

# La normalisation, outil stratégique des industries mécaniques

Depuis le début de l'ère industrielle, la normalisation est pour les industriels de la mécanique un outil stratégique majeur quant à l'évolution des modes de production et l'amélioration des produits, tant pour leur qualité intrinsèque que leur adéquation aux besoins des clients. C'est de plus un vecteur essentiel de la compétitivité de toute entreprise qui veut figurer parmi les acteurs majeurs du marché mondial. C'est pourquoi ces industries ont toujours souhaité disposer de leur propre organisme sectoriel de normalisation. L'évolution de la production de normes des dessins techniques, des composants mécaniques, des équipements... illustre celle de l'implication économique du secteur sur son marché.

par Philippe Contet  
et Jean-Pierre Chanard,  
*UNM*

Les premiers essais de normalisation paraissent aussi vieux que notre société. Sans remonter aux fûts de colonnes des temples grecs, ou aux règles utilisées par les compagnons au Moyen âge pour la construction des cathédrales, que constituaient les ordres de Gribeauval fixant au XVIII<sup>e</sup> siècle l'échelonnement des diamètres des bouches à feu de l'artillerie royale ? Quels étaient les objectifs des calibres de vérification utilisés par les contrôleurs de fabriques d'armes pour permettre le bon assemblage des pièces élémentaires produits en série dans diverses fabriques ou de la loi de 1795 ordonnant l'usage obligatoire dans toute la République du système métrique ?

## La mécanique à l'origine de la normalisation industrielle

L'avènement dans la seconde partie du XIX<sup>e</sup> siècle de l'ère industrielle concrétise et décuple les besoins de rationalisation, d'uniformisation, d'interchangeabilité des pièces et conduit à l'organisation de la normalisation dans les différents pays. Dès la fin de la guerre 1914-1918, les entreprises françaises sont inquiètes du développement de la normalisation dans les pays voisins, constatant qu'elle conduit à une notable diminution des coûts de fabrication.

Malgré les importants droits de douanes les protégeant, les entreprises françaises voient leur marché envahi par les produits étrangers provenant de pays où la normalisation s'est structurée et s'est développée (en 1925, 19 pays euro-

péens dont l'Allemagne et le Royaume-Uni possèdent un organisme officiel de normalisation ; en France, une Commission permanente de standardisation (CPS) a été créée en 1918, essentiellement au service des besoins militaires, mais faute de crédits financiers suffisants, elle cesse rapidement son activité).

A la fin de l'année 1925, le Bureau des Normes Suisses invite le Président de la Fédération de la mécanique à faire représenter l'industrie française à un congrès international de normalisation qu'il organise à Zurich. Les points à l'ordre du jour sont : filetages normaux et à pas fin, ouverture des clefs, clavettes, bouts d'arbres, hauteurs d'axes, accouplements, calibres limites, roulements à billes, conduites et tuyaux, meules émeri. Le Comité de direction de la Fédération estimant qu'il est indispensable de voir l'industrie française représentée à ce congrès international, désigne deux industriels pour assister à cette réunion et y faire entendre la voix de la France.

A la suite de ce congrès et compte tenu de l'importante activité des autres pays dans le domaine de la normalisation, est constitué, au sein de la Fédération de la mécanique, un secrétariat à la normalisation. Au cours des mois suivants, sous l'impulsion des présidents de diverses organisations patronales dont la Fédération de la mécanique, est créée l'Association française de normalisation

(Afnor) dont M. Auguste Rateau, Vice-Président de la Fédération de la mécanique, est élu Président.

Le secrétariat à la normalisation de la Fédération devient, en février 1927, le « Comité de normalisation de la méca-

Dès 1919, les entreprises françaises de la mécanique s'inquièrent du développement de la normalisation dans les pays voisins

nique », ancêtre de l'UNM « Union de normalisation de la mécanique ». Le CNM constitue dès son origine, cinq commissions : Filetages et rivets, Dessins techniques, Ajustages, Tuyauteries et Eléments de machines outils. Ces commissions existent toujours.

