

Résumé semaine 3

Projections axonométriques

Intersections, coupes et sections

Dr. S. Soubielle

S. Soubielle

1

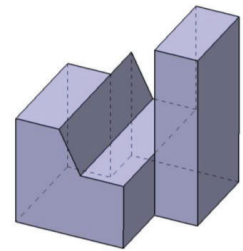
Résumé semaine 3

ME-101 / ME-106 – Construction Mécanique I

Projections axonométriques

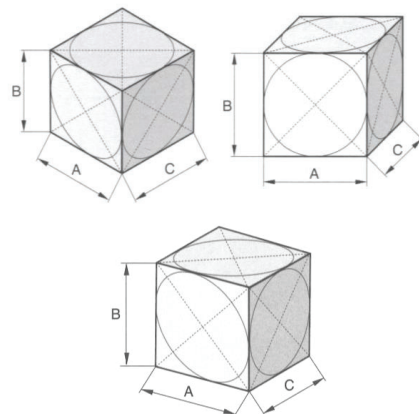
- **Représentation intuitive mais qualitative**

- Maximum de faces visibles
- Pas de point de fuite
- Dessin papier → simplifications (ratios, angles)



- **Les plus utilisées**

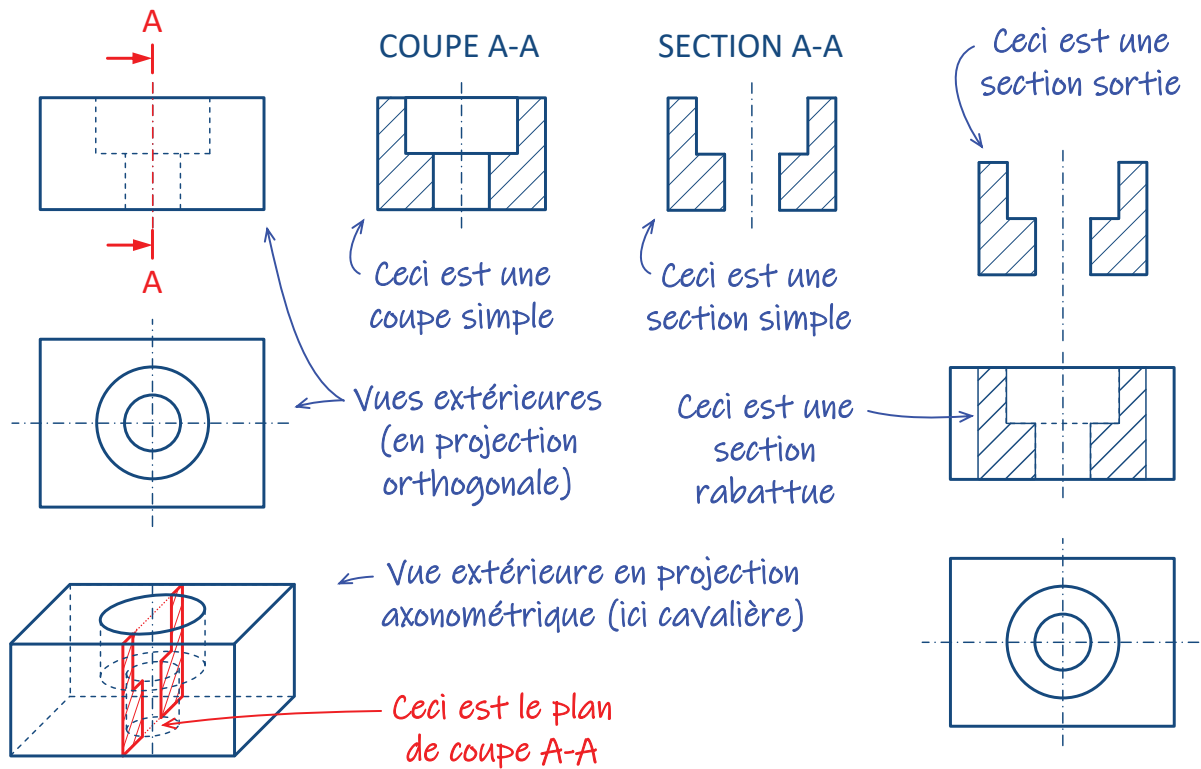
- **Dessin papier**
→ Isométrique ou cavalière
- **CAO** → Isométrique ou trimétrique



