
RÉFÉRENTIEL D'AGRÉMENT

N° identification : ACME 04



PANNEAUX SANDWICHES AUTOPORTANTS

REFERENTIEL TECHNIQUE

Version	Date	Partie Modifiée	Modification Effectuée
1	28/01/2025	Sans objet	Edition initiale

Article I. Table des matières

Article I. Table des matières	2
Article II. Champs d'application	3
Article III. Norme de Référence	3
Article IV. Equivalence certification/agrément	3
Article V. Lexique	3
Article VI. Spécifications et exigences relatives aux produits	3
Section VI.01 Parement métallique :	3
Section VI.02 Matériaux d'âme :	4
Section VI.03 Colle et collage :	4
Section VI.04 Panneaux :	5
Article VII. Actions et exigence de niveau de sécurité	7
Article VIII. Liste des produits pour lesquels l'agrément est demandé	7
Article IX. La Fiche produit	7
Article X. Plan de contrôle	8
Article XI. L'admission	10
Section XI.01 Documents additionnels à transmettre :	10
Section XI.02 Audit d'admission	10
Section XI.03 Liste des essais à réaliser en admission :	10
Article XII. La reconduction annuelle du droit d'usage	12
Section XII.01 Documents additionnels à transmettre :	12
Section XII.02 Liste des essais à réaliser dans le cadre de la surveillance :	12
Article XIII. Disposition relative au marquage des produits	12
Article XIV. ANNEXE 1 : composition chimique des aciers	13
Article XV. ANNEXE 2 : Propriété mécanique des aciers	17
Article XVI. ANNEXE 3 : Revêtements	21

Article II. Champs d'application

Le présent référentiel concerne les panneaux sandwichs manufacturés, autoportants, à deux parements métalliques, utilisés pour la pose en discontinu de couvertures et bardages.

Les matériaux d'âme sont : le polyuréthane rigide, le polystyrène expansé, la mousse de polystyrène extrudé, la mousse phénolique, le verre cellulaire et la laine minérale.

Les panneaux sandwich ne participent ni à la stabilité globale de la structure, ni à la stabilisation locale des éléments de la structure (Classe III au sens de la NF EN 1993-1-3).

Article III. Norme de Référence

NF EN 14509 : 2013 : Panneaux sandwichs autoportants, isolants, double peau à parements métalliques — Produits manufacturés — Spécifications.

XP P34-900/CN : Panneaux sandwichs autoportants, isolants, double peau à parements métalliques — Produits manufacturés — Complément national à la NF EN 14509 : 2020.

Article IV. Equivalence certification/agrément

Sans objet

Article V. Lexique

Valeur moyenne : moyenne des résultats obtenus.

Valeur caractéristique : valeur du fractile 5 % en supposant un niveau de confiance de 75 % pour chaque population de résultats d'essais.

Type de panneau : correspond à un même parement, un même matériau d'âme, une même colle quelle que soit l'épaisseur du panneau.

Article VI. Spécifications et exigences relatives aux produits

Les spécifications et méthodes d'essais de références sont définies ci-après.

Section VI.01 Parement métallique :

Les parements autorisés dans le cadre du présent référentiel sont :

- Parements acier ;
- Parements acier inoxydable ;
- Parements aluminium.

Les spécifications concernant les types de parement sont données dans le tableau ci-dessous :

Type de parement	Limite d'élasticité <i>mini</i>	Normes de référence	épaisseur minimale (guide RAGE)
Acier	220 N/mm ²	NF EN 10346	int : 0.4 mm ext : 0.5 mm
Acier inoxydable	220 N/mm ²	NF EN 10088-1	int : 0.6 mm ext : 0.6 mm
Aluminium	140 N/mm ²	NF EN 485-2 ou NF EN 1396	SO

Section VI.02 Matériaux d'âme :

Les matériaux d'âme définis dans le domaine d'application du présent document doivent être conformes à leur norme de référence, à savoir :

- Polyuréthane rigide injecté ou collé (PUR et PIR) : conforme à la norme NF EN 13165 ;
- Polystyrène expansé (EPS) : conforme à la norme NF EN 13163 ;
- Polystyrène extrudé (XPS) : conforme à la norme NF EN 13164 ;
- Laine minérale (MW) : conforme à la norme NF EN 13162 ;
- Mousse phénolique (PF) : conforme à la norme NF EN 13166 ;
- Verre cellulaire (CG) : conforme à la norme NF EN 167.

Type	Spécification
Masse volumique A8 – NF EN 14509	A déclarer
Conductivité thermique (λ_{design}) A10 – NF EN 14509	A déclarer Mesurée selon la norme NF EN 12667
Résistance à la compression et module d'élasticité en compression (s_m) ou contrainte de compression à une déformation de 10 % (s_{10}) A2 – NF EN 14509	Valeurs déclarées
Essais de durabilité Annexe B – NF EN 14509	Conforme au critère d'acceptabilité DUR1 (tous matériaux d'âme excepté MW) ou DUR2 (MW)

Section VI.03 Colle et collage :

La colle et le collage doivent permettre de garantir :

Type	Spécification
Résistance en traction et en traction perpendiculaire (f_{ct}) A1 – NF EN 14509	Valeur déclarée > 0,05 MPa (guide RAGE)
Essais de durabilité B – NF EN 14509	Cf. Section V.02

Section VI.04 Panneaux :