Les méthodes de travail des commissions (participation de toutes les catégories d'intérêts concernées, réalisation d'enquêtes publiques très larges), les règles que devaient respecter les experts techniques et les normalisateurs (les résultats de la normalisation doivent relever de la pratique courante et non de principes théoriques), les objectifs généraux poursuivis (maintenir un contact avec les associations de normalisation étrangères, se tenir informés des

travaux effectués à l'étranger, défendre les points de vue français, établir une collection de documents techniques la plus large possible) restent encore les piliers sur lesquels s'appuie encore notre action quotidienne.

A cette époque, les quelques « bureaux de normalisation sectoriels » existants publiaient eux-mêmes et vendaient les normes qu'ils élaboraient. Le besoin très important de normes conduit ainsi à publier, en avril 1928, les 32 pages de normes de boulonnerie – les premières de la série numérotées CNM1 à CNM27 – à 10 000 exemplaires. Ce tirage est épuisé en quelques mois et une seconde édition est lancée en septembre 1928.

**En avril 1928, les 32 pages de normes de boulonnerie furent tirées à 10 000 exemplaires !**

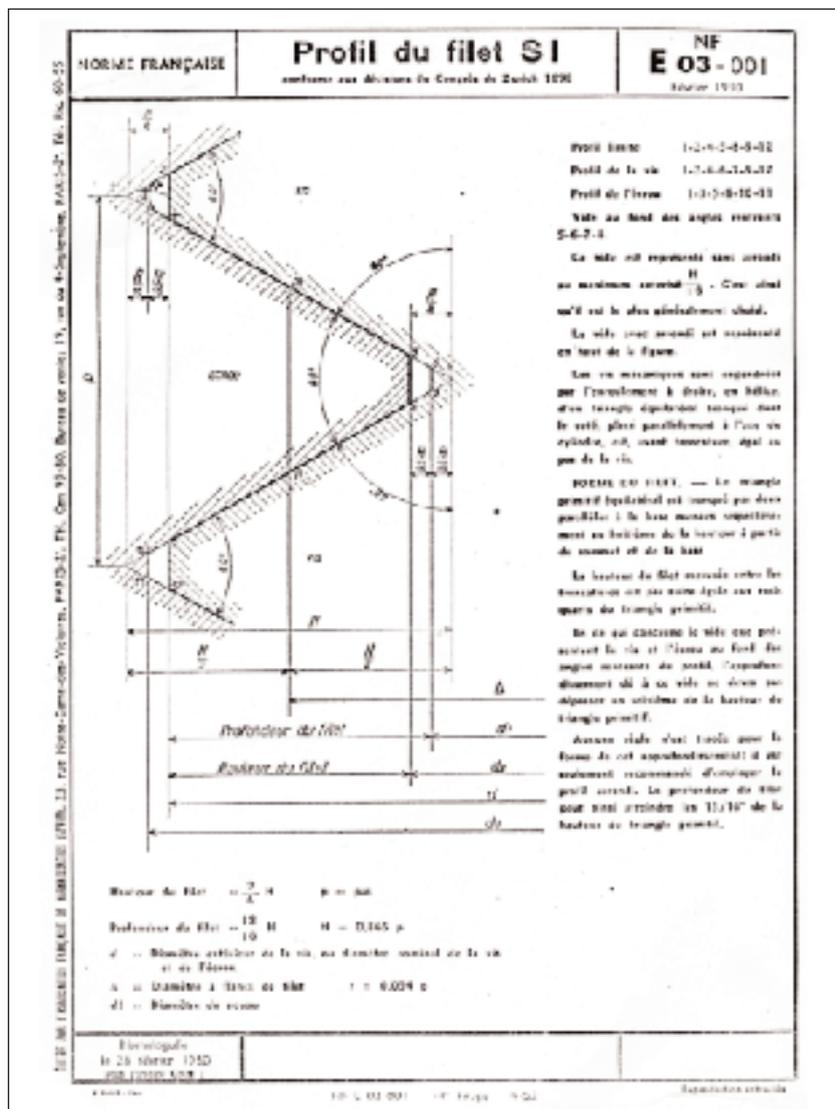
Que penser quand on sait qu'aujourd'hui, la vente de quelques centaines d'exemplaires d'une norme est considérée comme un succès ! Il est vrai qu'il s'agissait des premières normes de la mécanique et que la photocopieuse et Internet relevaient de la pure science fiction !

