

Histoire de la normalisation

De la Révolution Industrielle à
nos jours

Dr. S. Soubielle



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
- ... Le cadre normatif aujourd'hui

... Nous intéresser au cas des unités de mesure

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

... Définir les principes et l'organisation de la normalisation internationale

- ... Processus d'adoption et d'évolution des normes

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

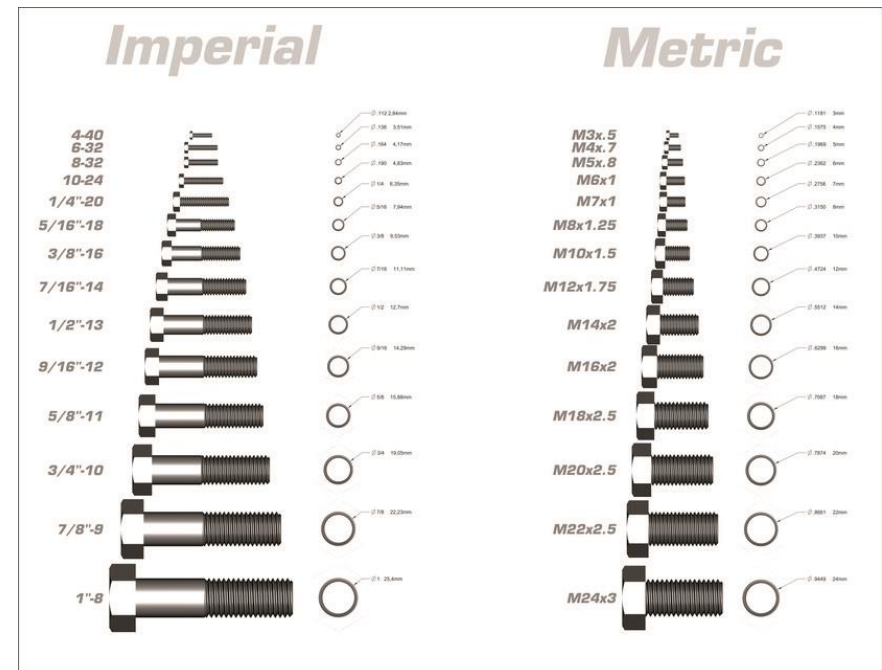
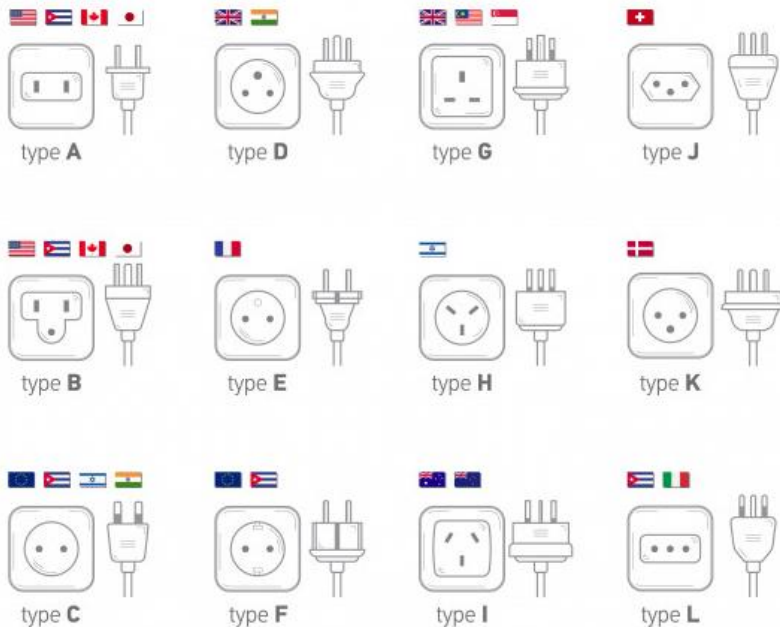
Les normes dans notre quotidien (1/2)