Type	Spécification
Résistance au cisaillement (f_{cv}) A3– NF EN 14509	Valeur déclarée égale à la moyenne des essais
Module de cisaillement (G_c) A3– NF EN 14509	Valeur déclarée égale à la moyenne des essais
Résistance au cisaillement après application d'une charge à long terme (f_{cv} long terme) A3.6 – NF EN 14509	Valeur déclarée nécessaire pour utilisation en couverture ou plafond devant supporter des charges de longue durée ou permanentes. Peut être calculée à partir de f_{cv} et f_t La valeur déclarée doit être inférieure ou égale à la valeur caractéristique
Coefficient de fluage (f_t) A6 – NF EN 14509	Valeur déclarée (nécessaire pour utilisation en couverture ou plafond)
Moment résistant (M_u) A5 – NF EN 14509	Valeur déclarée
Contrainte de plissement (s_w) A5 – NF EN 14509	Valeur déclarée (vérifier si ce critère est utile en NC car simule une charge répartie (type neige) et en NC c'est le soulèvement cyclonique qui est prépondérant.
Mas Panneau A8 – NF EN 14509	Valeur déclarée (déterminée par calcul)
Coefficient de transmission thermique du panneau (U_d, S) A10 – NF EN 14509	Valeur déclarée
Durabilité	Cf. Section V.02
Résistance aux charges ponctuelles et charges d'accès A9 – NF EN 14509	Les charges ponctuelles sont des charges résultant du passage occasionnel d'une seule personne sur le panneau, pendant ou après le montage. A déclarer si nécessaire.
Réaction au feu	Déterminé conformément à la NF EN 13501-1 Les dispositifs d'essai de réaction au feu doivent être conformes aux normes suivantes, en fonction de la classe prévue : - NF EN ISO 1182 ; - NF EN ISO 1716, y compris détermination adhésifs énoncée en C.4* ; - NF EN 13823 et NF EN ISO 11925-2 avec ajouts énoncés en C.1*
<u>Résistance au feu</u> <u>(le cas échéant)</u>	Déterminé conformément à la NF EN 13501-2 Les méthodes d'essai des panneaux sandwich doivent satisfaire aux normes suivantes : - NF EN 1364-1 (parois non porteuses) avec ajouts énoncés en C.2.3* & potentiellement EXAP EN 15254-5 et 7 - NF EN 1364-2 (plafonds) ; - NF EN 13381-1 (plafonds – protection horizontale) ; - NF EN 13381-2 (parois) ; - NF EN 13381-4 (protection structure acier)

Type	Spécification	
	- NF EN 1365-2 (couvertures portantes) avec ajouts énoncés en C.2.3* & potentiellement EXAP EN 15254-5 et 7 - NF EN 14135 (capacité de protection contre l'incendie). <i>*NF EN 14509</i>	
Comportement au feu extérieur (panneaux de toiture)	Déterminé conformément à la NF EN 13501-5 les méthodes d'essais des panneaux sandwich doivent satisfaire à la norme XP CEN/TS 1187 - Méthodes d'essai pour l'exposition des toitures à un feu extérieur	
Tolérance dimensionnelle D – NF EN 14509	Epaisseur du panneau	$D \leq 100 \text{ mm} \pm 2 \text{ mm}$ $D > 100 \text{ mm} \pm 2 \%$
	Défaut de planéité	Pour $L = 200 \text{ mm}$ – Défaut de planéité 0,6 mm Pour $L = 400 \text{ mm}$ – Défaut de planéité 1,0 mm Pour $L > 700 \text{ mm}$ – Défaut de planéité 1,5 mm
	Hauteur du profilé métallique (nervures) (en mm)	$5 < h \leq 50 \text{ mm} \pm 1 \text{ mm}$ $50 < h \leq 100 \text{ mm} \pm 2,5 \text{ mm}$
	Hauteur des raidisseurs principaux et secondaires	$ds \leq 1 \text{ mm} \pm 30 \% \text{ de } ds$ $1 \text{ mm} < ds \leq 3 \text{ mm} \pm 0,3 \text{ mm}$ $3 \text{ mm} < ds \leq 5 \text{ mm} \pm 10 \% \text{ de } ds$
	Longueur du panneau	$L \leq 3 \text{ m} \pm 5 \text{ mm}$ $L > 3 \text{ m} \pm 10 \text{ mm}$
	Largeur utile du panneau	$w \pm 2 \text{ mm}$
	Défaut d'équerrage	$0,006 \times w$ (largeur utile nominale)
	Défaut de rectitude (sur la longueur)	1 mm par mètre, maximum 5 mm
	Cambrure	2 mm par mètre de longueur, maximum 20 mm 8,5 mm par mètre de largeur pour les profils plats ou faiblement nervurés – $h \leq 10 \text{ mm}$ 10 mm par mètre de largeur pour les profils – $h > 10 \text{ mm}$
	Pas du profil (p)	If $h \leq 50 \text{ mm}$ p: $\pm 2 \text{ mm}$ If $h > 50 \text{ mm}$ p: $\pm 3 \text{ mm}$
	Largeur des nervures (b1) et largeur des vallées (b2)	Pour $b1 \pm 1 \text{ mm}$ Pour $b2 \pm 2 \text{ mm}$

Type	Spécification
Perméabilité à l'eau A11 –NF EN 14509	Les couvertures et bardages constitués de panneaux sandwich sont étanches à l'eau et à l'air dans les conditions de pose correspondant aux recommandations professionnelles RAGE.
Perméabilité à l'air A12 – EN 14509	

Article VII. Actions et exigence de niveau de sécurité

Le produit doit présenter les caractéristiques mécaniques lui permettant de satisfaire aux exigences générales des Eurocodes complétées par l'annexe E de la NF EN 14509 et le complément national XP P 34-900/CN.

Il est rappelé que les panneaux sandwich ne participent ni à la stabilité globale de la structure, ni à la stabilisation locale des éléments de la structure (Classe III au sens de la NF EN 1993-1-3).

En particulier pour l'application sur le territoire calédonien, la valeur de référence pour la tenue au vent ($v_{b,0}$) est prise égale à 36 m/s.

Article VIII. Liste des produits pour lesquels l'agrément est demandé

La liste des produits pour lesquels l'agrément est demandé doit comprendre, pour chaque produit identifié :

- Unité de fabrication ;
- La désignation commerciale du produit ;
- Epaisseur du produit ;
- Usage du produit ;
- Descriptif des parements métalliques, y compris nuance du métal et revêtement ;
- Description des matériaux d'âme, y compris identifiant des matériaux, son épaisseur et sa masse volumique.

