

Exécution des structures métalliques La nouvelle norme européenne EN 1090

Execution of steel structures The european standard EN 1090

Après bien des années **Résumé** de gestation, la norme européenne EN 1090 traitant de l'exécution des structures en acier et des structures en aluminium aborde la dernière phase d'instruction avant ratification. Sa partie 2 concerne les structures en acier et remplacera, dès sa publication, les normes françaises de la série P 22-XXX.

Conçue, de la commande des produits à la réception des ouvrages, suivant l'articulation d'un plan qualité, l'EN 1090-2 « Structures en acier et structures en aluminium – Exigences relatives à l'exécution des structures en acier » responsabilise le donneur d'ordre en lui demandant de préciser les classes d'exécution ainsi que les tolérances de fabrication et de montage à utiliser dans le cadre du marché.

Elle s'appuie sur de nombreuses normes traitant des produits et matériaux ainsi que des diverses techniques de fabrication et contrôles d'exécution.

Abstract *Following many years of preparation the european standard EN 1090 dealing with execution of steel structures and of aluminium structures tackles the last instruction stage before ratification. Part 2 deals with steel structures and will replace, as soon as published, the French P 22-XXX series standards.*

Built, from the product ordering to the work acceptance, according to a quality plan scheme EN 1090-2 « Steel structures and aluminium structures – Requirements for execution of steel structures » gives responsibility to the client by asking him to specify execution classes as well as fabrication and erection tolerances to be used as parts of the contract.

It is based upon numerous standards dealing with materials and products as well as various fabrication techniques and execution inspection.

1. INTRODUCTION

L'exécution des structures métalliques est aujourd'hui régie par un ensemble de normes françaises de la série P 22-XXX, élaborées à partir de 1974. Ces normes, sans traiter de la conception et du calcul des structures dans leur ensemble, couvrent néanmoins les règles de conception des assemblages ainsi que leur exécution. Elles ont été conçues de façon à traiter chacune d'un sujet précis afin de pouvoir être révisées indépendamment les unes des autres.

Schématiquement, leur articulation est la suivante :

P 22-41X – Assemblages rivés	
P 22-410 – Dispositions constructives Calcul des rivets	P 22-411 – Exécution des assemblages
P 22-43X – Assemblages par boulons non précontraints	
P 22-430 – Dispositions constructives et calcul des boulons	P 22-431 – Exécution des assemblages
P 22-46X – Assemblages par boulons à serrage contrôlé	
P 22-460 – Dispositions constructives et vérification des assemblages	P 22-464 – Programme de pose des boulons
P 22-461 – Détermination du coefficient conventionnel de frottement	P 22-466 – Méthode de serrage et de contrôle des boulons
P 22-462 – Usinage et préparation des assemblages	P 22-468 – Serrage par rotation contrôlée de l'écrou – Détermination de l'angle de rotation
P 22-463 – Exécution des assemblages	P 22-469 – Étalonnage des clés dynamométriques
P 22-47X – Assemblages soudés	
P 22-470 – Dispositions constructives et vérification des soudures	P 22-472 – Qualification des modes opératoires de soudage
P 22-471 – Fabrication	P 22-473 – Étendue des contrôles non destructifs

Viennent en complément les textes suivants :

- Norme P 22-800 : « Préparation des pièces en atelier ».
- Norme P 22-810 : « Ouvrages d'art – Tolérances dimensionnelles ».
- Normes P 22-251 à 258 : « Conception des assemblages en profils creux ».

En règle générale, toutes ces normes prévoient deux classes correspondant respectivement aux ouvrages d'art et aux bâtiments. Seuls les assemblages soudés comportent trois classes de qualité, les modalités de choix devant être précisées dans le marché ou selon les indications du fascicule de documentation P 22-474 « Guide de choix de la classe de qualité ».

L'élaboration de cet ensemble de normes s'est échelonnée sur près de dix ans, mais elles ont été mises en application dès leur parution. Les bureaux de contrôle les appliquent aux marchés de bâtiment et le fascicule 66 du CCTG y fait largement référence pour la construction des ouvrages d'art. Aucun problème majeur ne semble avoir été rencontré.

L'expérience accumulée depuis vingt ans permettait de procéder à une révision rendue nécessaire par l'obsolescence des normes de référence (normes de produits, de soudage, de contrôles non destructifs) et de corriger les inévitables imperfections. Cette révision n'a pas été entreprise car il convenait de tenir compte de la normalisation européenne dont les premiers travaux relatifs à une norme d'exécution des structures métalliques avaient été entrepris en 1988.

Ces travaux ont débouché sur la publication entre 1995 et 2000 de six parties de l'ENV 1090 « Exécution des structures en acier » en cours de conversion en EN. C'est ce document majeur qu'il faut aborder maintenant afin d'être prêt à l'appliquer dès sa parution.

2. LA NORME EUROPÉENNE 1090

Le découpage de l'ENV 1090 était calqué sur celui de l'Eurocode 3 :

Partie 1 Règles générales et règles applicables aux bâtiments.

Partie 2 Règles complémentaires pour les bacs nervurés et les éléments minces formés à froid.

Partie 3 Règles complémentaires pour les aciers à haute limite d'élasticité.

Partie 4 Règles complémentaires pour les structures en profils creux.

Partie 5 Règles complémentaires pour les ponts.

Partie 6 Règles complémentaires pour les aciers inoxydables.

Au terme de l'enquête relative à la conversion de l'ENV 1090 en EN, il est apparu que la formule adoptée était peu commode.

En effet, les règles complémentaires se traduisant par des additions, modifications ou suppression de clauses des règles générales, il était nécessaire de consulter plusieurs parties pour traiter d'un ouvrage particulier ; exemple : pont à poutres treillis en profils creux en acier à haute limite d'élasticité = quatre parties.

Il a donc été décidé de fusionner ces six parties en une seule « Spécifications techniques pour l'exécution des structures en acier ». En parallèle, un travail de normalisation a été entrepris en vue d'établir sur le même schéma une norme d'exécution des structures en aluminium.

Autre facteur important pour le travail des normalisateurs, la Directive européenne « Produits de la construction ». Le mandat, émis en application de cette directive pour le secteur de la construction métallique, définit une famille de produits « Éléments structurels de construction métallique » nécessitant la rédaction d'une norme harmonisée. Celle-ci, dont le contenu revêt un caractère plus juridique que technique, doit répondre à un schéma bien défini, elle a également été mise en chantier.

Ainsi la norme EN 1090 « Structures en acier et structures en aluminium » comprendra-t-elle trois parties :

Partie 1 Exigences pour l'évaluation de la conformité des éléments structurels.

Partie 2 Exigences techniques pour l'exécution des structures en acier.

Partie 3 Exigences techniques pour l'exécution des structures en aluminium.

Le texte ci-après traite exclusivement de la partie 2.

3. LES PRINCIPALES OPTIONS DE L'EN 1090-2

Ainsi que cela a été signalé, les six parties de l'ENV 1090 ont été fusionnées en une seule. Cette option apporte sans nul doute un certain confort pour l'utilisateur qui n'a pas à se référer à des textes différents, présentant des exigences similaires ou complémentaires, voire contradictoires. En revanche, elle ne facilite pas le travail du normalisateur.