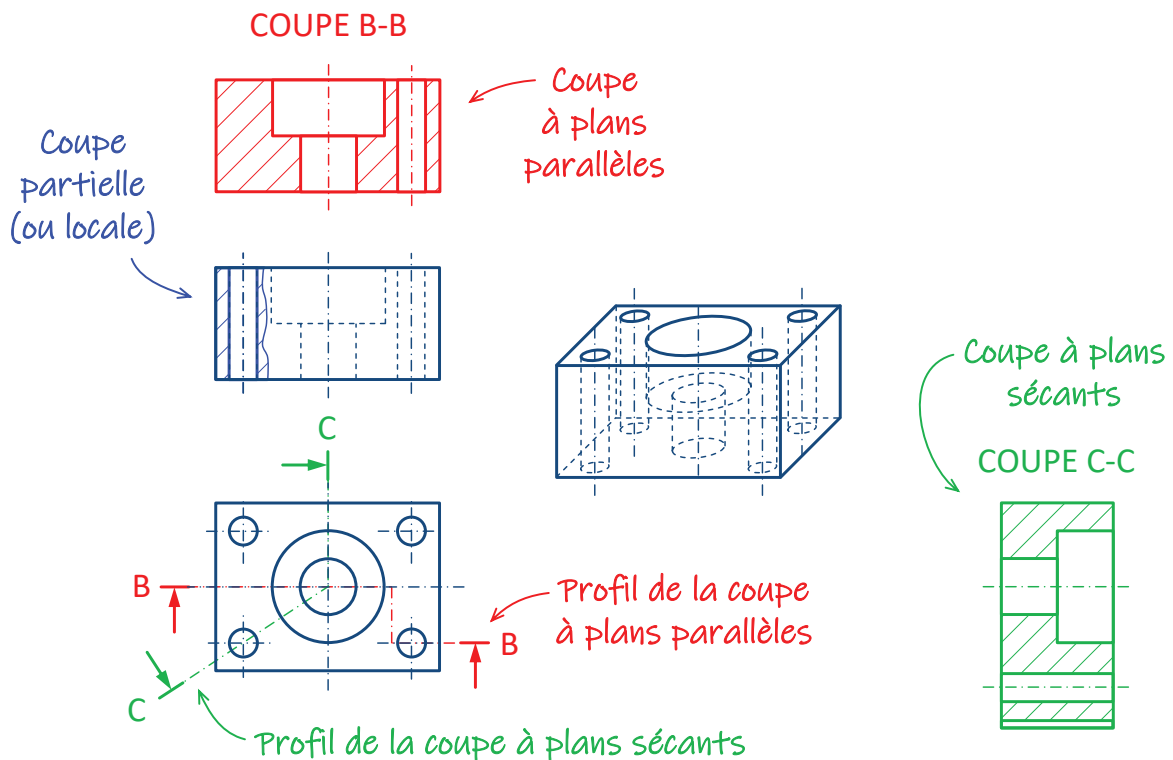
S. Soubielle

2

Intersections, coupes et sections (1/2)



Intersections, coupes et sections (2/2)



Quiz TurningPoint (me101)

A large grid of graph paper, consisting of 20 columns and 40 rows of small squares, intended for taking notes during the quiz.

Notes personnelles

A large grid of graph paper for personal notes, consisting of 20 columns and 40 rows of small squares.

Histoire de la normalisation

De la Révolution Industrielle à nos jours

Dr. S. Soubielle

S. Soubielle

1

Histoire de la normalisation

ME-101 / ME-106 – Construction Mécanique I



Dans ce cours, nous allons...