Par exemple : Nom : « Plaque n°1 »

- Épaisseur : 80 mm ;
- Usage : Couverture ;
- Parement extérieur : Acier 0,5 mm S320GD (NF EN 10346) Revêtement : PVC/100 µm ;
- Parement intérieur : Acier 0,4 mm S320GD (NF EN 10346) Revêtement : SP/12 µm ;
- Âme : PUR – 80 mm – 35 kg/m³.

Article IX. La Fiche produit

Elle doit comprendre :

- ☐ La mention : produit conforme au RCNC ;
- ☐ Identification du produit : cf. information Article VIII ;
- ☐ Les informations suivantes :

- Masse volumique de l'isolant et masse du panneau ;
- Epaisseur du produit ;
- Coefficient de transmission thermique U du panneau sandwich ;
- Les propriétés mécaniques :
 - Résistance en traction et en traction perpendiculaire ;
 - Résistance au cisaillement ;
 - Résistance au cisaillement après application d'une charge à long terme ;
 - Module de cisaillement ;
 - Résistance à la compression ;
 - Coefficient de fluage ;
 - Résistance à la flexion dans la portée ;
 - Résistance au plissement.
- Réaction au feu ;
- Résistance au feu le cas échéant ;
- Comportement au feu extérieur ;
- Résistance aux charges ponctuelles ;
- Durabilité.

Article X. Plan de contrôle

Le fabricant doit établir, documenter, tenir à jour et appliquer un système de contrôle de la production en usine (CPU) pour assurer que le produit fourni satisfait aux spécifications du présent document et est conforme aux valeurs spécifiées et aux spécifications de la documentation technique.

Les tâches, les compétences, les responsabilités et l'autorité du personnel impliqué dans le contrôle de la production en usine doivent être définies, documentées, tenues à jour et mises en œuvre, y compris les procédures relatives aux actions ci-après :

- a) la démonstration de la conformité du produit aux étapes appropriées ;
- b) l'identification, l'enregistrement et le traitement de tout cas de non-conformité ;
- c) l'établissement des causes de non-conformité et des actions correctives possibles (conception, matériaux ou méthodes de fabrication).

Un organigramme doit indiquer clairement les activités énumérées de a) à c) pour le personnel concerné.

Le producteur doit établir un plan de contrôle avec les dispositions minimales définies dans le tableau ci-dessous afin de s'assurer de la conformité du produit.

Le système de contrôle de la production en usine doit être constitué de procédures, instructions, contrôles réguliers, essais et utiliser les résultats obtenus afin de contrôler le matériel, les matières premières et autres matériaux incorporés, le procédé de fabrication et les produits finis.

Le choix des essais à réaliser est fonction des caractéristiques et des usages pour lesquels le produit est élaboré.

Si la composition du produit ou le processus de fabrication est modifié, les essais doivent être à nouveau réalisés.

La conformité du produit est établie sur la base des essais et contrôles en production.

Les contrôles ci-après s'entendent au cours des phases de production et après une interruption de production, l'ensemble des contrôles doit être effectué en réinitialisation.

Lorsque les volumes de production sont inférieurs à 2000 m², le fabricant doit effectuer des essais tous les 2000 m² ou au minimum tous les 4 mois.; les essais de contrôle dimensionnel et de perméabilité sont exécutés .

Essais	Fréquence d'essais
Masse volumique du matériau d'âme A8 – NF EN 14509	2 fois par semaine de production Essai en usine . Matériau aménagé* in situ
Résistance en traction perpendiculaire au panneau et module d'élasticité en traction (avec parements) A1 - NF EN 14509	Tous les 5000 m ² ou 1 par semestre Si interruption de production (> 2 semaines), l'essai A1 préalable à la reprise est requis
Résistance à la compression et module d'élasticité en compression du matériau d'âme A2 - NF EN 14509	Tous les 5000 m ² ou 1 par semestre Si interruption de production (> 2 semaines), l'essai A2 préalable à la reprise est requis
Résistance au cisaillement et module de cisaillement du matériau d'âme A3 – NF EN 15409	Tous les 5000 m ² ou 1 par semestre Si interruption de production (> 2 semaines), l'essai A3 préalable à la reprise est requis
Résistance en traction du matériau de parement	toutes livraisons du matériau de parement** contrôle documentaire - certificat matière
Epaisseur matériaux de parement	
Résistance au cisaillement et module de cisaillement du matériau d'âme basés sur essai panneau complet A4 – NF EN 15409	1 par semestre non concerné pour matériaux d'âme type PUI - PIR
Contrainte de plissement	1 par semestre détermination par calcul possible
Contrôle dimensionnel	production continue : 1 par jour production discontinue : 1 par produit

* contrôle documentaire fournisseur - certificat matière

** contrôle épaisseur - résistance traction

Article XI. L'admission

Section XI.01 Documents additionnels à transmettre :

Sans objet

Section XI.02 Audit d'admission

La durée de l'audit est à l'initiative de l'auditeur et ne peut être inférieure à 1 journée.

Section XI.03 Liste des essais à réaliser en admission :

On distingue les essais :

- a) Réalisés lors de l'audit d'admission ;
- b) Les essais réalisés par des laboratoires d'essais agréés par le gouvernement, ceux-ci pouvant être sous-traités ;
- c) Les essais qui peuvent être fournis par les fournisseurs sous réserve que ces essais soient réalisés par des organismes accrédités, dans le cadre de leur certification produits.

Les essais demandés doivent avoir moins de 6 mois et être répartis de manière homogène sur la période.