Quoi de plus différent, en effet, qu'un modeste hangar de 30 m² sur un niveau et un ouvrage d'art de plus de 100 mètres supportant une autoroute, une structure en acier ordinaire et une ossature complexe en acier à haute limite d'élasticité, un immeuble de bureaux en zone tempérée qui ne subira que des chargements statiques et un pont ferroviaire en Norvège où les effets de la fatigue se cumuleront à ceux de la température ?

Au stade de la conception et du calcul, la différenciation est aisée ; les Eurocodes définissent les types de sollicitations ainsi que les dispositions constructives et les méthodes de calcul correspondantes. En matière d'exécution, en revanche, il est exclu d'établir un inventaire concret des cas que l'on peut rencontrer, sauf à couvrir le double risque de ne pas être exhaustif ou d'être redondant. Une norme est une pièce à vocation contractuelle et non un manuel scolaire ; elle se doit d'être concise et précise. La solution passe donc par la définition d'une classification d'exigences tant en ce qui concerne l'exécution proprement dite, les tolérances géométriques ou l'organisation de la qualité.

3.1 Les classes d'exécution

L'idée de recourir à des classes d'exécution n'est pas nouvelle puisque nous avons déjà indiqué que les normes françaises de construction métallique comportaient deux classes correspondant schématiquement aux bâtiments et aux ouvrages d'art.

Ainsi a-t-on prévu différentes classes dont les prescriptions différenciées peuvent concerner les modalités de contrôle des matériaux, la qualité de l'usinage, les exigences relatives au soudage ou le contenu et l'étendue des divers contrôles. Il appartient au donneur d'ordre de fixer les classes d'exécution requises dans son marché.

Quatre classes d'exécution sont prévues. Il est important de noter que cette classification peut s'appliquer à l'ensemble de la structure, à une partie de la structure ou à des détails spécifiques. Ainsi l'exécution d'un bâtiment ou d'un ouvrage ne saurait, sauf exception, être spécifiée « de classe 4 » dans son ensemble, les exigences particulièrement sévères de cette classe ne s'appliquant qu'à certains éléments, voire à certains joints.

Afin de ne pas laisser le donneur d'ordre sans réponse à cette question et afin d'éviter le réflexe classique, mais antiéconomique, du choix de la classe la plus sévère, un guide de choix de la classe d'exécution a été élaboré. Les principes du choix reposent sur trois critères : la classe de conséquences, la catégorie de service et la catégorie de fabrication.

3.1.1 Les classes de conséquences

Les classes de conséquences sont empruntées à l'annexe B à l'Eurocode 0 – EN 1990 « Base de calcul des structures ». Cette annexe traite de la gestion de la fiabilité structurale pour les constructions et définit des classes de conséquences (CC) qui peuvent être établies aux fins de la différenciation de la fiabilité, en tenant compte des conséquences de la défaillance ou du mauvais fonctionnement de la structure. Le critère de classification des conséquences est l'importance de la structure ou de l'élément structural concerné, en termes de conséquences de la défaillance.

Les classes de conséquences sont définies dans le tableau ci-après :

Classes de Conséquences	Description	Exemples de bâtiments et de travaux de génie civil
CC3	Conséquence élevée en terme de perte de vie humaine, ou conséquences économiques, sociales ou d'environnement très importantes	Tribunes, bâtiments publics où les conséquences de la défaillance seraient élevées (ex. : salle de concert)
CC2	Conséquence moyenne en terme de perte de vie humaine, ou conséquences économiques, sociales ou d'environnement considérables	Bâtiments résidentiels et de bureaux, bâtiments publics où les conséquences de la défaillance seraient moyennes (ex. : immeuble de bureaux)
CC1	Conséquence faible en terme de perte de vie humaine, ou conséquences économiques, sociales ou d'environnement faibles ou négligeables	Bâtiments agricoles normalement inoccupés (ex. : bâtiments de stockage), serres

3.1.2 Les catégories de service et les catégories de fabrication

Il s'agit là d'évaluer les dangers potentiels liés aux conditions de service ou à l'exécution :

- action prédominante des charges dynamiques (fatigue), risques sismiques...
- difficultés d'exécution de la structure ou de ses éléments : complexité des assemblages, aciers à hautes caractéristiques ou en fortes épaisseurs...

Deux catégories de service et deux catégories de fabrication sont prévues selon les tableaux ci-après :

Catégories de service	Critères
SC1	<ul style="list-style-type: none"> Structures et composants soumis à des actions statiques ou quasi-statiques pour lesquelles, selon l'EC3, une vérification à la fatigue n'est pas exigée. Structures et composants avec leurs liaisons sujettes à des actions sismiques dans des zones d'activité sismique basse de classe DCL*.
SC2	<ul style="list-style-type: none"> Structures et composants soumis à des actions répétées avec une intensité telle qu'une vérification à la fatigue est exigée selon l'EC3 (ex : ponts rails et ponts routes, poutres de roulement pour ponts roulants, structures sensibles à des vibrations dues au vent ou à des machines en rotation). Structures et composants avec leurs liaisons sujettes à des actions sismiques dans des zones d'activité sismique moyenne ou haute de classes DCM* ou DCH*.
* DCL, DCM, DCH : classe de ductilité respectivement faible, moyenne ou élevée (cf EN 1998-1)	

Catégories de fabrication	Critères
PC1	<ul style="list-style-type: none"> Composants non soudés en acier quelle que soit la nuance Composants soudés en acier de nuance inférieure à S355
PC2	<ul style="list-style-type: none"> Composants soudés en acier de nuance S355 et au-delà Composants principaux pour l'intégrité de la structure assemblés par soudage sur chantier Composants fabriqués par formage à chaud ou soumis à un traitement thermique pendant la fabrication Composants de poutres à treillis en profils creux nécessitant des découpes d'extrémité en gueule de loup

Les classes d'exécution sont ensuite choisies en fonction des classes de conséquences, des catégories de service et des catégories de fabrication retenues pour les éléments considérés.

Elles peuvent être choisies sur la base des indications du tableau ci-après :

Classes de Conséquences		CC1		CC2		CC3	
Catégories de service		SC1	SC2	SC1	SC2	SC1	SC2
Catégories de fabrication	PC1	EXC1	EXC2	EXC2	EXC3	EXC3	EXC3
	PC2	EXC2	EXC2	EXC3	EXC3	EXC3	EXC4
Il convient d'appliquer EXC4 aux structures spéciales ou à celles présentant des conséquences de ruine extrêmes (voir réglementations nationales)							

À noter qu'en l'absence de spécification dans le contrat, c'est la classe 2 qui s'applique.

3.2 Les tolérances géométriques

Les tolérances géométriques des structures ou éléments de structures sont un sujet éminemment polémique dans la mesure où l'on ne dispose que de très peu de critères objectifs. Il s'agit de concilier l'économique et le nécessaire, en d'autres termes d'être raisonnable. L'élaboration de la norme française P 22-810 relative aux tolérances pour les ouvrages d'art avait donné lieu à des discussions âpres et passionnées.