... Découvrir l'importance des normes dans le monde qui nous entoure

- ... Situation avant l'existence des normes
- ... Les raisons et les jalons qui ont conduit à l'émergence des normes

... Nous intéresser au cas des unités de mesure

- ... De la situation à l'antiquité jusqu'au système « S.I. »

... Définir les principes actuels de la normalisation internationale

- ... Structure de normalisation internationale
- ... Processus d'adoption, d'évolution, et de notation des normes

S. Soubielle

2

Définition

« Normaliser [...] c'est spécifier, unifier, simplifier »

Pierre Salmon*, 1961

* Secrétaire d'Etat à la Production Industrielle (France, 1941-1945), Commissaire à la Normalisation et membre de l'Académie Internationale d'Organisation Scientifique jusqu'en 1965

« Normalisation : Ensemble des éléments (normes) destinés à simplifier et à uniformiser les méthodes de travail afin d'éviter les gaspillages de matières et de temps qui alourdissent les coûts et diminuent le rendement de la production et de la distribution. »

Académie des Sciences Commerciales, 2020

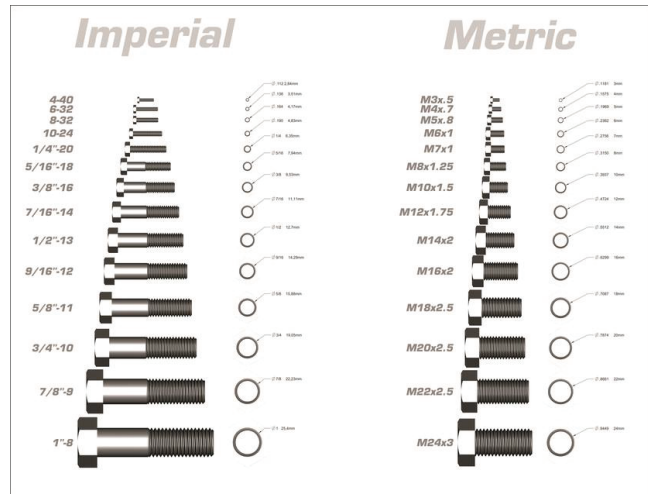
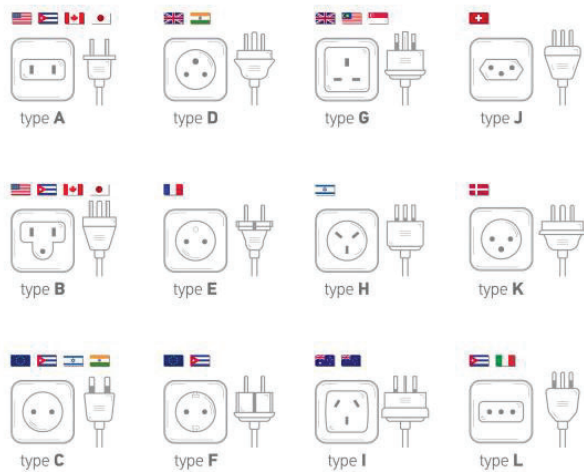
Les normes dans notre quotidien (1/2)

- Exemples de normes unifiées au niveau international**



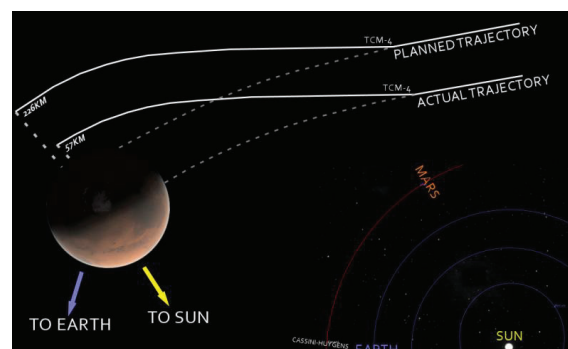
Les normes dans notre quotidien (2/2)