Exemples de normes unifiées au niveau international



Les normes dans notre quotidien (2/2)

Exemples de normes non-unifiées au niveau international



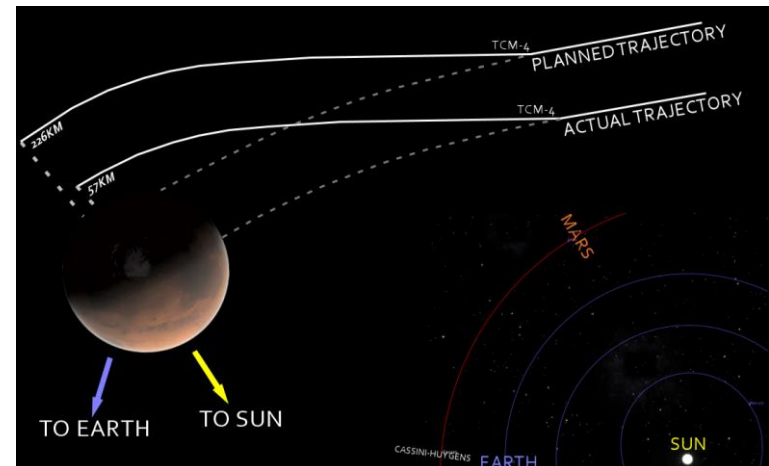
Mars Climate Orbiter (1998-1999)

- **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



Naissance 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



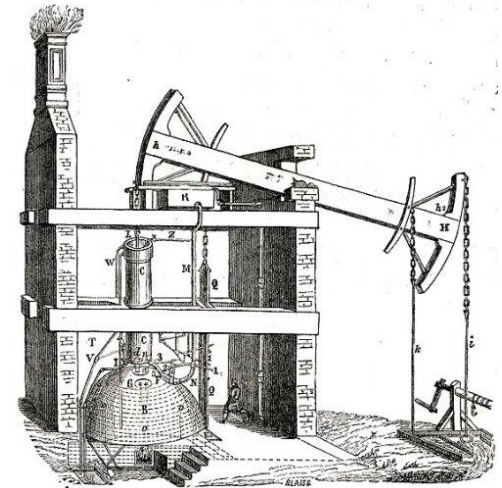
Naissance de la standardisation (2/2)

- **Révolution industrielle (XVIII^e s.)**

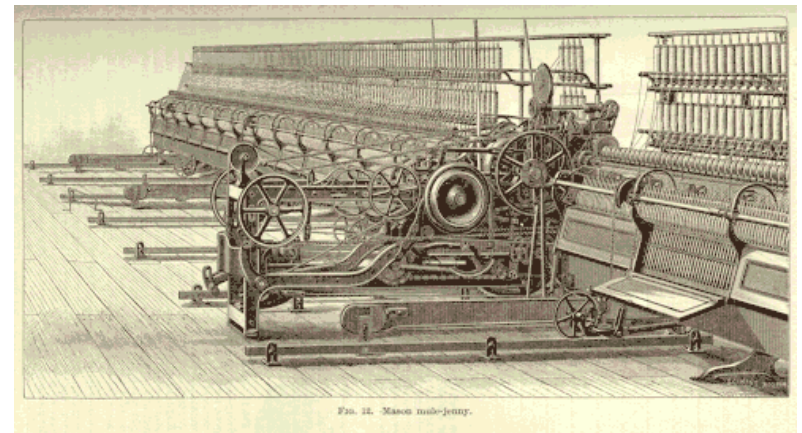
- Invention de la machine à vapeur
- Emergence du concept de propriété intellectuelle (monopole d'exploitation)
- Unification des systèmes de mesure

→ **Essor prodigieux de l'innovation technique dans tous les domaines**

Métallurgie (extraction, réduction),
transport (maritime, ferré),
agriculture (batteuse, engrais),
électricité (réseaux, moteur),
chimie organique, textile...