Au niveau européen, deux types de tolérances ont été retenus :

- les tolérances essentielles qui conditionnent la sécurité de la structure et sont donc liées à la conception et aux exigences de l'Eurocode 3 ;
- les tolérances fonctionnelles liées aux nécessités de montage et de correspondance de pièces ou éléments.

Des tolérances spéciales peuvent, bien entendu, être requises dans des cas particuliers tels que la fixation de panneaux de façade en verre par exemple.

3.3 L'organisation de la qualité

Le type et la rigueur des exigences relatives à l'organisation de la qualité sont fonction de l'importance de la structure. L'incidence économique sur l'organisation du travail et le volume des documents qui en découlent sont directement proportionnels à ces exigences ; c'est pourquoi il convient avant tout d'être pragmatique et d'agir « utile ».

Au stade actuel de la norme, l'exigence d'un Plan qualité n'est pas systématique, mais le constructeur doit préciser un certain nombre de points.

Lorsqu'un Plan qualité n'est pas exigé, les documents du constructeur doivent préciser les points ci-après :

- 1/ l'attribution des tâches et de l'autorité au cours des diverses phases du projet ;
- 2/ les procédures, méthodes et instructions de travail devant être appliquées ;
- 3/ un plan de contrôle spécifique à l'ouvrage ;
- 4/ une procédure de traitement des changements et modifications ;
- 5/ une procédure de traitement des non-conformités, demandes de dérogation et litiges concernant la qualité ;
- 6/ tous les points d'arrêt ou exigences concernant les contrôles ou essais devant témoin, et toutes les exigences d'accès correspondantes.

Lorsqu'un Plan qualité est exigé, celui-ci doit suivre un schéma bien défini. En l'occurrence, c'est celui du fascicule 66 du CCTG qui a été proposé au groupe de travail et qui a été accueilli favorablement.

Rappelons qu'il doit comprendre un document général de maîtrise de la qualité, et donner lieu à l'établissement d'un dossier préalable à l'exécution et d'un dossier d'exécution.

Le document général de maîtrise de la qualité doit aborder les points suivants :

- étude des exigences du cahier des charges comparées aux capacités d'exécution ;
- organigramme du personnel d'encadrement responsable du projet, responsable des études ;
- principes et modalités d'organisation du contrôle, y compris l'attribution des responsabilités pour chaque tâche de contrôle ;
- points d'arrêt ou exigences concernant les contrôles ou essais devant témoin, et toutes les exigences d'accès correspondantes.

Le dossier préalable à l'exécution contient principalement une liste des ressources mises en œuvre (personnel et équipement), une liste des procédures de contrôle ainsi que des vérifications devant être effectuées. Ces documents doivent être produits avant l'exécution de l'étape de construction à laquelle ils se rapportent.

Le dossier d'exécution comprend les enregistrements réels des contrôles et vérifications réalisés, ou qui démontre les qualifications ou certifications des ressources mises en œuvre. Ceux qui concernent les points d'arrêt, s'ils affectent la poursuite de l'exécution, doivent être produits au préalable.

4. LES NORMES ASSOCIÉES À L'EN 1090-2

Pour qui a eu l'habitude d'utiliser des codes ou des cahiers des charges où figuraient toutes les prescriptions, la normalisation ne paraît pas constituer un progrès. La règle est, en effet, qu'il est interdit de répéter des prescriptions figurant dans une norme existante, ce qui conduit parfois à des exigences « à tiroir » avec des renvois successifs d'une norme sur l'autre. La solution présente néanmoins quelques avantages dans la mesure où l'on évite le risque d'exigences contradictoires, cas où la norme « support » serait modifiée et où les modifications ne seraient pas reportées dans la norme de base. Par ailleurs, dans le cas de l'EN 1090-2, l'incorporation des normes support aurait conduit à un volume de texte proche de celui d'un dictionnaire.

L'utilisateur peut, à juste titre, ressentir quelque inquiétude à la lecture de la clause 2 qui comporte quelque 200 « Références normatives ». Les plus nombreuses sont les normes de produits, au nombre d'une centaine. Viennent ensuite une trentaine de normes soudage, une quinzaine de normes d'essais destructifs ou non destructifs applicables aux soudures ainsi qu'une vingtaine de normes relatives à la protection contre la corrosion.

5. MATÉRIAUX ET PRODUITS

La clause 5 « Matériaux et produits » de l'EN 1090-2 contient des prescriptions relatives à sept types de matériaux ou produits :

- Aciers (aciers au carbone, aciers inoxydables, aciers moulés) ;
- Produits consommables pour soudage (électrodes, fils et flux) ;
- Éléments de fixation mécaniques (boulons, rivets, goujons...) ;
- Produits de calage ;
- Joints de dilatation ;
- Appareils d'appui ;
- Câbles à haute résistance.

L'analyse de cette clause pourrait consister en une litanie de normes de référence dont nous avons vu qu'elles étaient nombreuses. Mais, outre que le niveau d'attention des lecteurs subirait une baisse rapide, il est fort peu probable que l'objectif d'information serait atteint.

Il est donc préférable de situer l'ensemble de ces produits et de leurs normes de référence dans le contexte européen, en essayant de voir comment les préoccupations de l'utilisateur, donneur d'ordres ou constructeur, ont été prises en compte et en mettant l'accent sur quelques points particuliers.

On pourrait résumer les préoccupations du donneur d'ordres sous forme de deux questions : « Comment dois-je spécifier mes produits ? » et « Comment la qualité de ces produits est-elle assurée et vérifiée ? ».

La réponse à la première question est « Par référence aux normes pertinentes » car, hormis les joints de dilatation, tous les produits visés sont aujourd'hui couverts par des normes européennes (ou à défaut, nationales).

Encore faut-il avoir répondu d'abord à la question de base « De quels produits ai-je besoin ? ». Ceci paraît une évidence, mais il est indispensable que soient définies avec précision les nuances et qualités d'acier, les classes de boulons, la nature des produits de calage, la résistance à la traction des câbles et le type d'appareil d'appui. Seule exception, les produits d'apport pour soudage dont les caractéristiques mécaniques sont étroitement liées à celles du métal de base et la nature au procédé de soudage utilisé par le constructeur.

La deuxième question peut recevoir deux types de réponse selon qu'il s'agit de contrôles de fabrication ou de contrôles de réception, en d'autres termes de contrôles producteur ou de contrôles client. Ce dernier point a été résolu en liant, tout au moins pour les produits métalliques, la nature du document accompagnant les produits à la classe d'exécution, par référence à la norme EN 10204 « Matériaux métalliques – Types de documents de contrôle » conformément au tableau ci-après :

Nuance de l'acier	Classe d'exécution		
	EXC1	EXC2	EXC3 et EXC4
≤ S275	Rapport d'essai, type 2.2	Rapport d'essai, type 2.2	Rapport d'essai, type 2.2
> S275	Rapport d'essai, type 2.2	Certificat de contrôle, type 3.1	Certificat de contrôle, type 3.1

Concernant la qualité en fabrication, il convient de souligner le changement fondamental introduit par les réglementations européennes. Il y a encore quelques années, l'obligation était faite, tout au moins pour les ouvrages d'art, d'utiliser des aciers disposant d'un agrément ministériel, dit agrément CIPACAS. En 2000, le nouveau fascicule 4 titre III du CCTG a remplacé cet agrément par la certification NF. Les boulons à serrage contrôlé pour construction métallique étaient, quant à eux, soumis à ce dernier régime depuis 1983.

