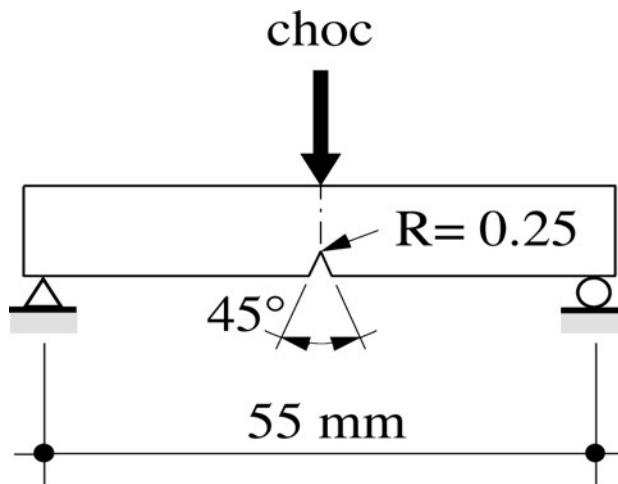
- S** aciers de construction métallique
- P** aciers pour appareils à pression
- L** aciers pour tubes de conduite
- E** aciers de construction mécanique
- B** aciers d' armature pour béton armé
- Y** aciers pour béton précontraint
- R** aciers pour rails
- C** aciers au carbone



S 355 JR

+ N W Z15 IC U

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



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	acières de construction métallique
P	acières pour appareils à pression
L	acières pour appareils à pression
E	acières de construction mécanique
B	acières de bâti pour béton armé
A	acières pour acier précontraint
R	acières pour rails
C	acières au carbone

Propriétés mécaniques	
S..	valeur min. de la limite d'élasticité N/mm ²
P..	valeur min. de la limite d'élasticité N/mm ²
L..	valeur min. de la limite d'élasticité N/mm ²
E..	valeur min. de la limite d'élasticité N/mm ²
B..	valeur min. de la limite d'élasticité N/mm ²
A..	valeur min. de la limite d'élasticité N/mm ²
R..	valeur min. de la limite d'élasticité N/mm ²
C..	valeur min. de la limite d'élasticité N/mm ²

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

S 355 JR

+ N W Z15 IC U

Propriétés physiques (pour le groupe d'acières S)	
C	formage à froid spécial
D	galvanisation
E	émaillage
F	trempage
G	base température de service
H	formage thermomécanique
I	normalisé ou laminage normalisant
M	pour palplanches
N	trempé et revenu
P	coulage au navet
Q	pour tubes
S	résistant à la corrosion atmosphérique
T	symbole chimique de l'élément d'alliage spécifié
W	
an	

Exigences spéciales (pour le groupe d'acières S)	
C	grosses grains
F	grains fins
H	compatibilité
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'acières S)	
A	revêtement d'aluminium par immersion à chaud
CU	revêtement de cuivre
IC	revêtement inorganique
OC	revêtement organique
SSE	étamé
SSZE	revêtement électrolytique d'étain galvanisation
ZN	revêtement électrolytique de zinc
ZNi	revêtement électrolytique ZnNi

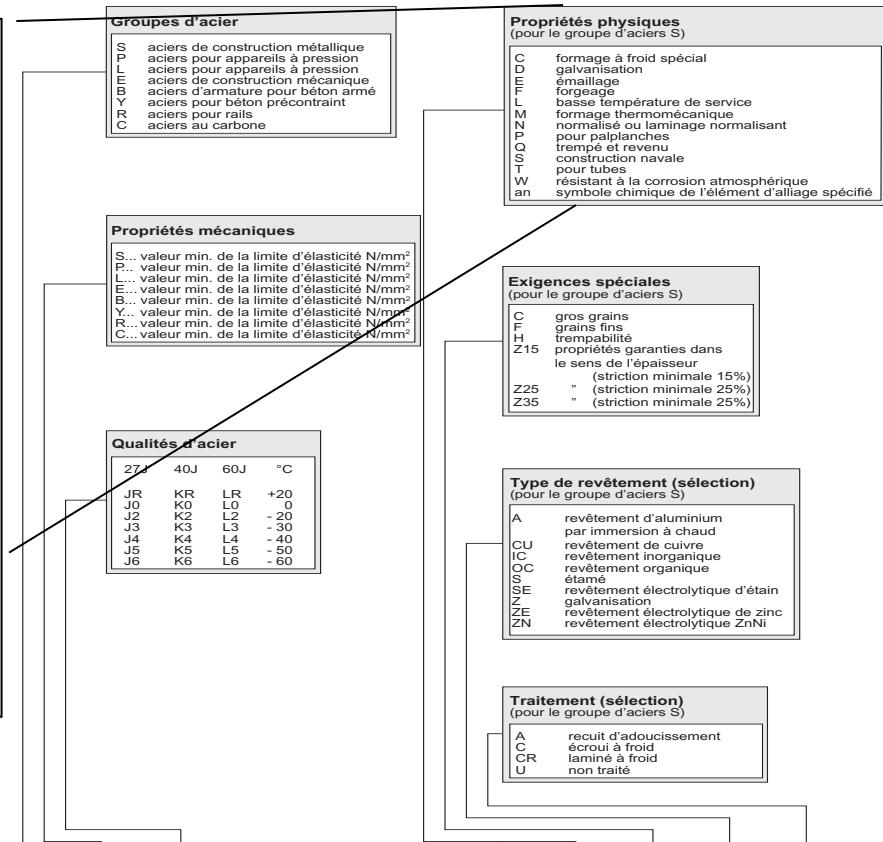
Traitement (sélection) (pour le groupe d'acières S)	
A	recuit d'adoucissement
C	écrou à froid
CR	laminé à froid
U	non traité