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

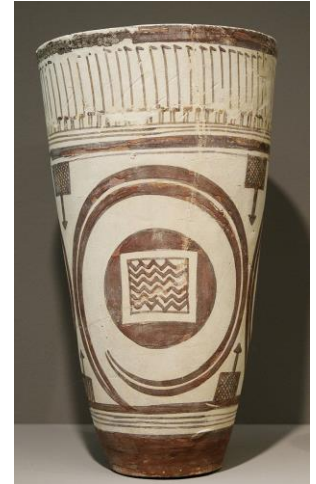


Machine à filer au XVIII^e siècle

Système International d'Unité (1/5)

- **Les unités de mesure avant le XVIIIe 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)

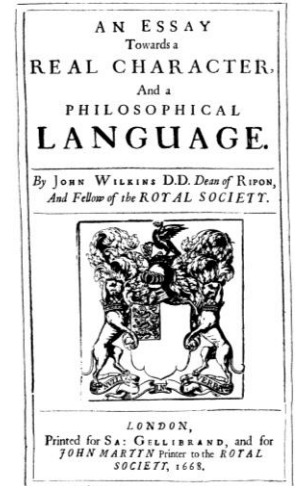


Etalon de l'aune, sur un pilier de la façade de l'église de N.D. de Montferrand

Système International d'Unité (2/5)

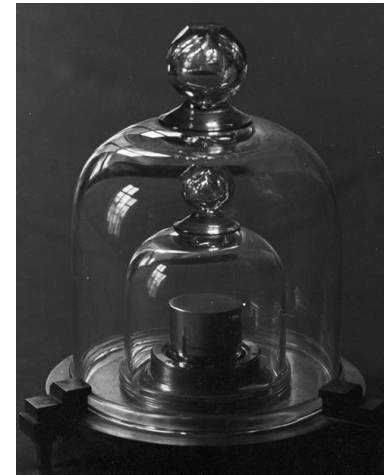
• XVII^e siècle : Prémices

- **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 : République Helvétique



Kilogramme étalon (1889)
Bureau International des
Poids et Mesures

Système International d'Unité (3/5)

- 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=k2CeJlPnqSQ>

Système International d'Unité (4/5)

- **Fondements du système SI**

- Système décimal (sauf temps et angles)
- Sept unités de base: kg, s, m, K, A, cd, mol
- Unités dérivées : vitesse (m.s^{-1}), fréquence (s^{-1}), poids (kg.m.s^{-2}), pression ($\text{kg.m}^{-1}.\text{s}^{-2}$), watt ($\text{kg.m}^2.\text{s}^{-3}$), volt ($\text{kg.m}^2.\text{s}^{-3}.\text{A}^{-1}$), etc.
- Préfixe: yocto (1000^{-8}) \rightarrow yotta (1000^8)

$$1 \text{ h} = 60 \text{ min} = 3600 \text{ s}$$

$$1^\circ = 60' = 3600''$$

- **Règles orthographiques et typographiques**

- **Symbole de l'unité**

- International et indépendant de la langue
- Commence par une majuscule s'il provient d'un nom propre (sinon minuscule). Exception: le litre (L)

- **Nom de l'unité** \rightarrow Nom commun en minuscule
 \rightarrow Prend la marque du pluriel

Système International d'Unité (4/4)