Le CNM multiplie ses travaux dans divers domaines :  
 mécaniciens : tubes, brides, lances d'incendie, cônes Morse, classification des machines, manomètres, roulements, chaînes de levage, dessins techniques. En août 1939, 371 normes sont parues. Certaines propositions du CNM sont même adoptées par d'autres pays (système international de tolérances, séries de nombres normaux). En 1948, le CNM sollicite AFNOR pour imprimer et diffuser les normes qu'il élabore et cesse donc d'être bureau de normalisation « éditeur ».

Dans le même temps, les travaux de normalisation internationaux s'amplifient. En 1926, l'ISA (Fédération Internationale des Associations de normalisation) est créée, avec 3 sous-comités techniques : SC 1 : Filetages – SC 2 : Boulonnerie – SC 3 : Ajustements. En 1947, l'ISO succède à l'ISA et comporte 64 comités techniques dont 14 concernent des produits fabriqués par les industries mécaniques. La première norme ISO : ISO 1 « Température de référence pour les mesures industrielles de longueur » est imputable à la mécanique.

## Création de l'UNM, Union de normalisation de la mécanique

Pour répondre aux besoins croissants des industriels en matière de normalisation et faciliter l'ouverture des travaux aux différents partenaires concernés, la Fédération des industries mécaniques décide de créer, en 1977, en commun avec le CETIM (Centre technique des industries mécaniques) et quelques syndicats professionnels de la mécanique, une association régie par la loi de 1901, l'UNM, Union de normalisation de la mécanique.



Graphique 1 - Profil du filet SI

Le financement de l'association est essentiellement assuré par le CETIM et la FIM. Les missions confiées à l'UNM incluent évidemment celles du CNM, c'est-à-dire la préparation et l'exécution du programme de normalisation souhaité par ses mandants, auxquelles s'ajoutent, dans le temps, le soutien aux syndicats professionnels pour la définition de leur stratégie normative, la préparation et l'expression des positions françaises dans les instances et dans les votes européens et internationaux et la formation des experts français participant aux travaux de ses commissions, aux procédures et règles de fonctionnement des systèmes normatifs français, européen et international.

L'UNM travaille en étroite collaboration avec l'AFNOR, animateur et coordinateur du système normatif français (regroupant une trentaine de bureaux de normalisation sectoriels), et représentant officiel du Comité Membre français dans les instances européennes CEN et internationales ISO. Les synergies économiques, l'adoption de référentiels qualité communs, établis dans le cadre du COMOS (Comité méthodologie d'organisation du système normatif) ont conduit l'AFNOR à mandater l'UNM pour qu'elle représente directement au CEN et à l'ISO, le Comité Membre français certains des Comités techniques la concernant. Cette collaboration intelligente et efficace optimise les ressources nécessaires à la défense des intérêts français sur la scène internationale et pérennise la présence française à l'heure de la mondialisation.

Forte de ses 35 collaborateurs contribuant à la préparation d'environ 200 normes par an, soit environ 10 % de la production d'AFNOR, l'UNM est aujourd'hui le plus gros des bureaux de normalisation sectoriels œuvrant au CEN et à l'ISO sous la coordination d'AFNOR.