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.



S 355 JR

+ N W Z15 IC U

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%)

Groupes d'acier	
S	acières de construction métallique
P	acières pour appareils à pression
L	acières pour appareils à pression
E	acières de construction mécanique
B	acières destinées pour béton armé
A	acières pour béton précontraint
R	acières pour rails
C	acières au carbone

Propriétés mécaniques	
S...	valeur min. de la limite d'élasticité N/mm ²
P...	valeur min. de la limite d'élasticité N/mm ²
L...	valeur min. de la limite d'élasticité N/mm ²
E...	valeur min. de la limite d'élasticité N/mm ²
B...	valeur min. de la limite d'élasticité N/mm ²
Y...	valeur min. de la limite d'élasticité N/mm ²
U...	valeur min. de la limite d'élasticité N/mm ²
C...	valeur min. de la limite d'élasticité N/mm ²

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'acières S)	
C	formage à froid spécial
D	galvanisation
E	émaillage
F	trempage
G	base température de service
H	formage thermomécanique
I	normalisé ou laminage normalisant
M	pour palplanches
N	trempé et revenu
P	cuivre pour navire
Q	cuivre pour tubes
S	résistant à la corrosion atmosphérique
T	symbole chimique de l'élément d'alliage spécifié
W	
an	

Exigences spéciales (pour le groupe d'acières 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%)

Type de revêtement (sélection) (pour le groupe d'acières S)	
A	revêtement d'aluminium par immersion à chaud
CU	revêtement de cuivre
IC	revêtement inorganique
OC	revêtement organique
SS	étamé
SE	revêtement électrolytique d'étain galvanisation
ZN	revêtement électrolytique de zinc
ZNi	revêtement électrolytique ZnNi

Traitement (sélection) (pour le groupe d'acières S)	
A	recuit d'adoucissement
C	écrou à froid
CR	laminé à froid
U	non traité

S 355 JR

+ N W Z15 IC U

Choix de la qualité de l'acier dépend

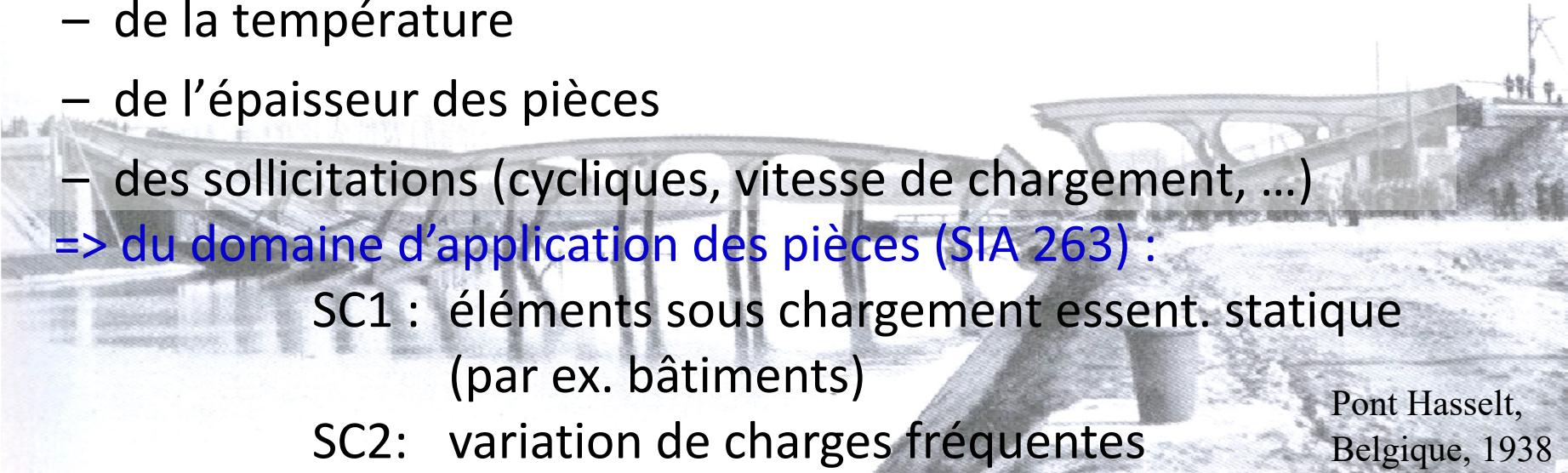
- de la température
- de l'épaisseur des pièces
- des sollicitations (cycliques, vitesse de chargement, ...)