• Bureau International des Poids et Mesures

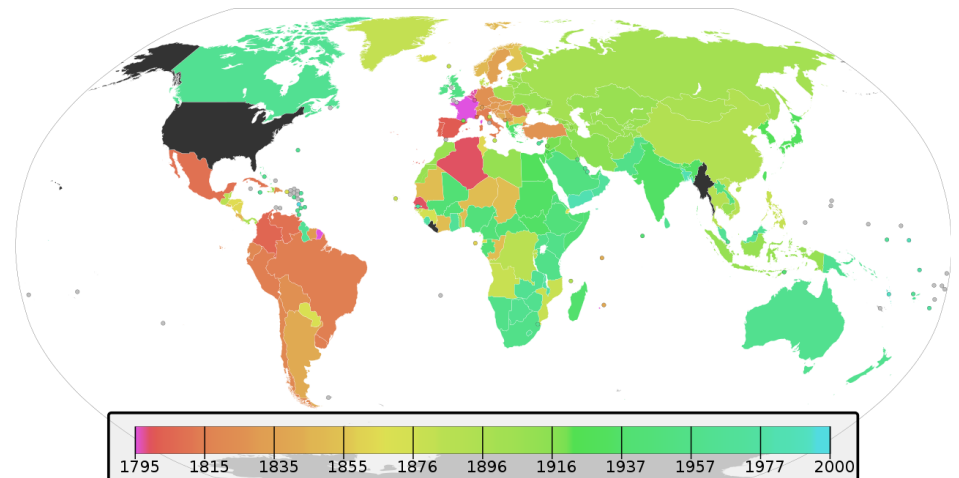
- Organe décisionnel fondé en 1875 (Saint-Cloud)
- Organise tous les quatre ans la Conférence Générale des Poids et Mesures



Logo du Bureau International des Poids et Mesures

• Utilisation dans le monde (2021)

- 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

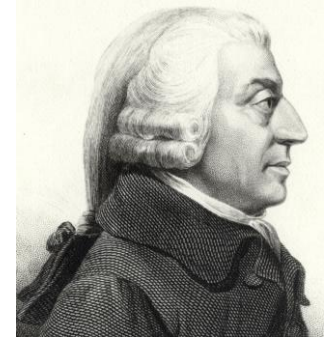
Héritage de l'Histoire (empire français vs. anglo-saxon)

Les jalons de la normalisation (1/4)

- **Phase I – Division du travail**

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

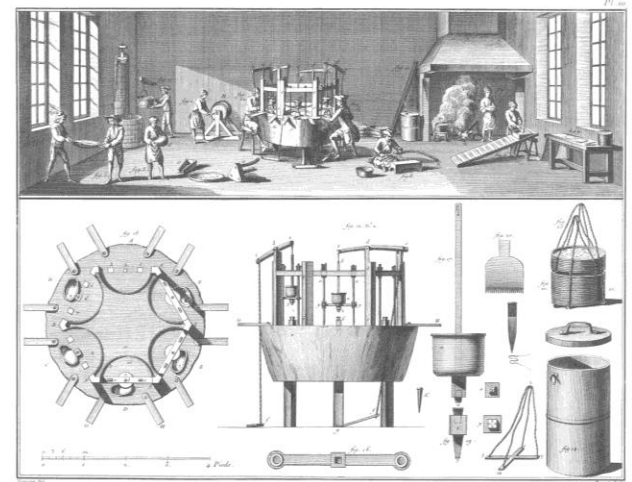
- Principe visant à accroître la productivité
- Basé sur la séparation des opérations de fabrication d'un bien manufacturé



Portrait d'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 cents 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. »



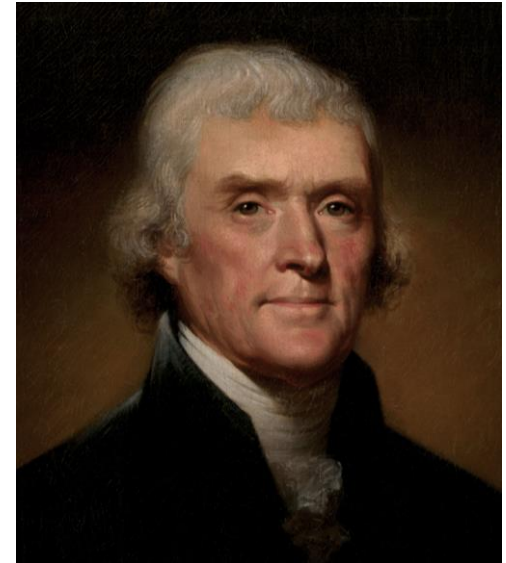
Manufacture d'épingles au XVIIIe siècle

Les jalons de la normalisation (2/4)