La construction européenne met ces dispositions en sursis. L'objectif principal est en effet de supprimer les entraves techniques aux échanges en prenant en compte les exigences des diverses réglementations des pays membres de l'Union européenne. Dans ce but, un certain nombre de directives ont été prises : directive « Machines », directive « Équipements sous pression » et pour ce qui nous concerne la directive « Produits de la Construction ».

Le principe est de définir un certain nombre d'exigences dites « essentielles », de s'assurer de la conformité des produits à ces exigences et d'identifier les produits à l'aide du marquage CE. Tous les produits de la construction devront donc être revêtus à terme du marquage CE.

Une remarque : le marquage CE n'est pas une marque de qualité, mais un marquage réglementaire.

6. LA DIRECTIVE « PRODUITS DE LA CONSTRUCTION »

6.1 Les exigences essentielles

La particularité de la DPC (directive "Produits de la construction") est que les produits concernés doivent être conçus et fabriqués de telle sorte que les ouvrages dans lesquels ils sont utilisés satisfassent aux exigences essentielles définies par la directive.

Celles-ci sont au nombre de six :

- Résistance mécanique et stabilité ;
- Sécurité en cas d'incendie ;
- Hygiène, santé et environnement ;
- Sécurité d'utilisation ;
- Protection contre le bruit ;
- Économie d'énergie et isolation thermique.

Ces exigences essentielles se traduisent en termes de caractéristiques pour les produits, définies dans un mandat relatif à une famille de produits déterminés.

6.2 Le contrôle de la conformité

La directive « Produits de la construction » prévoit quatre méthodes de contrôle de la conformité, avec deux variantes, telles que présentées dans le tableau ci-après :

Le système retenu est précisé dans chaque mandat relatif à une famille de produits.

Systèmes	1	1+	2	2+	3	4
Essai de type initial	0	0	X	X	0	X
Essais d'échantillons	X	X	(X)	(X)		
Inspection initiale	0	0	0	0		
Contrôle de production	X	X	X	X	X	X
Surveillance continue		0		0		
Essais sur prélèvements	(0)	(0)				

 Certification

 X Tâche du producteur

 Déclaration

 0 Tâche de l'organisme notifié

6.3 Le mandat M120 et les caractéristiques des produits

Les mandats définis pour l'application des directives relèvent d'une décision de la Commission des Communautés européennes ; celle relative au mandat M120 concernant les « Produits de construction métallique et produits connexes » date du 9 mars 1998.

Dans chaque mandat, on trouve la définition des produits concernés, le système d'attestation de conformité retenu et la liste des caractéristiques liées aux exigences essentielles qui doivent être couvertes impérativement par les normes harmonisées des produits concernés.

Le mandat M120 définit quatre sous-familles de produits :

- Profils métalliques structurels ;
- Éléments structurels de construction métallique ;
- Matériaux de soudage ;
- Connecteurs de construction.

Le système d'attestation de conformité, qui ne peut être discuté, est le système 2+ comprenant un programme d'essais de type initial et un contrôle de production réalisés par le fabricant, complétés par un audit initial et une surveillance continue effectués par un organisme de certification agréé dit « organisme notifié ».

La liste des caractéristiques est propre à chaque sous-famille. Elle a été établie par des experts non techniques, sur la base des diverses réglementations en vigueur dans les pays membres, et a été discutée et amendée par les comités techniques du CEN respectivement concernés.

Les listes de caractéristiques relatives à l'exigence essentielle de résistance et stabilité qui ont été arrêtées après accord du CEN, sous réserves de justifications des choix des comités techniques, sont indiquées ci-après :

- Profils métalliques structurels
 - tolérances de dimension et de forme allongement
 - résistance à la traction
 - limite d'élasticité
 - résilience
 - soudabilité (composition chimique)

- Éléments structurels de construction métallique
 - tolérances de dimension et de forme
 - capacité portante
 - résistance aux chocs
 - résistance à la fatigue (le cas échéant)

- Matériaux de soudage
 - allongement
 - résistance à la traction
 - limite d'élasticité
 - résilience
 - composition chimique

- Connecteurs de construction
 - tolérances de dimension et de forme
 - allongement
 - résistance à la traction
 - limite d'élasticité
 - résilience
 - aptitude à la précontrainte (serrage), incluant le coefficient de frottement
 - résistance au cisaillement

Les normes harmonisées correspondantes doivent reprendre ces caractéristiques, préciser les méthodes utilisées pour leur détermination, définir la consistance de l'essai de type initial ainsi que les éléments principaux du contrôle de fabrication en usine et les conditions du marquage CE. Pour tenir compte de l'éventail de produits dans chaque sous-famille, certains comités techniques ont décidé d'élaborer une norme « chapeau » générale répondant à ces critères.

Les valeurs de chaque caractéristique figurent dans les normes propres à chaque produit, considérées comme normes supports. Nous allons faire le point sur un certain nombre d'entre elles.

7. LES NORMES DE PRODUITS

7.1 Aciers

7.1.1 Aciers de construction

Le travail de conversion des Euronormes en normes européennes avait été entrepris, il y a plus de dix ans par l'ECISS/TC 10.

Les constructeurs métalliques disposaient d'un large éventail de nuances d'aciers définies par les normes suivantes :

- EN 10025 : Produits laminés à chaud en aciers de construction non alliés. Conditions techniques de livraison.
- EN 10113-1 : Produits laminés à chaud en aciers de construction soudables à grains fins.
Partie 1 : Conditions générales de livraison
- EN 10113-2 : Produits laminés à chaud en aciers de construction soudables à grains fins.
Partie 2 : Conditions de livraison des aciers à l'état normalisé/laminage normalisant
- EN 10113-3 : Produits laminés à chaud en aciers de construction soudables à grains fins.
Partie 3 : Conditions de livraison des aciers obtenus par laminage thermomécanique.
- EN 10137-2 : Tôles et larges plats en aciers de construction à haute limite d'élasticité à l'état trempé et revenu ou durci par précipitation.
Partie 2 : Conditions de livraison des aciers à l'état trempé et revenu.
- EN 10155 : Aciers de construction à résistance améliorée à la corrosion atmosphérique.
Conditions techniques de livraison.

Certaines d'entre elles, telle l'EN 10025, avaient atteint l'étape de révision quinquennale ; le mandat de la Commission fournit l'occasion d'une révision de l'ensemble de ces normes.