=> 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

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



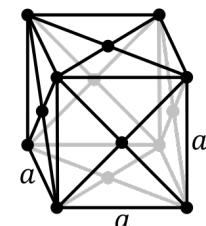
Température de service déterminante de l'élément de construction		$T_{\min} \geq 0^\circ \text{C}$		$0^\circ \text{C} > T_{\min} \geq -10^\circ \text{C}$		$T_{\min} < -10^\circ \text{C}$	
Catégories de service		SC1	SC2	SC1	SC2	SC1	SC2
Nuances d'acières	S 235 JR	$t \leq 150$	$t \leq 40$	$t \leq 100$	$t \leq 30$	$t \leq 40$	-
	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/m³
- **Résistant:** similaire aux aciers de construction (séries 6xxx, 7xxx, 2xxx)

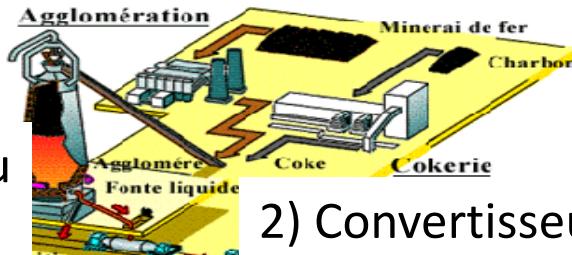
$$f_y = 100 - 620 \text{ N/mm}^2, f_u = 300 - 700 \text{ N/mm}^2$$

- **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)

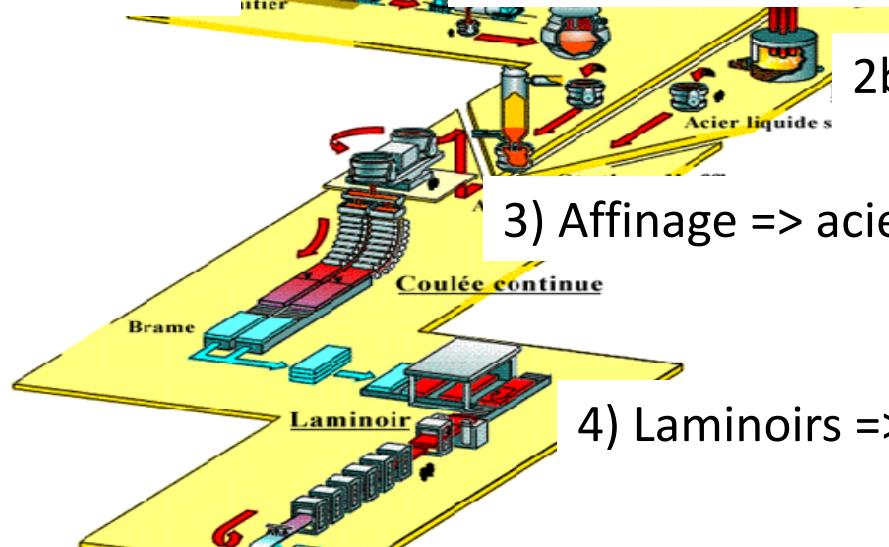
1) Haut fourneau
=> fonte



2) Convertisseur => acier

2b) Four électrique
=> acier en fusion

3) Affinage => acier avec propriétés définies



4) Laminoirs => produits semi-finis ou finis

(source Arcelor)