L'audit devra porter sur:

a) le contrôle production : (inspection en usine)

- la vérification de la réalisation des contrôles et des enregistrements des éléments de production (matières, constituants, fabrication, produits finis) ;
- la vérification des dispositions de maîtrise de la qualité : métrologie, conditionnement, stockage, traçabilité, marquage du produit, traitement des non conformités et des réclamations client ;
- la supervision d'essais de caractéristiques réalisés par le demandeur, le cas échéant suivant le cycle de production en cours.

b) le contrôle des essais fournis et à fournir.

Mesure ou essai	Critère de réception	Audit admission	Organisme d'essai	Producteur
Fournitures				
Parement acier		Vérification marquage RCNC Si RCNC : contrôle documentaire	3 essais de traction par parement selon EN ISO 6892-1	
Caractéristiques mécaniques				
Résistance au cisaillement et module de cisaillement	conforme référentiel		3 essais par type de panneaux (épaisseur min, intermédiaire et max)	Contrôle documentaire
Résistance à la compression et module d'élasticité en compression			2 essais par type d'âme	
Résistance au cisaillement à long terme			Uniquement sur couverture/plafond - 10 essais par type de panneau	
Résistance en traction perpendiculaire au panneau			6 essais par type de panneaux (2*épaisseur min, intermédiaire et max)	
Moment résistant et contrainte de plissement			3 essais par type de panneaux (épaisseur min, intermédiaire et max)	
Masse volumique			3 essais par type d'âme	X
Caractéristiques dimensionnelles	valeurs déclarées	1 par panneau		X
Feu				
Réaction au feu	conforme référentiel		en fonction de la classe prévue: 3 essais SBI par type de panneau selon Nf EN 13823 12 essais d'allumabilité par type de panneau selon NF EN ISO 11925-2 5 essais au four de non combustibilité selon EN ISO 1182 sur composant homogène 3 essais de mesure au pouvoir calorifique supérieur par composant - composant sépara tel que adhésif , isolant,laque,...	Contrôle documentaire
Résistance au feu			1 essai par type de panneau et par usage / configuration de montage	
Comportement au feu extérieur			1 ou plusieurs essais selon la pente de la couverture (<5° ou >5°) et par type de panneau	
Autres caractéristiques				
Coefficient thermique	valeur déclarée			
Durabilité				

Article XII. La reconduction annuelle du droit d'usage

Section XII.01 Documents additionnels à transmettre :

Les fiches techniques des produits concernés établies selon les dispositions l'article IX

Section XII.02 Liste des essais à réaliser dans le cadre de la surveillance :

idem article XI.03

En fonction de la production significative et établie de l'année.

Article XIII. Disposition relative au marquage des produits

Le produit est marqué de façon lisible et durable.

Le marquage est apposé directement sur les sacs.

Dans tous les cas, la lisibilité et la durabilité du marquage doivent être assurées jusqu'à la mise en œuvre du produit.

Le marquage comprend :

- La désignation commerciale du produit ;
- Le nom et la référence du fabricant ;
- Le numéro de lot du produit ;
- L'identification de l'usine productrice et contact ;
- Le logo RCNC et numéro d'agrément ;
- La mention RCNC référentiel ;
- Natures du parement et de l'âme;
- Nature de l'isolant;
- Les caractéristiques techniques : conductivité thermique, réaction au feu ;
- La masse volumique en œuvre en fonction de la technique de mise en œuvre ;

Article XIV. ANNEXE 1 : composition chimique des aciers

Tableau 1 — Composition chimique (analyse de coulée) des aciers à bas carbone pour le formage à froid

Désignation			Composition chimique % en masse max.						
Nuance d'acier		Symboles des types de revêtements disponibles	C	Si	Mn	P	S	Ti ^a	
Désignation symbolique	Désignation numérique								
DX51D	1.0917	+Z,+ZF,+ZA,+ZM,+AZ,+AS	0,18	0,12	0,50	1,20	0,12	0,045	0,30
DX52D	1.0918	+Z,+ZF,+ZA,+ZM,+AZ,+AS	0,12			0,60	0,10		
DX53D	1.0951	+Z,+ZF,+ZA,+ZM,+AZ,+AS							
DX54D	1.0952	+Z,+ZF,+ZA,+ZM,+AZ,+AS							
DX55D	1.0962	+AS							
DX56D	1.0963	+Z,+ZF,+ZA,+ZM,+AZ,+AS							
DX57D	1.0853	+Z,+ZF,+ZA,+ZM,+AS							
^a Par accord au moment de l'appel d'offre et de la commande, la teneur en Ti pour les nuances d'aciers mentionnées dans le présent Tableau peut être diminuée à une teneur inférieure à 0,05 % la nuance d'acier étant alors non alliée.									

Tableau 2 — Composition chimique (analyse de coulée) des aciers de construction

Désignation			Composition chimique % en masse max.				
Nuance d'acier		Symboles des types de revêtements disponibles	C	Si	Mn	P	S
Désignation symbolique	Désignation numérique						
S220GD	1.0241	+Z,+ZF,+ZA,+ZM,+AZ	0,20	0,60	1,70	0,10	0,045
S250GD	1.0242	+Z,+ZF,+ZA,+ZM,+AZ,+AS					
S280GD	1.0244	+Z,+ZF,+ZA,+ZM,+AZ,+AS					
S320GD	1.0250	+Z,+ZF,+ZA,+ZM,+AZ,+AS					
S350GD	1.0529	+Z,+ZF,+ZA,+ZM,+AZ,+AS					
S390GD	1.0238	+Z,+ZF,+ZA,+ZM,+AZ					
S420GD	1.0239	+Z,+ZF,+ZA,+ZM,+AZ					
S450GD	1.0233	+Z,+ZF,+ZA,+ZM,+AZ					
S550GD	1.0531	+Z,+ZF,+ZA,+ZM,+AZ					
Par accord au moment de l'appel d'offres et de la commande, si d'autres éléments chimiques sont ajoutés, ils doivent être mentionnés dans le document de contrôle et l'acier peut nécessiter un changement de classification.							