- **Phase II – Interchangeabilité**

(Thomas Jefferson, 1785)

- Idée de rendre interchangeable 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



Portrait de Thomas Jefferson,
1800 (Rembrandt)

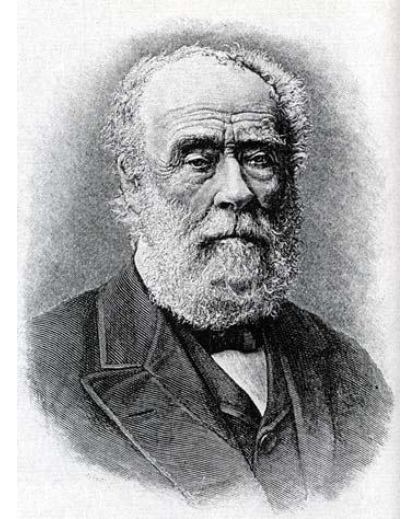
Exemple de l'usine de fusils

« 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. »

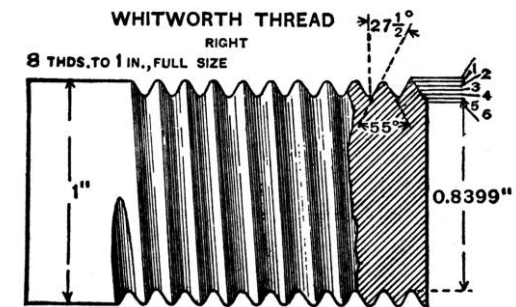
Les jalons de la normalisation (3/4)

• Phase III – Compatibilité

- Définition de règles permettant de monter ensemble des pièces provenant de différentes manufactures dans le but d'obtenir un objet industriel
- Favorise les échanges entre entreprises et contribue au développement du commerce
- **1841 : Filetage Whitworth (BSW)**
 - Pas de vis dépendant uniquement du \emptyset
 - Angle de filetage uniformisé (55°)
- **1898 : Filetage métrique internat. SI**
(Edouard Sauvage, Zürich)



Portrait de Joseph Whitworth
(1882)



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)

Acronymes
actuels :

BSI

DIN

AFNOR

SNV

- **Création d'institutions internationales**

1907 : Commission Electrotechnique Internationale

1928 : International Federation of Standardizing Associations

... + 1961 : Comité Européen de Normalisation

CEI

ISO

CEN

Normalisation internationale (1/4)

- **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 (2/4)

- **1959-1960 : Les normes fondatrices**

- 1959 : ISO 1 : Tolérance 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
- 1974 : ISO 1101 : Dessins techniques – Tolérancement géométrique – Tolérancement de forme, orientation, position et battement
- 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

INTERNATIONAL
STANDARD

ISO
1


Second edition
2002-07-15

Geometrical Product Specifications
(GPS) — Standard reference temperature
for geometrical product specification and
verification

Spécification géométrique des produits (GPS) — Température normale de
référence pour la spécification géométrique des produits et vérification

Normalisation internationale (3/4)

- **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 nationaux !