Au cours du dernier siècle, l'environnement industriel et les besoins afférents ont sans cesse évolué et ont entraîné avec eux les évolutions du système normatif. Les produits élaborés par ce système ont eux aussi évolué à marche forcée. Les premiers besoins ont consisté à définir, sélectionner ou décrire des dimensions, des tailles, des séries, des

géométries, pour faciliter l'interchangeabilité et baisser les coûts de production par la rationalisation des séries. Ensuite le développement des échanges commerciaux a créé des besoins en termes de dessins techniques, voire de langage technique, de procédures d'essais de pièces ou de composants, de qualification de la qualité des produits, de qualification des procédés d'élaboration des pièces, des services associés aux produits. On est passé enfin à des documents décrivant des moyens de produire ou de concevoir, et même des objectifs ou des résultats à atteindre.

La réglementation est elle aussi venue s'appuyer sur la normalisation et a conduit, aux côtés d'élans plus purement politiques, à intégrer dans les normes les concepts de sécurité des équipements, de sécurité et hygiène des utilisateurs ou de protection de l'environnement. L'importance stratégique de la normalisation n'en est que plus grande ; le système normatif doit plus que jamais relever le défi d'offrir aux industriels et aux partenaires socio-économiques des services toujours plus efficaces et plus pertinents.

### Equipements sous pression : des codes nationaux aux codes européens

Jusqu'en 2002 la construction des équipements sous pression étaient dans la plupart des pays régie par des codes de construction.

Ainsi pour la France, le référentiel se composait de trois codes :

- le CODAP : Code français de construction des appareils à pression ;
  - le CODETI : Code français de construction des tuyauteries industrielles.
  - le code de construction des générateurs de vapeur.
- Le CODAP est un code professionnel. Prenant la suite du CORMAT (1943) et du Code SNCT (1969), la première édition du CODAP fut celle de 1980 et fut suivie des CODAP 1985, puis 1990, 1995 et 2000, versions officiellement



homologuées comme répondant à la réglementation française.

Le CODETI est également un code professionnel. Etabli sur la base d'encarts publiés dans la revue professionnelle «Chaudronnerie, tôlerie et tuyauterie industrielle» à partir de 1974, la première édition du Code SNCT tuyauterie fut celle de 1982. Il est devenu CODETI en 1991 et a été révisé en 1995 puis en 2001.

Le Code de construction des générateurs de vapeur a été développé à partir de 1970 en s'inspirant de l'ISO/R 831 qui traitait des chaudières en aciers non alliés, au sein d'une commission de normalisation siégeant alors au CNM (prédécesseur de l'UNM) ; sa première édition date de 1978.

Il est constitué d'un ensemble de normes regroupées sous l'indice NF E 32-100 (NF E 32-101 à NF E 32-108) complété par un fascicule de documentation E 32-120 traitant de la qualité de l'eau d'alimentation et de l'eau en chaudière. Cet ensemble est géré à l'heure actuelle par la commission de normalisation UNM 30 «Chaudières industrielles».

Ainsi, la mise au point des premiers codes a demandé de 8 à 10 années de travail, à partir de documents pré-existants. Cet investissement a dû ensuite être poursuivi sur plusieurs années pour les rendre réellement performants.

Ces documents, développés par des commissions d'experts (commissions techniques ou commissions de normalisation), sont maintenus régulièrement à jour (publications de modificatifs

quasi annuels, d'interprétations), dans le souci permanent :

- de les adapter à l'évolution des technologies en intégrant les résultats d'études et les retours d'expérience concernant les matériaux, les techniques de conception, de fabrication et de contrôle etc.

- d'assurer leur conformité aux exigences réglementaires afférentes, elles-mêmes en constante évolution.

Ils constituent donc, et c'est une grande originalité de ces documents par rapport au concept habituel de norme, des transcriptions des règles de l'art, et témoignent de pratiques nationales fondées sur une réglementation forte et qui, même évolutives, résultent d'habitudes ancrées depuis des décennies.