Exemples de normes non-unifiées au niveau international



Mars Climate Orbiter (1998-1999)

- **Mission spatiale NASA**
 - Sonde lancée le 11 décembre 1998
 - Transit de 7 mois entre la Terre et Mars
- **Entrée en orbite martienne (23.09.99)**
 - Repli des panneaux solaires, puis mise à feu du moteur principal à 9h49 UT
 - À 9h54 UT, la sonde passe derrière Mars...
 - ... ce sera son dernier signal
- **Force de poussée moteurs de freinage → erreur d'unité**
 - Lockheed (fabriquant) → unités UK
 - NASA (calculateur) → unités SI



Prémices de la standardisation (1/2)

• Avant le XVIII^e siècle

- **V^e-IX^e s. : Haut Moyen-Âge**
 - Société rurale et agraire
 - Organisation locale
- **X^e-XV^e s. : Moyen-Âge central et tardif**
 - Emergence des activités de commerce
 - Emancipation de l'individu et de la valeur travail
- **XVI^e-XVII^e s. : Ère proto-industrielle**
 - Réforme protestante
 - Création des banques
 - Emergence de grandes compagnies maritimes
 - Naissance de la pensée libérale et du capitalisme



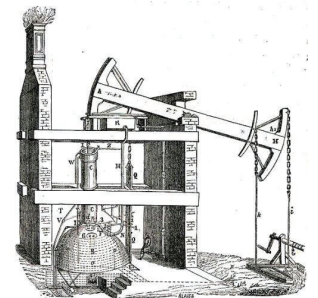
S. Soubielle

7

Prémices de la standardisation (2/2)

• Révolution industrielle (XVIII^e s.)

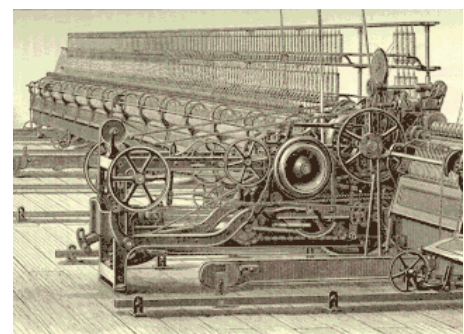
- Invention de la machine à vapeur
- Emergence du concept de propriété intellectuelle (monopole d'exploitation)
- Unification des systèmes de mesure



« Pompe à feu » de Newcomen (1711),
Les merveilles de la Science, Louis Figuier

• Société et territoires en profonde mutation

- Accès inédit à l'énergie mécanique
- Développement du réseau ferré, puis électrification des territoires
- Industrialisation de la société
- Essor prodigieux de l'innovation technique



Machine à filer au XVIII^e siècle

S. Soubielle

8

Système International d'Unité (1/4)

• Les unités de mesure avant le XVIII^e siècle

- Aune, toise (longueur), boisseau (volume), livre (masse)
- **Systèmes locaux**
 - Aune de Paris, d'Amsterdam, de Londres...
 - Toise lombarde (1741 mm), romaine (1778 mm), égyptienne (1814 mm), ionienne (2090 mm)...
- **Le système décimal n'existe pas**
 - 3 aunes = 12 pieds = 192 doigts
 - 1 livre = 12 onces = 96 drachmes = 288 scrupules = 6912 grains

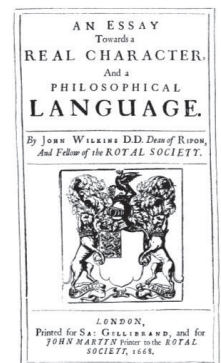
Boisseau (IV^e s. av. J.-C.)