La position définie plus haut d'élaborer une norme « chapeau », ainsi qu'une forte demande de regroupement des aciers de construction en une seule norme exprimée par les utilisateurs, ont abouti à la mise à l'enquête d'une nouvelle EN 10025 « Produits laminés à chaud en aciers de construction », en six parties :

- EN 10025-1 : Produits laminés à chaud en aciers de construction

Partie 1 : Conditions générales de livraison

et cinq parties supports :

- EN 10025-2 : Conditions techniques de livraison pour les aciers de construction non alliés
- EN 10025-3 : Conditions techniques de livraison pour les aciers de construction soudables à grains fins à l'état normalisé/laminage normalisant
- EN 10025-4 : Conditions techniques de livraison pour les aciers de construction soudables à grains fins obtenus par laminage thermomécanique
- EN 10025-5 : Conditions techniques de livraison pour les aciers de construction à résistance améliorée à la corrosion atmosphérique
- EN 10025-6 : Conditions techniques de livraison pour produits plats en acier à haute limite d'élasticité à l'état trempé et revenu

Sur le plan technique, les modifications notables portent sur le carbone équivalent qui devient obligatoire pour toutes les nuances d'acier ainsi que sur l'harmonisation, dans la mesure du possible, des caractéristiques des aciers à l'état normalisé ou obtenus par laminage thermomécanique.

La première de ces modifications résulte de la caractéristique de soudabilité figurant dans le mandat. Par ailleurs, les aciers présentant un CEV > 0,47 seront soumis à des essais de soudabilité au titre du programme d'essai de type initial. La seconde correspond à une demande des projeteurs.

Pour ce qui concerne les profils creux, la solution d'une norme « chapeau » n'a pas été retenue pour diverses raisons. Les normes EN 10210-1 « Profils creux pour la construction finis à chaud en aciers de construction non alliés et à grains fins. Partie 1 : Conditions techniques de livraison » et EN 10219-1 « Profils creux pour la construction formés à froid en aciers de construction non alliés et à grains fins. Partie 1 : Conditions techniques de livraison » ont donc été révisées pour incorporer les exigences de la DPC.

7.1.2 Aciers moulés

Les aciers moulés sont couverts, de façon générale par les normes EN 1559-1 « Fonderie – Conditions techniques de fourniture – Partie 1 : Généralités » et EN 1559-2 « Fonderie – Conditions techniques de fourniture – Partie 2 : Spécifications complémentaires pour les pièces moulées en acier ». Ces normes sont complétées par une norme spécifique aux aciers moulés de construction l'EN 10340 « Aciers moulés de construction ». Cette norme contient tous les éléments nécessaires au marquage CE.

7.2 Consommables pour soudage

Les électrodes, fils et flux sont multiples et variés de même que leur utilisation (appareils à pression, distribution de gaz, off-shore, construction métallique, etc.). Les normes de classification et de caractéristiques propres à chaque produit n'ont donc pas été remaniées pour satisfaire à la Directive.

Une norme « chapeau » générale EN 13479 « Produits consommables pour soudage – Norme générale de produit pour les métaux d'apport et les flux pour le soudage par fusion de matériaux métalliques » a donc été rédigée.

Elle s'appliquera uniquement aux produits relevant de cette directive « Produits de la construction ».

Elle s'appuie en outre sur la norme EN 14532 « Produits consommables pour le soudage – Méthodes d'essai et exigences de qualité », en trois parties :

- prEN 14532-1 : Produits consommables pour le soudage. Méthodes d'essai et exigences de qualité.
Partie 1 : Méthodes primaires et évaluation de la conformité des produits consommables pour l'acier, le nickel et les alliages de nickel

- prEN 14532-2 : Produits consommables pour le soudage. Méthodes d'essai et exigences de qualité. Partie 2 : Méthodes complémentaires et évaluation de la conformité des produits consommables pour l'acier, le nickel et les alliages de nickel
- prEN 14532-3 : Produits consommables pour le soudage. Méthodes d'essai et exigences de qualité. Partie 3 : Évaluation de la conformité des fils électrodes, fils et baguettes pour le soudage des alliages d'aluminium

7.3 Aciers

7.3.1 Boulonnerie de construction apte à la précontrainte

Les travaux de rédaction de normes européennes relatifs à la boulonnerie de construction apte à la précontrainte, ont commencé, il y a une dizaine d'années. Pendant dix ans les experts se sont affrontés et ont confronté les caractéristiques respectives de deux systèmes, HR et HV, dans le but d'aboutir, sans résultat, à une norme de produit unique. Le mandat M120 ainsi que la forte recommandation qui y est incluse de raisonner en terme de performance, plutôt qu'en terme de valeurs, ont permis de dégager un consensus sur le maintien des deux systèmes sous réserve d'introduire une vérification de l'aptitude à l'emploi.

La norme EN 14399 « Boulonnerie de construction à haute résistance apte à la précontrainte » comporte donc six parties :

- EN 14399-1 : Boulonnerie de construction à haute résistance apte à la précontrainte.
Partie 1 : Exigences générales (harmonisée)
- EN 14399-2 : Boulonnerie de construction à haute résistance apte à la précontrainte.
Partie 2 : Méthode d'essai d'aptitude à l'emploi

et des parties supports dont quatre ont été publiées :

- EN 14399-3 : Boulonnerie de construction à haute résistance apte à la précontrainte.
Partie 3 : Système HR - Boulons à tête hexagonale (vis + écrou + rondelle)
- EN 14399-4 : Boulonnerie de construction à haute résistance apte à la précontrainte.
Partie 4 : Système HV - Boulons à tête hexagonale (vis + écrou + rondelle)
- EN 14399-5 : Boulonnerie de construction à haute résistance apte à la précontrainte.
Partie 5 : Rondelles plates
- EN 14399-6 : Boulonnerie de construction à haute résistance apte à la précontrainte.
Partie 6 : Rondelles plates chanfreinées

et quatre autres, relatives aux boulons à tête fraisée, aux boulons calibrés, aux boulons HRC et aux rondelles indicatrices de précontrainte sont en cours de rédaction.

Le point fondamental de cette norme consiste à considérer l'ensemble vis-écrou-rondelle, non pas comme un assemblage de constituants séparés, mais comme un tout et d'en vérifier les performances par un essai d'aptitude au serrage. Il y est défini trois classes relatives au coefficient k de rendement du couple :

- k^0 : aucune exigence
- k^1 : le coefficient k doit être compris entre deux valeurs limites
- k^2 : le coefficient k moyen du lot, ainsi que son coefficient de variation doivent être déterminés

L'attention est attirée sur le fait que la mise en œuvre des boulons précontraints par la méthode du couple exige une bonne connaissance du coefficient k et de sa dispersion. Le recours à la classe k^2 est donc obligatoire.

7.3.2 Boulonnerie de construction non précontrainte

La norme EN 1090-2 comporte les références à un certain nombre de normes dimensionnelles, les normes de base pour les caractéristiques mécaniques étant l'EN ISO 898-1 « Caractéristiques mécaniques des éléments de fixation en acier au carbone et en acier allié - Partie 1 : Vis et goujons » et l'EN 20898-2 « Caractéristiques mécaniques des éléments de fixation - Partie 2 : Écrous avec charges d'épreuve spécifiées - Filetage à pas gros ».

Ces normes resteront toujours en référence, mais une norme relative aux exigences générales, conforme à la DPC, a été rédigée, l'EN 15048. À terme, toute la boulonnerie non précontrainte utilisée en construction métallique devrait porter un marquage spécifique SB (Structural Bolting).