Tableau 3 — Composition chimique (analyse de coulée) des aciers à haute limite d'élasticité pour le formage à froid

Désignation			Composition chimique % en masse							
Nuance d'acier		Symboles des types de revêtements disponibles	C max.	Si max.	Mn max.	P max.	S max.	Al _{total}	Nb max.	Ti max.
Désignation symbolique	Désignation numérique									
HX160YD	1.0910	+Z,+ZF,+ZA, +ZM,+AZ,+AS	0,01	0,30	0,60	0,060	0,025	≥ 0,010	0,09	0,12
HX180YD	1.0921		0,01	0,30	0,70	0,060	0,025	≥ 0,010	0,09	0,12
HX180BD	1.0914		0,06	0,50	0,70	0,060	0,025	≥ 0,015	0,09	0,12
HX220YD	1.0923		0,01	0,30	0,90	0,080	0,025	≥ 0,010	0,09	0,12
HX220BD	1.0919		0,08	0,50	0,70	0,085	0,025	≥ 0,015	0,09	0,12
HX260YD	1.0926		0,01	0,30	1,60	0,10	0,025	≥ 0,010	0,09	0,12
HX260BD	1.0924		0,10	0,50	1,00	0,10	0,030	≥ 0,010	0,09	0,12
HX260LAD	1.0929		0,11	0,50	1,00	0,030	0,025	≥ 0,015	0,09	0,15
HX300YD	1.0927		0,015	0,30	1,60	0,10	0,025	≥ 0,010	0,09	0,12
HX300BD	1.0930		0,11	0,50	0,80	0,12	0,025	≥ 0,010	0,09	0,12
HX300LAD	1.0932		0,12	0,50	1,40	0,030	0,025	≥ 0,015	0,09	0,15
HX340BD	1.0945		0,11	0,50	0,80	0,12	0,025	≥ 0,010	0,09	0,12
HX340LAD	1.0933		0,12	0,50	1,4	0,030	0,025	≥ 0,015	0,10	0,15
HX380LAD	1.0934		0,12	0,50	1,5	0,030	0,025	≥ 0,015	0,10	0,15
HX420LAD	1.0935		0,12	0,50	1,6	0,030	0,025	≥ 0,015	0,10	0,15
HX460LAD	1.0990		0,15	0,50	1,7	0,030	0,025	≥ 0,015	0,10	0,15
HX500LAD	1.0991		0,15	0,50	1,7	0,030	0,025	≥ 0,015	0,10	0,15

Tableau 4 — Composition chimique (analyse de coulée) des aciers multiphasés pour le formage à froid (produits laminés à froid)

Désignation			Composition chimique % en masse									
Nuance d'acier		Symboles des types de revêtements disponibles	C	Si	Mn	P	S	Al _{total}	Cr + Mo	Nb + Ti	V	B
Désignation symbolique	Désignation numérique		max.	max.	max.	max.	max.		max.	max.	max.	max.
aciers biphasés (X)												
HCT 450X	1.0937	+Z,+ZF, +ZA,+ZM	0,14	0,75	2,00	0,080	0,015	0,015 to 1,0	1,00	0,15	0,20	0,005
HCT 490X	1.0995	+Z,+ZF, +ZA,+ZM	0,14	0,75	2,00	0,080	0,015	0,015 to 1,0	1,00	0,15	0,20	0,005
HCT 590X	1.0996	+Z,+ZF, +ZA,+ZM	0,15	0,75	2,50	0,040	0,015	0,015 to 1,5	1,40	0,15	0,20	0,005
HCT 780X	1.0943	+Z,+ZF, +ZA,+ZM	0,18	0,80	2,50	0,080	0,015	0,015 to 2,0	1,40	0,15	0,20	0,005
HCT 980X	1.0944	+Z,+ZF, +ZA,+ZM	0,20	1,00	2,90	0,080	0,015	0,015 to 2,0	1,40	0,15	0,20	0,005
HCT 980XG ^a	1.0997	+Z,+ZF, +ZA,+ZM	0,23	1,00	2,90	0,080	0,015	0,015 to 2,0	1,40	0,15	0,20	0,005
aciers à plasticité induite par transformation (T)												
HCT 690T	1.0947	+Z,+ZF, +ZA,+ZM	0,24	2,00	2,20	0,080	0,015	0,015 to 2,0	0,60	0,20	0,20	0,005
HCT 780T	1.0948	+Z,+ZF, +ZA,+ZM	0,25	2,20	2,50	0,080	0,015	0,015 to 2,0	0,60	0,20	0,20	0,005
aciers à phases complexes (C)												
HCT 600C	1.0953	+Z,+ZF, +ZA,+ZM	0,18	0,80	2,20	0,080	0,015	0,015 to 2,0	1,00	0,15	0,20	0,005
HCT 780C	1.0954	+Z,+ZF, +ZA,+ZM	0,18	1,00	2,50	0,080	0,015	0,015 to 2,0	1,00	0,15	0,20	0,005
HCT 980C	1.0955	+Z,+ZF, +ZA,+ZM	0,23	1,00	2,70	0,080	0,015	0,015 to 2,0	1,00	0,15	0,22	0,005
^a XG signifie biphasé avec une limite d'élasticité augmentée.												