Etalon de l'aune, sur un pilier de la façade de l'église de N.D. de Montferrand

Système International d'Unité (2/4)

• XVII^e siècle : Prémices

- **1668 (John Wilkins) → « Longueur universelle »**
(= longueur du pendule simple de demi-période égale à 1 s, i.e. 993.7 mm)
- **1670 (Gabriel Mouton) : unité de longueur basée sur la mesure d'un arc de méridien terrestre**



• XVIII^e - XIX^e siècle : Naissance du système métrique

- **1790, France : Création du système MKpS**
(mètre / Kilogramme-poids / seconde)
- **Adoption du système MKpS**
 - 1816 : Royaume-Uni des Pays-Bas
 - 1837 : France ...
 - 1877 : Confédération Helvétique

Kilogramme étalon (1889)
Bureau International des
Poids et Mesures

Système International d'Unité (3/4)

• XIX^e - XX^e siècle : Consolidation du système métrique

- 1832 : Intégration du système métrique en Sciences Physiques par Gauss
- 1875 : Traité de la Convention du Mètre → MKS
- 1946 : Ajout du A (ampère) au système d'unité → MKSA
- 1954 : Ajout du K (kelvin) et du cd (candela)
- 1960 : Adoption de l'appellation « Système International d'Unité » et de son abréviation internationale officielle « SI »
- 1971 : Ajout de la mole au SI



Pour aller plus loin... <https://www.youtube.com/watch?v=bInHclEN6zQ>
<https://www.youtube.com/watch?v=k2CeilPnqSQ>

Système International d'Unité (4/4)

• Bureau International des Poids et Mesures

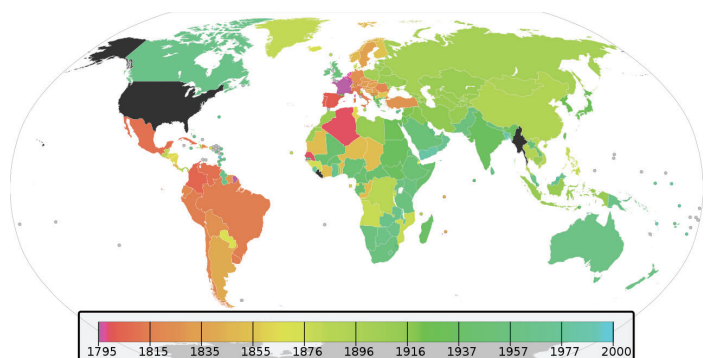
- Organe décisionnel fondé en 1875 (Saint-Cloud)
- Organise tous les quatre ans la Conférence Générale des Poids et Mesures



Logo du Bureau International des Poids et Mesures

• Utilisation dans le monde (2024)

- Officiellement adopté partout... sauf au Libéria, en Birmanie...
... et aux USA (!)
- ... en UK, système SI légalisé depuis 1897 mais encore peu utilisé



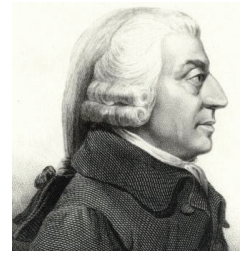
Carte mondiale de l'année d'adoption du Système International

Les jalons de la normalisation (1/4)

• Phase I – Division du travail

(*De la Richesse des Nations*, Adam Smith, 1776)

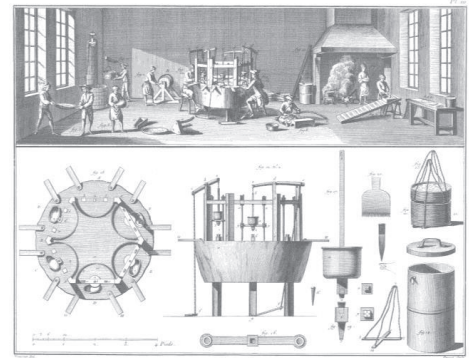
- Basé sur la séparation des opérations de fabrication d'un bien manufacturé
- Principe visant à accroître la productivité



Adam Smith (1787)