7.3.3 Autres éléments de fixation

Il n'existe actuellement pas de norme harmonisée traitant d'éléments de fixation tels que rivets aveugles, vis auto-taraudeuses ou autres produits utilisés pour l'assemblage des éléments minces. Des normes européennes traitent cependant des caractéristiques mécaniques de certains produits.

Ces produits seront soumis à moyen terme aux procédures d'agrément technique européen en vue du marquage CE si, comme il est vraisemblable, les comités techniques ne sont pas en mesure d'élaborer les normes harmonisées dans des délais raisonnables.

8. LES NORMES DE SOUDAGE

Avec le soudage, nous abordons un domaine de la construction métallique où le recours à la normalisation est sans doute le plus complexe et le plus diversifié.

Ceci n'est pas le fait de la construction métallique, mais bien celui de la technique. En effet, le soudage est une technique « horizontale » dont les applications sont multiples : appareils à pression, distribution de gaz, off-shore, construction métallique, automobile... Par ailleurs, les procédés et méthodes progressent chaque jour, mais deviennent aussi plus complexes. Enfin la compétition internationale ne peut se dérouler dans des conditions normales de concurrence que si elle dispose de textes de référence, élaborés avec le consensus du plus grand nombre et servant de base aux contrats.

Il en résulte un ensemble de textes dont l'objectif est de traiter dans le détail toutes les opérations concourant à la qualité en soudage. Articulés entre eux, ils apparaissent au non initié comme un labyrinthe dont il conviendrait d'établir le plan. C'est ce que nous allons tenter de faire en établissant le parallèle entre les normes utilisées aujourd'hui et celles qui prévaudront demain.

8.1 Situation actuelle

L'exécution du soudage des constructions métalliques est actuellement régie par un ensemble de trois normes :

- P 22-471 : Assemblages soudés - Fabrication
- P 22-472 : Qualification des modes opératoires de soudage
- P 22-473 : Étendue des contrôles non destructifs

complétées par un fascicule de documentation P 22-474 « Assemblages soudés - Guide de choix de la classe de qualité ».

À l'exception des références aux normes de qualification des modes opératoires de soudage et de qualification des soudeurs, la norme P 22-471 peut être considérée comme auto portante. Tous les aspects relatifs à la qualité d'exécution des assemblages soudés sont traités en détail : usinage, programme de soudage, qualification des modes opératoires, qualification des soudeurs, contrôles non destructifs, critères d'acceptation des défauts. Cette présentation offre l'avantage indéniable de regrouper en un seul document tous les renseignements nécessaires à l'utilisateur. Elle présente, en revanche, quelques inconvénients :

- Les prescriptions risquent d'être définies de façon différente dans les textes relatifs aux diverses applications alors que la technique de fabrication est similaire (CODAP pour les appareils à pression, E 83-100 pour la construction d'ensembles mécano-soudés...).
 - Les limites d'utilisation des diverses méthodes de fabrication ou de contrôle sont figées (sauf révision de la norme) alors que des progrès sont accomplis ou que divers facteurs tendent à privilégier certaines d'entre elles.
- L'harmonisation des prescriptions techniques concernant le soudage a donc été entreprise au niveau européen avec, pour objectif, la prise en compte des normes soudage dans les normes relatives à chaque secteur d'application.

Au niveau français, un premier pas a été franchi lors de la révision de la norme P 22-472 concernant la qualification des modes opératoires de soudage. Auto portante lors de sa première édition, cette norme s'est transformée en norme d'application de la norme européenne EN 288-3 au secteur de la construction métallique ; la version actuelle ne contient donc que les compléments jugés nécessaires.

L'EN 1090-2, quant à elle, prend en compte l'ensemble des normes pertinentes du secteur soudage et en précise les options d'utilisation.

8.2 Les normes soudage dans l'EN 1090-2

La clause soudage de l'EN 1090-2 fait référence à une quarantaine de normes qu'il serait fastidieux et inutile d'analyser en détail. Trois points méritent un développement :

- l'organisation générale de la qualité ;
- la qualification des modes opératoires ou du personnel ;
- les contrôles non destructifs et les critères d'acceptation.

8.2.1 L'organisation générale de la qualité

L'option fondamentale de l'EN 1090-2 est de spécifier que les opérations de soudage doivent être effectuées conformément aux exigences de l'EN ISO 3834 (ex EN 729) « Exigences de qualité en soudage. Soudage par fusion des matériaux métalliques » qui constitue, en fait, une déclinaison de l'ISO 9000 appliquée au soudage et traite des points suivants :

- Revue de contrat et du dossier de conception ;
- Sous-traitance ;
- Personnel chargé du soudage ;
- Personnel chargé des contrôles, essais et examens ;
- Matériels ;
- Activités de soudage ;
- Produits consommables pour soudage ;
- Stockage des matériaux de base ;
- Traitement thermique après soudage ;
- Contrôles, essais et examens liés au soudage ;
- Non-conformités et actions correctives ;
- Étalonnage ;
- Identification et traçabilité ;
- Enregistrements relatifs à la qualité.

Après une première partie, relative aux éléments de choix du niveau de qualité en fonction des exigences contractuelles, l'EN ISO 3834 précise dans ses parties 2, 3 et 4, de sévérité décroissante, les exigences de qualité applicables au soudage, aussi bien en atelier que sur site. Dans l'EN 1090-2, ce choix est déjà fait, reliant les exigences de qualité aux classes d'exécution requises.

Les points concernant les activités de soudage proprement dites, le personnel chargé du soudage, des contrôles, essais et examens, ces contrôles, essais et examens eux-mêmes méritent un examen. Dans ces trois domaines, les exigences techniques particulières relevant de l'application des principes généraux de la qualité sont complétées par des références à un ensemble de normes spécifiques présentant une architecture plus ou moins complexe.

8.2.1.1 Les activités de soudage

Les activités de soudage doivent, comme toutes les autres activités, disposer au titre de l'organisation de la qualité d'un programme de production comportant la liste et l'identification des opérations à réaliser, des contrôles et essais à effectuer ainsi que les références aux processus applicables. Ce dernier point fait l'objet d'une série de normes traitant des descriptifs et qualifications des modes opératoires de soudage développées ci-après.

8.2.1.2 Le personnel chargé du soudage et des contrôles

L'expression « personnel chargé du soudage » recouvre classiquement les soudeurs, pour ce qui concerne le soudage manuel, et les opérateurs, pour ce qui est du soudage automatique ou semi-automatique. Pour chacune de ces catégories, il est précisé qu'ils doivent être qualifiés par une épreuve appropriée définie dans la série des normes EN 287, concernant les soudeurs, ou de l'EN 1418, concernant les opérateurs.