Complément: lire TGC10 § 3.2.1
et 3.2.2

Prof. A. Nussbaumer

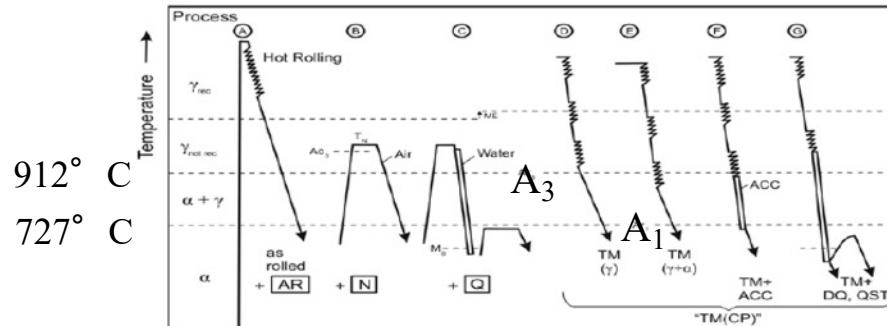
ANNEXE: Traitements thermiques

Conditions de livraison

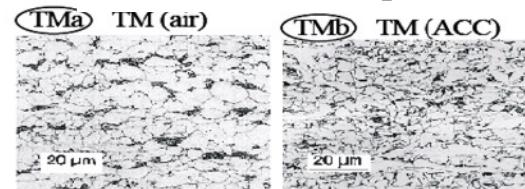
Normalisé
(recuit de régénération)



ferrite and pearlite

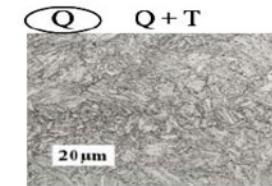


Thermo-mécanique



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

Trempé et revenu



Tempered martensite

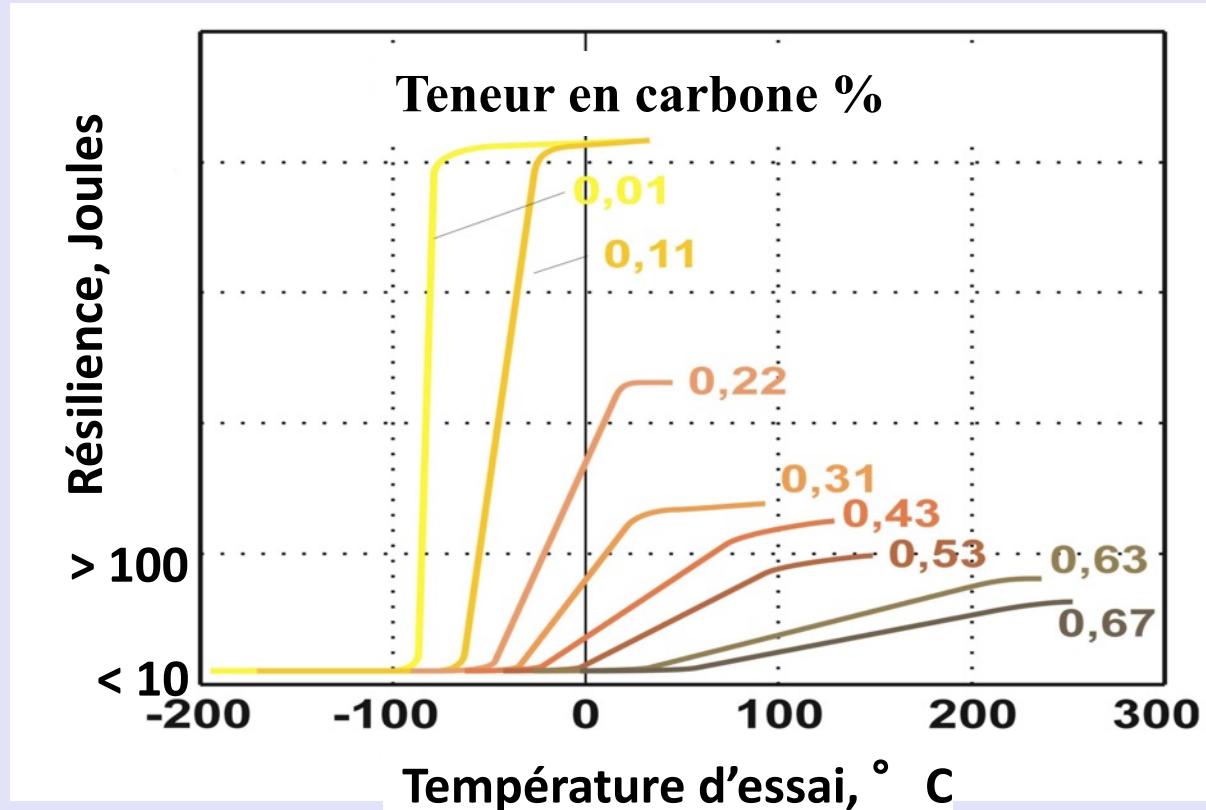
Source:

RWTH AACHEN
UNIVERSITY
STAHLBAU

Complément: lire TGC10 § 3.2.1
et 3.2.2

Prof. A. Nussbaumer

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