Exemple de la fabrique d'épingles

« Ainsi, ces dix ouvriers pouvaient faire entre eux plus de quarante-huit milliers d'épingles dans une journée ; donc, chaque ouvrier, faisant une dixième partie de ce produit, peut être considéré comme donnant dans sa journée quatre mille huit cent épingles. Mais s'ils avaient tous travaillé à part et indépendamment les uns des autres [...], chacun d'eux assurément n'eût pas fait vingt épingles, peut-être pas une seule, dans sa journée. »



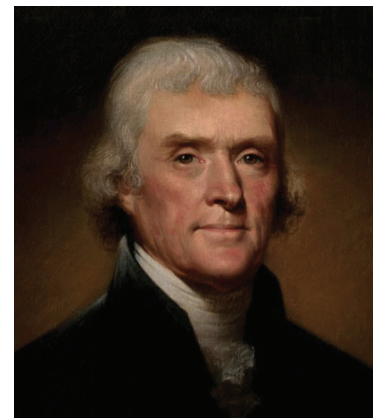
Manufacture d'épingles au XVIIIe siècle

Les jalons de la normalisation (2/4)

• Phase II – Interchangeabilité

(Thomas Jefferson, 1785)

- Idée de rendre interchangeables les pièces constituant la fabrication d'un objet manufacturé
- Permet de réduire le stock des pièces détachées et de faciliter le montage et la réparation



Thomas Jefferson
(1800, Rembrandt)

Exemple de l'usine de fusils

« Ce procédé consiste à fabriquer une pièce si exactement identique aux autres que chacune peut être utilisée au montage de n'importe quel fusil. [...] L'inventeur pense qu'en plus des avantages évidents en cas de réparation, son procédé permettrait de fabriquer des fusils à un prix inférieur à 2 livres au prix actuel. »

Les jalons de la normalisation (3/4)

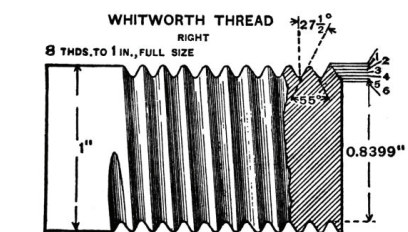
• Phase III – Compatibilité

- Définition de règles permettant de monter ensemble des pièces provenant de différentes manufactures
- Favorise les échanges entre entreprises et contribue au développement du commerce



Joseph Whitworth (1882)

- **1841 : Filetage Whitworth (BSW)**
 - Pas de vis dépendant uniquement du $\varnothing$
 - Angle de filetage uniformisé (55°)
- **1898 : Filetage métrique internat. SI**
(Edouard Sauvage, Zürich)



Vue en coupe du filetage Whitworth, Book of Advanced Machine Work (1919)

Les jalons de la normalisation (4/4)

• Phase IV – Institutionnalisation (1900-1950)

- Formalisation progressive dans l'élaboration de normes
- Reconnaissance par les nations de l'importance stratégique des normes

→ Création de comités nationaux

- 1901 : Engineering Standard Committee en Angleterre (UK)
- 1917 : Normenausschuß der deutschen Industrie (Allemagne)
- 1918 : Commission Permanente de Normalisation (France)
- 1919 : Schweizerischer Normalien-Bund (Suisse)

→ Création d'institutions internationales

- 1907 : Commission Electrotechnique Internationale
- 1928 : International Federation of Standardizing Associations
- ... + 1961 : Comité Européen de Normalisation

Normalisation internationale (1/6)

• 1946-1958 : Les débuts de l'ISO

– Création de l'ISO

- Octobre 1946 : Conférence de Londres (25 pays)
- 23 février 1947 : fondation de l'ISO et de son siège à Genève



Conférence de Londres
(octobre 1946)

– Mission

- Synthétiser et harmoniser les normes déjà publiées par les comités nationaux → publication de « Recommandations »
- Création de groupes d'experts : les « Comités Techniques »
- A partir de 1959, les « Recommandations » deviennent « Normes Internationales »

Normalisation internationale (2/6)