Par ailleurs, l'EN ISO 3834 introduit une notion nouvelle, celle de « coordonnateur en soudage ». Définie dans la norme EN ISO 14731 (ex-EN 719) « Coordination en soudage – Tâches et responsabilités » selon trois niveaux de connaissances techniques, fondamentales (B), spécifiques (S) ou complètes (C) ; cette fonction peut être exercée par diverses personnes : ingénieur soudeur, technologue en soudage, chef de production, contre-maître... Le niveau de connaissances requis a donné lieu à de longs débats pour aboutir au tableau ci-après :

Classe d'exécution	Aciers	Épaisseur		
		t ≤ 25	25 < t ≤ 50	t > 50
EXC2	S235 à S355	B	S	C
EXC3	S420 à S700	S	C	C
EXC2	S235 à S355	S	C	C
EXC3	S420 à S700	C	C	C
EXC4	Tous	C	C	C

Pour ce qui concerne le personnel chargé de réaliser les contrôles non destructifs, une certification selon l'EN 473 « Qualification et certification du personnel en contrôle non destructif – Principes généraux » est requise. Rappelons que cette certification comporte trois niveaux et qu'elle est délivrée selon la technique de contrôle pratiquée : ultrasons, rayonnements ionisants, magnétoscopie, ressuage. L'organisme français de certification est la COFREND (Confédération Française pour les Essais Non Destructifs).

8.2.1.3 Contrôles, examens et essais

Les exigences de qualité relatives aux contrôles, examens et essais relèvent dans leur majorité d'une bonne pratique des opérations de soudage. Avant soudage, il convient d'identifier les produits utilisés, matériaux de base et produits consommables, de vérifier la validité des qualifications, les préparations de joints... Pendant le soudage, ce sont les paramètres de soudage, les températures... qui retiennent l'attention ; après soudage, ce sont les vérifications dimensionnelles et les contrôles non destructifs qu'il faut pratiquer.

8.2.2 La qualification des modes opératoires de soudage

Les normes de qualification des modes opératoires de soudage à l'arc figurent parmi les plus anciennes publiées par le Comité technique CEN/TC 121, particulièrement celles concernant les épreuves de qualification sur aciers ou alliages d'aluminium (EN 288-1 à 4).

À ces normes, qui respectaient la règle générale du choix entre « pas de qualification » ou « qualification par épreuve », sont venues s'ajouter de nouvelles modalités de qualification, la philosophie générale étant d'offrir un éventail de possibilités permettant de choisir la solution la plus économique et techniquement la plus appropriée.

L'extension à d'autres procédés de soudage, ainsi qu'à d'autres matériaux, a conduit à une refonte complète du système selon le tableau ci-après.

Procédé	Soudage à l'arc	Soudage au gaz	Faisceau d'électrons	Soudage Laser	Soudage par résistance	Soudage des goujons	Soudage par friction
Règles générales	EN ISO 15607						
Groupement des matériaux	CR ISO/TR 15608		Non applicable		CR ISO/TR 15608		
DMOS	EN ISO 15609-1	EN ISO 15609-2	EN ISO 15609-3	EN ISO 15609-4	EN ISO 15609-5	EN ISO 14555	EN ISO 15620
Consommables agréés	Non applicable						
Expérience acquise			EN ISO 15611				
MOS standard			EN ISO 15612	Non applicable			
Essai préalable à la production			EN ISO 15613	EN ISO 15613 EN ISO 14555			
Épreuve de qualification	EN ISO 15614 - 1 : acier/nickel - 2 : Al - 3 : acier moulé - 4 : finition des aciers moulés - 5 : Ti / Zr - 6 : cuivre - 7 : rechargement - 8 : tube sur plaque - 9 : hyperbare sous eau - 10 : hyperbare à sec	EN ISO 15614 - 1 : acier/nickel - 3 : acier moulé - 6 : cuivre - 7 : revêtement	EN ISO 15614 - 7 : revêtement - 11 : faisceau d'électrons/soudage Laser	EN ISO 15614 - 12 : points molette et bossages - 13 : embout par étincelage		EN ISO 14555	EN ISO 15620

L'analyse du tableau ci-dessus fait ressortir les données suivantes :

- les règles générales s'appliquent à tous les procédés ;
- seuls le soudage de goujons et le soudage par friction n'entrent pas dans le schéma général, compte tenu de leur spécificité ;
- le groupage des matériaux est commun à tous les autres procédés (soudage à l'arc, soudage au gaz, soudage par faisceau d'électrons, soudage laser, soudage par résistance) ;
- les modalités de qualification par utilisation de produits consommables agréés, par référence à l'expérience acquise, par référence à un mode opératoire de soudage standard, par exécution d'un assemblage soudé particulier préalable à la production, sont également communes à ces mêmes procédés. Cela signifie que le même type de procédure peut être appliqué ;
- concernant la qualification par essai, des regroupements ont été effectués entre soudage à l'arc et soudage au gaz d'une part, soudage par faisceau d'électrons et soudage laser d'autre part. Ceci signifie que les mêmes types d'essais sont utilisés et interprétés suivant les mêmes modalités ;
- en revanche, les exigences relatives aux descriptifs des modes opératoires de soudage (DMOS) sont spécifiques à chaque procédé.

Si l'on s'en tient à la procédure couramment employée aujourd'hui en construction métallique, on a la correspondance suivante :

	Ancienne norme	Nouvelle norme
Règles générales	EN 288-1	EN ISO 15607
DMOS	EN 288-2	EN ISO 15609-1
Épreuve de qualification	EN 288-3	EN ISO 15614-1

Pour les classes d'exécution 3 et 4, l'EN 1090-2 ne retient que cette possibilité, ainsi que celle de l'essai préalable à la production (EN ISO 15613). Les autres options sont ouvertes pour la classe d'exécution 2. Rien n'est demandé pour la classe de base, classe 1.

8.2.3 Les contrôles non destructifs et les critères d'acceptation

Dernier volet d'organisation de la qualité, les contrôles non destructifs. S'ils ne suffisent pas à garantir un niveau de qualité déterminé, ils sont quand même déterminants pour l'acceptation d'une structure ou d'un équipement soudé. Au cours de ces dernières années, ils ont fait l'objet, eux aussi, d'un travail normatif important dont le concept général a considérablement évolué.

Rappelons tout d'abord la pratique actuelle. Pour la construction métallique, la norme française NF P 22-471 « Construction métallique – Exécution des assemblages soudés » décrit et définit trois classes de défauts pouvant être rencontrés dans les soudures. Elle précise, par ailleurs, les limites des méthodes de contrôles non destructifs : jusqu'à 40 mm d'épaisseur pour la radiographie, à partir de 20 mm pour les ultrasons. Elle prescrit enfin pour chaque méthode, en termes de niveaux d'indications, les défauts admissibles en fonction du degré de qualité requis.