Tableau 5 — Composition chimique (analyse de coulée) des aciers multiphasés pour le formage à froid (produits laminés à chaud)

Désignation			Composition chimique % en masse									
Nuance d'acier		Symboles des types de revêtement s disponible s	C	Si	Mn	P	S	Al _{total}	Cr + Mo	Nb + Ti	V	B
Désignation symbolique	Désignation numérique		max.	max	max.	max.	max.		max.	max.	max.	max.
aciers ferritiques-bainitiques (F)												
HDT450F	1.0961	+Z,+ZF, +ZM	0,18	0,50	2,00	0,050	0,010	0,015 to 2,0	1,00	0,15	0,15	0,005
HDT580F	1.0994	+Z,+ZF, +ZM	0,18	0,50	2,00	0,050	0,010	0,015 to 2,0	1,00	0,15	0,15	0,01
acier biphasé (X)												
HDT580X	1.0936	+Z,+ZF, +ZM	0,14	1,0	2,20	0,085	0,015	0,015 to 1,0	1,40	0,15	0,20	0,005
aciers à phases complexes (C)												
HDT750C	1.0956	+Z,+ZF, +ZM	0,18	0,80	2,20	0,080	0,015	0,015 to 2,0	1,00	0,15	0,20	0,005
HDT760C	1.0998	+Z,+ZF, +ZM	0,18	1,00	2,50	0,080	0,015	0,015 to 2,0	1,00	0,25	0,20	0,005
HDT950C	1.0958	+Z,+ZF, +ZM	0,25	0,80	2,70	0,080	0,015	0,015 to 2,0	1,20	0,25	0,30	0,005

Article XV. ANNEXE 2 : Propriété mécanique des aciers

Tableau 7 — Propriétés mécaniques (direction transversale) des aciers à bas carbone pour formage à froid

Désignation			Limite d'élasticité	Résistance à la traction	Allongement	Coefficient d'anisotropie plastique	Coefficient d'écrouissage
Nuance d'acier		Symboles des types de revêtements disponibles	R_e^a MPa ^g	R_m MPa ^g	A_{80}^b % min.	r_{90} min.	n_{90} min.
Désignation symbolique	Désignation numérique						
DX51D	1.0917	+Z,+ZF,+ZA,+ZM,+AZ,+AS,	—	270 à 600	22	—	—
DX52D	1.0918	+Z,+ZF,+ZA,+ZM,+AZ,+AS	140 à 300 ^c	270 à 420	28	—	—
DX53D	1.0951	+Z,+ZF,+ZA,+ZM,+AZ,+AS	140 à 260	270 à 380	30	—	—
DX54D	1.0952	+Z,+ZA	120 à 220	260 à 360	36	1,6 ^d	0,18
DX54D	1.0952	+ZF,+ZM	120 à 220	260 à 360	34	1,4 ^d	0,18
DX54D	1.0952	+AZ	120 à 220	260 à 360	36	—	—
DX54D	1.0952	+AS	120 à 220	260 à 360	34	1,4 ^{d,e}	0,18 ^e
DX55D ^f	1.0962	+AS	140 à 240	270 à 370	30	—	—
DX56D	1.0963	+Z,+ZA	120 à 180	260 à 360	39	1,9 ^d	0,21
DX56D	1.0963	+ZF,+ZM	120 à 180	260 à 360	37	1,7 ^{d,e}	0,20 ^e
DX56D	1.0963	+AZ,+AS	120 à 180	260 à 360	39	1,7 ^{d,e}	0,20 ^e
DX57D	1.0853	+Z,+ZA	120 à 170	260 à 360	41	2,1 ^d	0,22
DX57D	1.0853	+ZF,+ZM	120 à 170	260 à 360	39	1,9 ^{d,e}	0,21 ^e
DX57D	1.0853	+AS	120 à 170	260 à 360	41	1,9 ^{d,e}	0,21 ^e

^a Si la limite d'élasticité ne présente pas de palier d'écoulement plastique, les valeurs s'appliquent à la limite conventionnelle d'élasticité à 0,2 % ($R_{p0,2}$) ; si la résistance d'élasticité présente un palier d'écoulement plastique, les valeurs s'appliquent à la limite inférieure d'élasticité (R_{eL}).

^b Les valeurs minimales d'allongement sont diminuées pour les épaisseurs
0,50mm < t ≤ 0,70mm (moins 2 unités),
0,35mm < t ≤ 0,50mm (moins 4 unités) et
t ≤ 0,35mm (moins 7 unités) .

^c Pour la qualité de surface A, La valeur supérieure pour la limite d'élasticité R_e est de 380 MPa.

^d la valeur du coefficient d'anisotropie plastique r_{90} est diminuée pour les épaisseurs de produit
1,5mm < t < 2 mm (moins 0,2)
t ≥ 2 mm (moins 0,4)

^e la valeur du coefficient d'anisotropie plastique r_{90} est diminuée pour les épaisseurs de produit
0,50mm < t ≤ 0,70mm (moins 0,2),
0,35mm < t ≤ 0,50mm (moins 0,4) et
t ≤ 0,35mm (moins 0,6).
la valeur de coefficient d'écrouissage n_{90} est diminuée pour les épaisseurs de produit
0,50mm < t ≤ 0,70mm (moins 0,01),
0,35mm < t ≤ 0,50mm (moins 0,03) et
t ≤ 0,35mm (moins 0,04).

^f Il convient de notifier la valeur de l'allongement minimum de produits en DX55D+AS qui ne suit pas l'ordre systématique. La nuance DX55D+AS est caractérisée par la meilleure résistance à la chaleur.

^g 1 MPa = 1 N/mm².

Tableau 8 — Propriétés mécaniques (direction longitudinale) des aciers de construction