• 1959-1960 : Les normes fondatrices

- **1959** ISO 1 : Spécification géométrique des produits
– Température de référence
ISO/R 128 : Dessins techniques — Principes généraux de représentation
ISO/R 129 : Dessins techniques — Cotation
- **1960** ISO 31 : Grandeurs et Unités



• 60-70 : Consolidation du cadre normatif

- **1973** ISO 261/262 : Filetages métriques ISO pour usages généraux — Vue d'ensemble / Sélection de dimensions pour la boulonnerie
ISO 2768 : Écart d'usinage pour cotes sans indication de tolérances
- **1975** ISO 216 : Formats des papiers d'écriture
- **1977** ISO 4762 : Vis à tête cylindrique à six pans creux
- **1979** ISO 4017 / 4018 : Vis à tête hexagonale — Classes de produit A et B / Classes de produit C

Normalisation internationale (3/6)

• Situation à partir de 1980

- L'ISO assoit sa position hiérarchique au niveau international
- La conformité aux normes revêt de plus en plus une valeur légale ... Mais harmonisation ←  → intérêts économiques régionaux !

• 1985 : Adoption de la « Nouvelle Approche » (CEN)

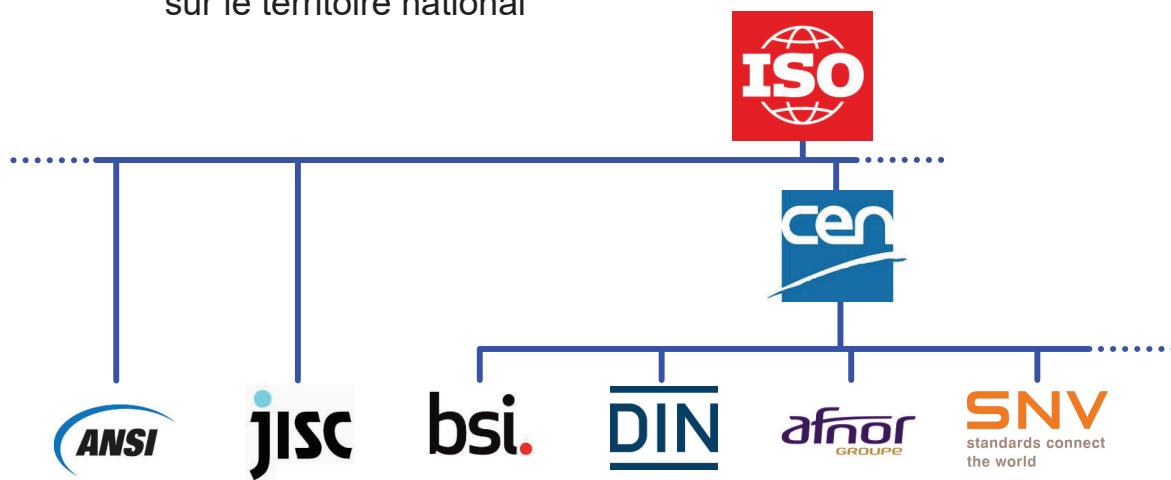
- Publication de Directives Européennes contenant des « exigences essentielles », et de « normes harmonisées » offrant présomption de conformité aux exigences essentielles
- Marquage « CE » (Conformité Européenne) pour les produits qui répondent aux exigences essentielles
- Le marquage CE conditionne le droit de libre-circulation du produit au sein de l'EEE



Normalisation internationale (4/6)

• Structure de fonctionnement actuelle

- Élaboration des normes internationales par l'ISO
- Adoption des normes par les comités nationaux
 - Déclenche l'entrée en vigueur sur le territoire national



Normalisation internationale (5/6)

- **Création et veille normative (processus actuel)**
 - Nouvelle norme créée si lacune normative
 - Examen périodique des normes existantes (~ tous les 5 ans)
 - Révision de la norme, si besoin
- **Numérotation des normes ISO**
 - Nouvelle norme → Nouveau n°
 - Adoption par comité national (ou régional) → Préfixe
 - Suffixe = année d'édition (première édition ou révision)



Normalisation internationale (6/6)



Exemples

- Ces objets répondent-ils à une norme ?
- Si oui, dans quelle zone géographique la norme s'applique-elle ?