Les avantages et inconvénients de cette rédaction ont été rappelés. Ici les inconvénients l'emportent largement car la technologie des méthodes de contrôle non destructif a connu, ces dernières années, des progrès significatifs ; en contrepartie, les modalités d'interprétation des indications ont évolué en devenant plus complexes. Les contrôles non destructifs des assemblages soudés sont aujourd'hui traités dans un ensemble de normes, élaborées selon une approche « horizontale » indépendante des applications traduite de la façon suivante :

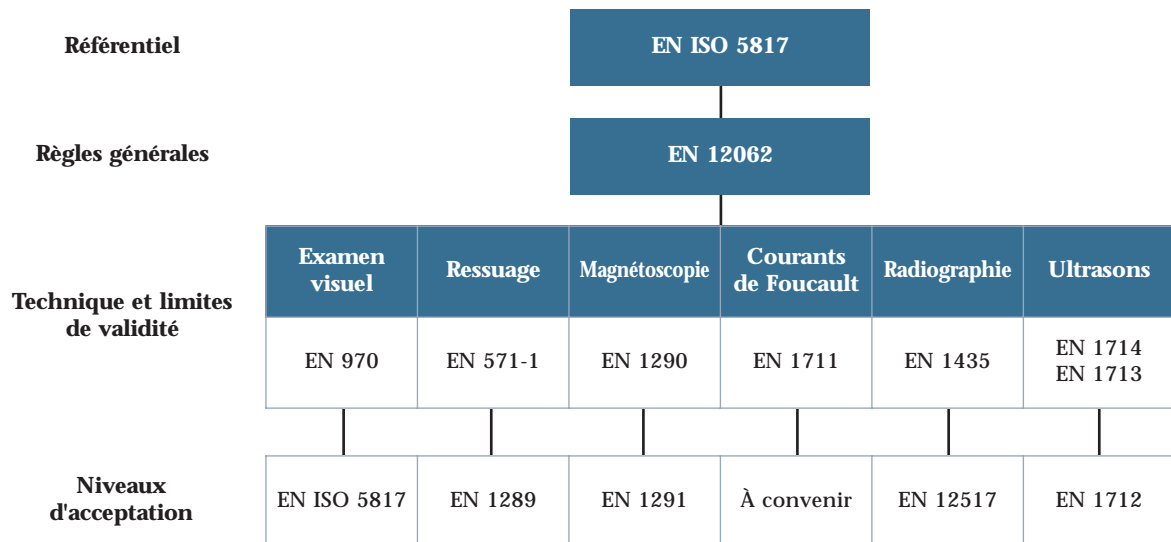
- Élaboration d'un référentiel unique pour la description et la définition des classes de défauts.
- Définition des modalités d'application de chaque méthode, ainsi que de leurs limites de validité, en précisant à partir de quel moment une indication peut être considérée comme significative ou non.

- Interprétation, pour chaque méthode, des niveaux d'indications fournies par celle-ci par référence aux classes de défauts de base.

La norme de base est l'EN ISO 5817 (ex-EN 25817) « Soudage - Assemblages en acier, nickel, titane et leurs alliages soudés par fusion (soudage par faisceau exclu) - Niveaux de qualité par rapport aux défauts » qui décrit et définit par ordre de sévérité décroissante trois classes de défauts : B, C et D. Cette norme se présente donc sous la forme d'un référentiel auquel pourront se rapporter à la fois les spécialistes des contrôles non destructifs et les utilisateurs finaux.

Suit la norme EN 12062 « Contrôles non destructifs des assemblages soudés – Règles générales pour les matériaux métalliques » qui « *donne des indications pour le choix de la méthode de contrôle non destructif des assemblages soudés et l'évaluation des résultats dans le cadre du contrôle qualité. Elle spécifie également les règles générales et les normes applicables pour différents types de contrôle, tant du point de vue de la méthodologie que des niveaux d'acceptation pour les matériaux métalliques* ».

Les détails sont ensuite donnés, tant en ce qui concerne la technique et ses limites de validité que les « niveaux d'acceptation », dans les normes spécifiques à chaque méthode. Six types de méthodes sont ainsi couverts : examen visuel, ressouage, magnétoscopie, courants de Foucault, radiographie et ultrasons. L'architecture du système est schématisée ci-après.



On peut regretter que la terminologie « niveaux d'acceptation » soit employée, entretenant une certaine ambiguïté par rapport aux tailles de défauts admissibles ; il ne peut s'agir en fait que de la « traduction », en termes d'indications et selon la méthode utilisée, des classes définies dans l'EN ISO 5817 : ce que l'on pourrait appeler la fonction de transfert de la méthode.

Un concepteur ou un fabricant à l'origine d'un projet, d'une construction, doit connaître la nature et la taille des défauts admissibles lors de sa fabrication mais, en général, il ne peut pas préjuger de la ou des méthodes de contrôles non destructifs qui seront utilisées.

Dans le système proposé, son seul souci sera de choisir la classe de défauts tolérés par rapport au référentiel de base, EN ISO 5817. Dans le cas de l'EN 1090-2, il n'aura, comme pour le reste, qu'à définir les classes d'exécution requises. En l'état actuel de la norme, les exigences suivantes sont fixées :

- Classe d'exécution 1 Niveau de qualité D
- Classe d'exécution 2 Niveau de qualité C
- Classe d'exécution 3 Niveau de qualité B
- Classe d'exécution 4 Niveau de qualité B avec exigences complémentaires prenant en compte les effets de fatigue

9. CONCLUSION

On voit donc, qu'excepté les gros bataillons concentrés sur deux sujets particuliers, matériaux et soudage, il n'est pas nécessaire de disposer d'une volumineuse bibliothèque normative.

Concernant les matériaux et produits, bien que représentant un ensemble volumineux de textes de référence, on peut estimer que le recours à la normalisation ne complique pas outre mesure le travail de l'utilisateur. Dans ce domaine, c'est déjà devenu une habitude.

La question primordiale reste de bien choisir le produit à utiliser et de vérifier ses caractéristiques par rapport à la norme pertinente.

Les dispositions prises pour l'application du marquage CE au domaine de la construction métallique, complétées par celles de l'EN 1090 en matière de documents de contrôles, devraient éviter à l'utilisateur de se poser des questions inutiles concernant l'assurance de la qualité. Restera toujours celle de la classe d'exécution, question à laquelle il est le seul à pouvoir répondre.

Comme pour les matériaux et produits, les normes de référence en soudage représentent un ensemble volumineux de textes. Certains ne peuvent être manipulés que par des spécialistes, telle la méthode d'exploitation des contrôles par ultrasons ; il n'est pas indispensable, dès lors d'en connaître les détails. D'autres s'adressent plus spécialement au personnel chargé de l'inspection ; leur connaissance est indispensable, mais nécessite une bonne formation technique de base.

Du point de vue du donneur d'ordre, l'essentiel est de porter son effort sur une bonne compréhension des normes d'organisation de la qualité, c'est-à-dire la série des EN ISO 3834. Pour ce faire, il n'est pas meilleure référence que le rapport technique CEN CR 13576 « Soudage – Mise en application des exigences de qualité de l'EN 729 pour le soudage par fusion des matériaux métalliques » dont l'objectif est de lever toutes les ambiguïtés de la norme en vue d'éviter les divergences d'interprétation et, par là même, les litiges.

On peut conclure que L'EN 1090-2 « Structures en acier et structures en aluminium – Exigences relatives à l'exécution des structures en acier » est conçue, de la commande des produits à la réception des ouvrages, suivant l'articulation d'un Plan qualité.

Elle attribue au donneur d'ordre la responsabilité du choix des classes d'exécution et des tolérances fonctionnelles, en fonction de ses exigences en matière de sécurité et d'économie.

Elle s'appuie sur des normes nombreuses dont il convient de connaître celles qui sont pertinentes pour l'objet du marché et qui doivent être considérées comme des « boîtes à outils » pour la réalisation de l'ouvrage.