- **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 (4/4)

• Processus de normalisation ISO

- Création d'une nouvelle norme
- Examen périodique (~ tous les 5 ans)
- Éventuellement révision de la norme

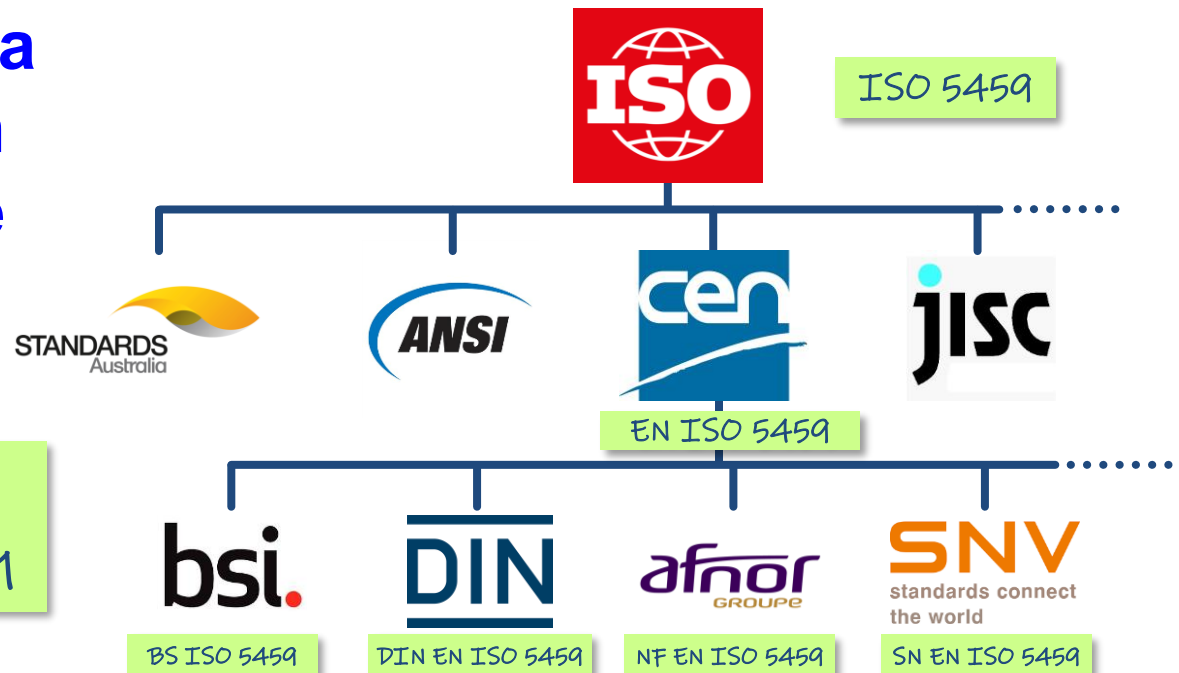
Ex: ISO 5459:2011

--> 1981

...

--> 2011

• Structure de la normalisation internationale



--> En Suisse :

SN EN ISO 5459:2011

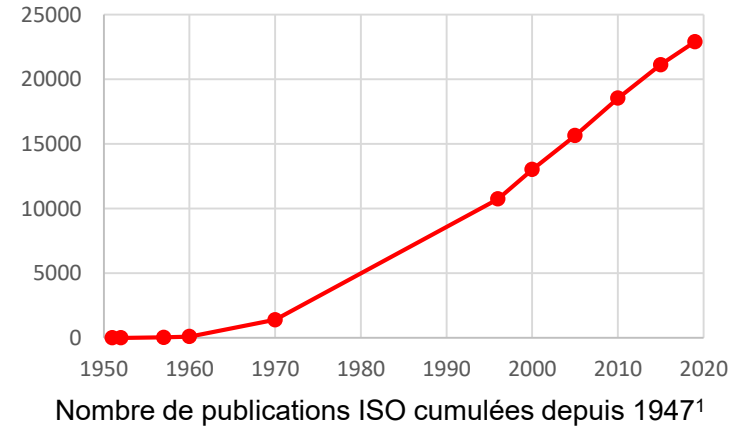
La normalisation au XXI^e siècle

- **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)



Catalyseur ou
obstacle à
l'activité
industrielle ?...

- **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 → Service d'édition du RLC**
<https://www.epfl.ch/campus/library/fr/bibliotheque/>
- **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>



Des questions ?