Désignation			Propriétés mécaniques		
Nuance d'acier		Symboles des types de revêtements disponibles	Limite d'élasticité $R_{p0,2}$ ^a MPa ^d min.	Résistance à la traction R_m ^b MPa ^d min.	Allongement A_{gt} ^c % min.
Désignation symbolique	Désignation numérique				
S220GD	1.0241	+Z,+ZF,+ZA, +ZM, +AZ	220	300	20
S250GD	1.0242	+Z,+ZF,+ZA, +ZM, +AZ,+AS	250	330	19
S280GD	1.0244	+Z,+ZF,+ZA, +ZM, +AZ,+AS	280	360	18
S320GD	1.0250	+Z,+ZF,+ZA, +ZM, +AZ,+AS	320	390	17
S350GD	1.0529	+Z,+ZF,+ZA, +ZM, +AZ,+AS	350	420	16
S380GD	1.0238	+Z,+ZF,+ZA, +ZM, +AZ	380	460	16
S420GD	1.0239	+Z,+ZF,+ZA, +ZM, +AZ	420	480	15
S450GD	1.0233	+Z,+ZF,+ZA, +ZM, +AZ	450	510	14
S550GD	1.0531	+Z,+ZF,+ZA,+ZM, +AZ	550	560	—
^a S'il y a un palier d'écoulement plastique élastique, les valeurs s'appliquent à la limite supérieure d'élasticité R_{eH}. ^b Pour toutes les nuances autres que S550GD, une fourchette de 140 MPa peut être escomptée pour la résistance à la traction. ^c Les valeurs minimales d'allongement sont diminuées pour les épaisseurs $0,50\text{mm} < t \leq 0,70\text{mm}$ (moins 2 unités), $0,35\text{mm} < t \leq 0,50\text{mm}$ (moins 4 unités) et $t \leq 0,35\text{mm}$ (moins 7 unités) ^d 1 MPa = 1 N/mm².					

Tableau 9 — Propriétés mécaniques (direction transversale) des aciers à haute limite d'élasticité pour le formage à froid

Désignation		Symboles des types de revêtements disponibles	Limite conventionnelle d'élasticité $R_{p0,2}^a$ MPa ^f	Indice de bake-hardening BH_2 MPa ^f min.	Résistance à la traction R_m MPa ^f	Allongement $A_{80}^{b, c}$ % min.	Coefficient d'anisotropie plastique ^e $r_{90}^{c, d, e}$ min.	Coefficient d'écroutissage n_{90}^e min.
Nuance d'acier								
Désignation symbolique	Désignation numérique							
HX180YD	1.0910	+Z, +ZF, +ZA, +ZM, +AZ, +AS	160 à 220	–	300 à 360	37	1,9	0,20
HX180YD	1.0921		180 à 240	–	330 à 390	34	1,7	0,18
HX180BD	1.0914		180 à 240	30	290 à 360	34	1,5	0,16
HX220YD	1.0923		220 à 280	–	340 à 420	32	1,5	0,17
HX220BD	1.0919		220 à 280	30	320 à 400	32	1,2	0,15
HX260YD	1.0926		260 à 320	–	380 à 440	30	1,4	0,16
HX260BD	1.0924		260 à 320	30	360 à 440	28	–	–
HX260LAD	1.0929		260 à 330	–	350 à 430	26	–	–
HX300YD	1.0927		300 à 360	–	390 à 470	27	1,3	0,15
HX300BD	1.0930		300 à 360	30	400 à 480	26	–	–
HX300LAD	1.0932		300 à 380	–	380 à 480	23	–	–
HX340BD	1.0945		340 à 400	30	440 à 520	24	–	–
HX340LAD	1.0933		340 à 420	–	410 à 510	21	–	–
HX380LAD	1.0934		380 à 480	–	440 à 560	19	–	–
HX420LAD	1.0935		420 à 520	–	470 à 590	17	–	–
HX460LAD	1.0990	460 à 560	–	500 à 640	15	–	–	
HX500LAD	1.0991	500 à 620	–	530 à 690	13	–	–	

a Si la limite d'élasticité présente un palier d'écoulement plastique, les valeurs s'appliquent à la limite inférieure d'élasticité ReL.

b Les valeurs minimales d'allongement sont diminuées pour les épaisseurs
0,50mm < t ≤ 0,70mm (moins 2 unités),
0,35mm < t ≤ 0,50mm (moins 4 unités) et
t ≤ 0,35mm (moins 7 unités)

c Pour les revêtements AS, AZ, ZF et ZM, les valeurs de A_{80} sont diminuées de 2 unités et celles de r_{90} sont diminuées de 0,2

d la valeur du coefficient d'anisotropie plastique r_{90} est diminuée pour les épaisseurs de produit
1,5 < t < 2 mm (moins 0,2)
t ≥ 2 mm (moins 0,4)

e la valeur de coefficient d'anisotropie plastique r_{90} est diminuée pour les épaisseurs de produit
0,50mm < t ≤ 0,70mm (moins 0,2),
0,35mm < t ≤ 0,50mm (moins 0,4) et
t ≤ 0,35mm (moins 0,6)
la valeur du coefficient d'écroutissage n_{90} est diminuée pour les épaisseurs de produit
0,50mm < t ≤ 0,70mm (moins 0,01),
0,35mm < t ≤ 0,50mm (moins 0,03) et
t ≤ 0,35mm (moins 0,04)

f 1 MPa = 1 N/mm².

Tableau 10 — Propriétés mécaniques (sens longitudinal) des aciers multiphasés pour formage à froid (produits laminés à froid)

Nuance d'acier +Z, +ZF, +ZA, +ZM		Limite conventionnelle d'élasticité	Résistance à la traction	Allongement	Coefficient d'écrouissage	Indice bake- hardening
Désignation symbolique	Désignation numérique	$R_{p0,2}$	R_m	$A_{80}^{b,c}$	n_{10-UE}	BH_2
		MPa ^a	MPa ^a	%		MPa ^a
			min.	min.	min.	min.
aciers biphasés (X)						
HCT450X	1.0937	260 à 340	450	27	0,16	30
HCT490X	1.0995	290 à 380	490	24	0,15	30
HCT590X	1.0996	330 à 430	590	20	0,14	30
HCT780X	1.0943	440 à 550	780	14	—	30
HCT980X	1.0944	590 à 740	980	10	—	30
HCT980XG ^d	1.0997	700 à 850	980	8	—	30
aciers à plasticité induite par transformation (T)						
HCT690T	1.0947	400 à 520	690	23	0,19	40
HCT780T	1.0948	450 à 570	780	21	0,16	40
aciers à phases complexes (C)						
HCT600C	1.0953	350 à 500	600	16	—	30
HCT780C	1.0954	570 à 720	780	10	—	30
HCT980C	1.0955	780 à 950	980	6	—	30

^a 1 MPa = 1 N/mm².