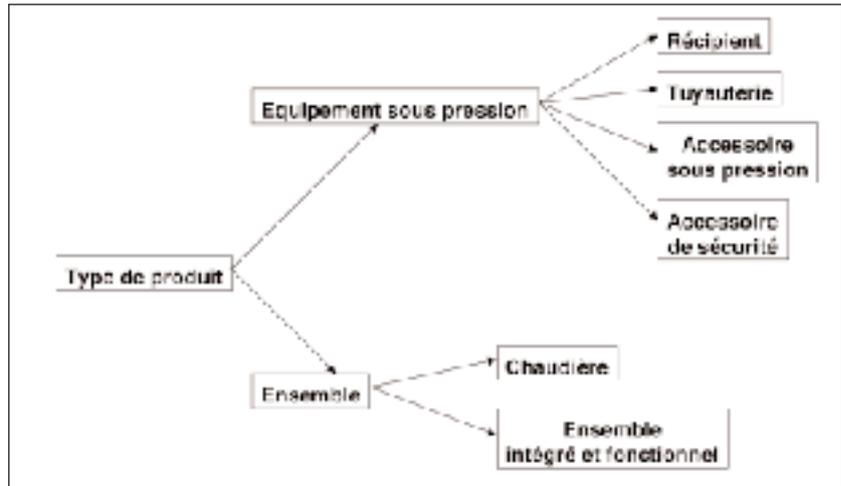
Ces deux caractéristiques (transcriptions des règles de l'art, fondements nationaux très fortement marqués) se retrouvent chez nos partenaires européens.

## L'arrivée de la Nouvelle Approche

La directive 97/23/CE « Equipements sous pression » adoptée en 1997, pour entrer en application obligatoire au 30 mai 2002, a conduit la normalisation européenne à s'investir dans ce domaine. Il s'agit en effet d'une directive européenne Nouvelle approche qui fixe les exigences essentielles de sécurité et s'appuie sur les normes pour décrire les solutions techniques à mettre en œuvre pour les respecter. Elle concerne les équipements dont la pression est supérieure à 0,5 bar ainsi que les ensembles, tels que décrits dans le graphique 2.

Le défi lancé au CEN était particulièrement ambitieux : harmoniser en un référentiel européen unique l'ensemble des codes nationaux, dans un délai inférieur à celui qui avait été nécessaire dans chaque pays pour parvenir à un code reconnu. Des structures originales ont été mises en place pour soutenir les travaux et régler les problèmes au fur et à mesure de leur apparition.

**La réglementation a conduit à intégrer dans les normes les concepts de sécurité des équipements, d'hygiène des utilisateurs**



Graphique 2

Au niveau de la Commission européenne, citons le groupe GTP, groupe de suivi de la directive « Equipements sous pression », qui répond aux questions d'interprétation de la directive et entérine les fiches d'orientation correspondantes préparées par le GTO (Groupe de travail orientation).

Au niveau du CEN, le groupe consultatif CEN/PE/AN, animé par un industriel français, suit et facilite l'avancement des travaux.

Au niveau français a été créé en 1996 le Comité de liaison des appareils à pression (CLAP). Cette structure de concertation, qui rassemble tous les partenaires concernés (syndicats professionnels de fabricants et d'utilisateurs d'appareils à pression, organismes de contrôle, normalisateurs, administration), a pour vocation d'orienter et de coordonner l'application de la directive européenne et d'assurer le pilotage stratégique de la normalisation.

Toutes les dispositions ont été prises pour que les principales normes du domaine soient disponibles lors de l'entrée en application obligatoire de la directive (30 mai 2002). Les

projets prEN 13445 « Récipients » (un document en 6 parties de plus de 1 000 pages), prEN 13480 « Tuyauteries » et prEN 12952 et 12953 « Chaudières » bénéficieront d'un traitement particulier, permettant d'accélérer les procé-

dures, en vue de respecter l'objectif annoncé.