La normalisation en Suisse

• SNV = Schweizerische Normen-Vereinigung

- Défend les intérêts de la Suisse dans l'élaboration des normes
- Adopte et distribue les normes sur le territoire helvétique



• Organisations faîtières

- **Swissmem**  **SWISSMEM**
 - Association suisse de l'industrie des machines, des équipements électriques et des métaux
 - Co-publie (avec la SNV) l'Extrait de Normes
- **CPIH**  **CONVENTION PATRONALE**
de l'industrie horlogère suisse
 - Elabore la Convention Collective de Travail des industries horlogère et microtechnique



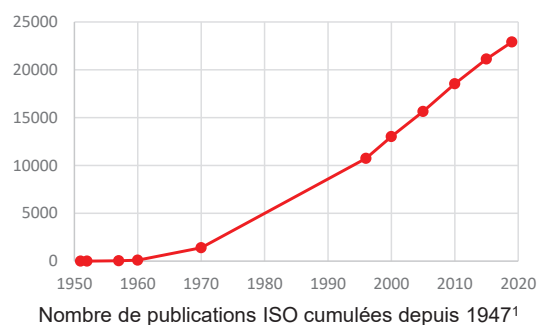
La normalisation au XXI^e siècle

• Prolifération normative

→ Complexification dans l'exercice de la conformité

• Elargissement du champ de la normalisation²

- 1987 : Assurance qualité (ISO 9000)
- 1996 : Environnement (ISO 14000)
- 2005 : Sécurité de l'information (ISO 27000)
- 2010 : Responsabilité sociale (ISO 26000)
- 2011 : Management de l'énergie (ISO 51000)
- 2016 : Lutte contre la corruption (ISO 37000)
- 2018 : Santé et sécurité au travail (ISO 45000)



• Marchandisation de la normalisation industrielle

¹ <https://www.iso.org/fr/iso-in-figures.html>

Secrétariat Central de l'ISO, «L'histoire d'une amitié partagée, Souvenir à propos des cinquante premières années de l'ISO» (1997)

² <https://www.iso.org/fr/the-iso-story.html>

Ressources bibliographique

- **Normalisation et Organisation (Pierre Salmon, 1961)**
https://www.jstor.org/stable/40225243?seq=1#metadata_info_tab_contents
 - **Mars Climate orbiter**
<https://solarsystem.nasa.gov/missions/mars-climate-orbiter/in-depth/>
https://fr.wikipedia.org/wiki/Mars_Climate_Orbiter
 - **Révolution industrielle**
https://fr.wikipedia.org/wiki/Révolution_industrielle
 - **Système International d'Unités**
https://fr.wikipedia.org/wiki/Système_international_d'unités
 - **De la Richesse des Nations (Adam Smith, 1776)**
<https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k75319v.pdf>
 - **Organisation Internationale de Normalisation (ISO)**
https://fr.wikipedia.org/wiki/Organisation_internationale_de_normalisation
https://www.iso.org/files/live/sites/isoorg/files/about_ISO/docs/fr/Friendship_among_equals-fr.pdf
 - **Consultation gratuite des normes ISO → Bibliothèque online EPFL (intranet)**
<https://www.epfl.ch/campus/library/fr/collections-fr/normes/>
 - **Normalisation, construction de l'Europe et mondialisation, éléments de réflexion (Jean-Pierre Galland, 2001)**
<http://isidoredd.documentation.developpement-durable.gouv.fr/documents/Temis/0074/Temis-0074599/19965.pdf>
- 



Notes personnelles

Notes personnelles

A large grid of graph paper for personal notes, consisting of 20 columns and 40 rows of small squares.