^b Les valeurs minimales d'allongement sont diminuées pour les épaisseurs $t < 0,80$ mm (moins 2 unités)

^c Pour les revêtements ZF des valeurs minimales d'élongation diminuées de 2 unités s'appliquent
Pour les revêtements ZF et les épaisseurs de produit $t < 0,80$ mm, des valeurs minimales d'élongation diminuées de 4 unités s'appliquent

^d XG signifie acier biphasé avec une limite d'élasticité augmentée.

Tableau 11 — Propriétés mécaniques (sens longitudinal) des aciers multiphasés

Nuance d'acier +Z, +ZF, +ZM		Limite conventionnelle d'élasticité	Résistance à la traction	Allongement	Coefficient d'écroutissage
Désignation symbolique	Désignation numérique	$R_{p0,2}$	R_m	A_{80}	n_{10-UE}
		MPa ^a	MPa ^a	%	%
		min.	min.	min.	min.
aciers ferritique-bainitique (F)					
HDT450F	1.0961	300 à 420	450	24	—
HDT580F	1.0994	460 à 620	580	15	—
dual-phase steel (X)					
HDT580X	1.0936	330 à 450	580	19	0,13
aciers à phases complexes (C)					
HDT750C	1.0956	620 à 760	750	10	—
HDT760C	1.0998	660 à 830	760	10	—
HDT950C	1.0958	720 à 950	950	9	—
a 1 MPa = 1 N/mm ² .					

Article XVI.ANNEXE 3 : Revêtements

Tableau 12 — Masses de revêtement

Désignation du revêtement	Masse de revêtement minimale ^{a)} pour les deux faces g/m ²		Valeurs indicatives théoriques pour l'épaisseur de revêtement par surface dans l'essai en un point µm		Masse volumique g/cm ³
	Essai en trois points	Essai en un point	Valeur habituelle ^{b)}	Range	
masses de revêtement de zinc (Z)					
Z100	100	85	7	5 à 12	7,1
Z140	140	120	10	7 à 15	
Z200	200	170	14	10 à 20	
Z225	225	195	16	11 à 22	
Z275	275	235	20	13 à 27	
Z350 ^{c)}	350	300	25	17 à 33	
Z450 ^{c)}	450	385	32	22 à 42	
Z600 ^{c)}	600	510	42	29 à 55	
masses de revêtement de zinc-fer (ZF)					
ZF100	100	85	7	5 à 12	7,1
ZF120	120	100	8	6 à 13	
masses de revêtement de zinc-aluminium (ZA)					
ZA095	95	80	7	5 à 12	6,6
ZA130	130	110	10	7 à 15	
ZA185	185	155	14	10 à 20	
ZA200	200	170	15	11 à 21	
ZA255	255	215	20	15 à 27	
ZA300 ^{c)}	300	255	23	17 à 31	

Désignation du revêtement	Masse de revêtement minimale ^{a)} pour les deux faces g/m ²		Valeurs indicatives théoriques pour l'épaisseur de revêtement par surface dans l'essai en un point µm		Masse volumique g/cm ³
	Essai en trois points	Essai en un point	Valeur habituelle ^{b)}	Range	
masses de revêtement de zinc-magnésium (ZM)					
ZM060	60	50	4,5	4 à 8	6,2 à 6,6 ^{d)}
ZM070	70	60	5,5	4 à 8	
ZM080	80	70	6	4 à 10	
ZM090	90	75	7	5 à 10	
ZM100	100	85	8	5 à 11	
ZM120	120	100	9	6 à 14	
ZM130	130	110	10	7 à 15	
ZM140	140	120	11	8 à 16	
ZM150	150	130	11,5	8 à 17	
ZM160 ^{c)}	160	130	12	8 à 17	
ZM175 ^{c)}	175	145	13	9 à 18	6,2 à 6,6 ^{d)}
ZM190 ^{c)}	190	160	15	10 à 20	
ZM200 ^{c)}	200	170	15	10 à 20	
ZM250 ^{c)}	250	215	19	13 à 25	
ZM300 ^{c)}	300	255	23	17 à 30	
ZM310 ^{c)}	310	265	24	18 à 31	
ZM350 ^{c)}	350	300	27	19 à 33	
ZM430 ^{c)}	430	365	35	26 à 46	

Désignation du revêtement	Masse de revêtement minimale ^{a)} pour les deux faces g/m ²		Valeurs indicatives théoriques pour l'épaisseur de revêtement par surface dans l'essai en un point μm		Masse volumique g/cm ³
	Essai en trois points	Essai en un point	Valeur habituelle ^{b)}	Range	
masses de revêtement d'aluminium-zinc (AZ) ^{a)}					
AZ100	100	85	13	9 à 19	3,8
AZ150	150	130	20	15 à 27	
AZ185	185	160	25	19 à 33	
masses de revêtement d'aluminium-silicium (AS) ^{a)}					
AS060	60	45	10	7 à 15	3,0
AS080	80	60	14	10 à 20	
AS100 ^{c)}	100	75	17	12 à 23	
AS120 ^{c)}	120	90	20	15 à 27	
AS150 ^{c)}	150	115	25	19 à 33	
^{a)} Voir 7.9.					
^{b)} L'épaisseur de revêtement peut être calculée à partir des masses de revêtement (voir 7.9). les valeurs d'épaisseurs obtenues par calculs sont données à titre indicatif seulement					
^{c)} Seulement les nuances d'aciers conformes aux Tableaux 7 et 8 et les nuances d'aciers LAD conformes au Tableau 9.					
^{d)} Pour déterminer les épaisseurs des revêtements (ZM), une masse volumique de 0,2 à 0,6 g/cm ³ peut être utilisée comme référence pour les calculs (voir aussi la NOTE de l'Article 3.4).					
^{e)} Non applicable aux aciers multiphasés.					