Une fois cette étape franchie, une action importante de maintenance de la norme doit être réalisée. L'expérience de codes nationaux traitant du même sujet montre en effet que la version 0 d'une telle norme suscite de nombreuses interrogations. La réputation de la norme européenne et son positionnement sur le marché européen et sur le marché mondial seront essentiels pour la promotion et la réussite des industries européennes. C'est pourquoi la France a proposé la mise en place d'une « Agence de maintenance » dont l'UNM est prête à assurer le secrétariat avec le soutien des pouvoirs publics.

## Une préoccupation récente : la sécurité des machines

La normalisation dans le domaine des machines est ancienne tant en France que dans le monde et par exemple le comité technique ISO/TC 39 « Machines-outils » a été créé dès la naissance de l'ISO en 1947. Mais jusqu'à la fin des années 1970 elle était très orientée vers l'interchangeabilité dimensionnelle et fonctionnelle des composants et les codes de réceptions relatifs à la précision géométrique ; les aspects de sécurité étaient limités à quelques familles de machines et éléments très ciblés.

### Normalisation CEN sous directive Machine - Situation à fin Décembre 2001

Types de normes	Nombre de normes publiées	dont figurant au JOCE	Projets au programme	Total N+Projets	Projets sous accord de Vienne	
					CEN Lead	ISO Lead
Normes horizontales de types A et B	129	70	37	166	8	4
Normes verticales de type C	293	236	404	697	0	32
Total	422	306	441 dont 55 en cours de révision	863	8	36

La loi du 6 décembre 1976, complétée par les décrets d'application du 15 juillet 1980, a changé radicalement la situation en rendant obligatoire l'intégration de la sécurité dans la conception des machines et appareils. La liste des matériels concernés était encore fermée, mais débordait largement le champ des machines traditionnellement jugées comme particulièrement dangereuses. Ce texte a conduit la toute nouvelle UNM à créer d'abord, dès 1978, une commission de normalisation horizontale (UNM 45) pour établir des normes générales applicables à toutes les machines (principes généraux de conception – méthodologie - terminologie), puis à inscrire au programme des commissions existantes des sujets concernant la sécurité de machines particulières, et enfin à créer de nouvelles commissions lorsque la profession se saisissait du problème. Plus de 40 commissions UNM ont été ainsi créées entre 1978 et 1984.

1985 voit le lancement en Europe de la «Nouvelle approche» qui prévoit que les directives élaborées par la Commission européenne se bornent désormais à énoncer des exigences essentielles de sécurité et de santé, dont l'application est obligatoire, et renvoient à des normes harmonisées, dont l'application reste volontaire, pour la définition des moyens pour les satisfaire. Plusieurs directives sont mises en chantier, dont la directive «Machine» qui reprend pour l'essentiel la philosophie de la loi française du 6 décembre 1976. Dès 1985 le CEN (Comité européen de normalisation) crée le Comité technique CEN/TC 114 pour la sécurité des machines, avec pour objet «la normalisation des principes généraux pour

la sécurité des machines et appareils comprenant la terminologie et la méthodologie». Forte de son expérience, la France assure l'animation du Groupe technique WG 1 « Concepts de base », et l'UNM son secrétariat.

Les travaux qui se poursuivent en parallèle tant à la Commission qu'au CEN aboutissent à l'adoption le 14 juin 1989 de la directive 89/392 CEE ou directive «Machines» ainsi

qu'à la mise en enquête CEN, le lendemain, du prEN 292 «Sécurité des machines

Notions fondamentales, principes généraux de conception». Trois autres directives viendront compléter cette directive (91/368/CEE, 93/44/CEE dite «Mobilité - Levage et 93/68/CEE), les 4 directives étant finalement « codifiées » (c'est-à-dire consolidées sans changement) dans un texte unique : la directive 98/37/CE.

La déclaration par le fabricant de la conformité à une norme harmonisée est le moyen le plus simple d'obtenir le marquage CE et l'autorisation de mise sur le marché.

### Quand le système européen interpelle le système international

La stratégie d'adossement de l'action de normalisation à la réglementation technique a conduit à «l'explosion du CEN». Pour venir en appui à la directive «Machines», pas moins de 30 comités techniques ont été créés en 3 ans, de 1989 à 1991. A la fin 2001, plus de 800

**Les documents normatifs constituent des transcriptions des règles de l'art aux fondements très fortement marqués**

sujets avaient été mis en chantier au sein de plus de 40 Comités techniques (et de plus de 300 groupes de travail). Comme le montre le tableau ci-dessus, le travail est loin d'être terminé. Tout juste la moitié des sujets sont publiés ; mais près des trois quarts ont franchi le cap de l'enquête CEN et nombre de ces projets servent déjà dans l'industrie pour la conception de machines conformes à la réglementation.

Cette lenteur est due à l'ampleur du travail à fournir à la fois par les experts industriels et par les

opérateurs du système normatif (traduction, vérification de l'adéquation à la directive par les « consultants CEN »...), mais aussi à l'arrivée d'autres exigences (directives « atmosphères explosibles », « bruits extérieurs »,...) qui entraînent la remise en cause de certaines des solutions adoptées.

C'est pourquoi de nombreuses normes sont révisées sitôt publiées. En effet les groupes de travail se sont rendu compte qu'un certain nombre de points techniques nécessitaient une réflexion longue et approfondie, et que pour d'autres aspects, le consensus était beaucoup plus aisé à obtenir. Ils ont alors souvent décidé qu'il valait mieux publier un document minimal, quitte à lancer sa révision dès sa publication.

La communauté internationale ISO ne pouvait pas rester indifférente à ce raz de marée. Elle fut surprise au début, puis pour une partie intéressée par la promesse d'amélioration de la sécurité, pour une autre partie inquiétée par le concept d'analyse du risque et la res-

ponsabilisation du fabricant. C'est finalement en 1991 qu'elle s'est lancée, avec la création de l'ISO/TC 199 « Sécurité des machines » ayant pour objet la « Normalisation des notions fondamentales et des principes généraux pour la sécurité des machines », dans le droit fil du CEN/TC 114 et de la commission UNM 45. L'objectif premier de ce comité technique a été de promouvoir en normes internationales la quasi-totalité des normes horizontales produites par le CEN/TC 114, et en premier lieu l'EN 292, ce qui fut fait avec la publication des deux parties de l'ISO TR 12100 en 1992. Les concepts de base et la méthodologie ayant été clarifiés, « l'étage international » de la normalisation de la sécurité des machines pouvait décoller. Après plusieurs années de travail au seul plan européen, on assiste aujourd'hui à un transfert de plus en plus important des sujets du CEN vers l'ISO, dans le triple but de diminuer la charge de travail, d'accélérer le processus et de disposer de normes uniques. Ainsi, la révision de la norme de base, EN 292, se fait dans un groupe qui réunit tous les acteurs intéressés européens et internationaux ; autre exemple, le CEN/TC 144 « Machinisme agricole » est majoritairement favorable à l'élaboration de ses normes de sécurité à l'ISO. Ces opérations se heurtent toutefois à plusieurs difficultés liées à des approches européennes et américaines

différentes : prise en compte dans les normes du concept de risque tolérable, introduction d'éléments concernant la responsabilité des utilisateurs, maintien du tableau des phénomènes dangereux, etc.

## Le dessin technique, vecteur de communication

Dès les balbutiements de la normalisation, les aspects dimensionnels, le « tolérancement » géométrique, les dessins techniques figurent parmi les principaux sujets de préoccupation et d'études. Les travaux portent tout d'abord sur la sélection de séries de dimensions, l'élaboration de principes de base pour les dessins techniques, puis précèdent les règles de cotation. Sont

ainsi limitées l'inspiration et la fantaisie des dessinateurs, voire des contremaîtres et des ouvriers. Les efforts conduits dès le début du XX<sup>e</sup> siècle dans le domaine de la boulonnerie illustrés par la publication du fascicule E1, sont à ce titre exemplaires. Ils conduisent d'ailleurs très rapidement à une rationalisation des productions et une simplification des fabrications. Au cours du temps, les premières règles élaborées se compliquent ou se préci-

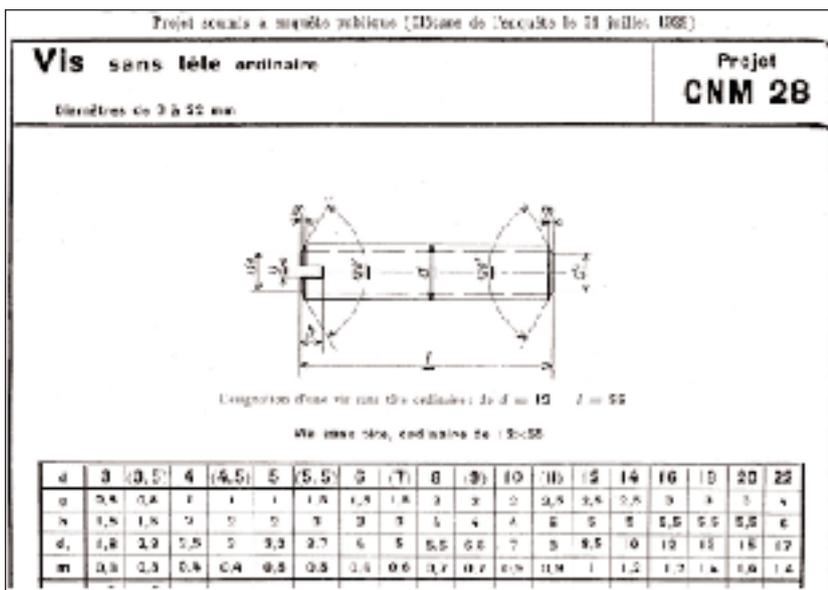
sent en fonction de l'évolution des produits et des besoins. Se sont développées aussi les premières normes de définition des matériels de contrôle dimensionnel, de métrologie, comme les calibres ou les tampons.

Dans la seconde partie du XX<sup>e</sup> siècle, les industriels se préoccupent de plus en plus de la qualité des produits fabriqués, ce qui entraîne un besoin grandissant en normes traitant de métrologie dimensionnelle, puisque les contrôles des fabrications constituent, dans un premier temps, un point de passage obligé pour s'assurer que la qualité requise est obtenue. Ce développement se traduit également par l'apparition de nouveaux domaines,

**De nouvelles exigences (« atmosphères explosibles », « bruits extérieurs »,...) entraînent la remise en cause de certaines des solutions adoptées**

avec des normes générales relatives aux méthodes de mesurage, des règles de vérification périodique des instruments en service et la prise en compte de l'évolution des technologies et des équipements proposés sur le marché, comme les machines à mesurer les coordonnées, les capteurs optiques de déplacement etc.

Dans le même temps, les outils à disposition des concepteurs évoluent eux aussi et les moyens informatiques de conception apparaissent (DAO, CAO) ; des liens entre systèmes de conception et systèmes de production sont mis en œuvre et révèlent les nombreuses difficultés liées au passage du virtuel (le dessin formalisant la pièce conçue par le dessinateur) au réel (la pièce fabriquée par l'usineur). Il apparaît essentiel que les exigences auxquelles doit satisfaire le produit, puissent être transmises sans ambiguïté aux services de fabrication puis de métrologie. Les problèmes de tolérancement géométrique (planéité, perpendicularité, coaxialité, ...) et de relation entre tolérances dimensionnelles et géométriques font l'objet d'études approfondies au niveau international et tout en particulier au niveau national. Il ont conduit au développement d'une démarche appelée GPS « Spécification géométrique des produits » dont l'objectif encore très actuel, est de développer un langage



Graphique 3 - Vis sans tête ordinaire

