

# MT4

## Métrologie

# Métrologie

- 6 heures de cours
- 6 heures de TD
- 0,5 ECTS (*European Credit Transfer and Accumulation System*)/57
- Contrôle continu 100 % écrit (1<sup>ère</sup> session)

# Métrologie

La métrologie est l'ensemble des disciplines liées à la mesure.

# Métrologie

La métrologie est l'ensemble des disciplines liées à la mesure.

Elle comprend la **métrologie légale** et la **métrologie industrielle et scientifique**.

# Métrologie

La métrologie est l'ensemble des disciplines liées à la mesure.

Elle comprend la **métrologie légale** et la **métrologie industrielle et scientifique**.

**La métrologie légale : un outil pour la protection des consommateurs et la loyauté des échanges :**

Elle regroupe un ensemble d'exigences et de procédures de contrôle imposées par l'État pour garantir la fiabilité de certains instruments de mesure (balances, pompes à essence, taximètres, mesure de polluants, etc.) afin d'assurer la protection du consommateur, la loyauté des échanges et la bonne application des lois et règlements.

# Métrologie

La métrologie est l'ensemble des disciplines liées à la mesure.

Elle comprend la **métrologie légale** et la **métrologie industrielle et scientifique**.

**La métrologie industrielle et scientifique : un outil de la performance économique :**

La métrologie regroupe l'ensemble des techniques permettant d'effectuer des mesures, de garantir leur exactitude et de les interpréter.

Pour les industriels, assurer la traçabilité et la fiabilité de leurs mesures est essentiel pour maîtriser leurs procédés de fabrication et veiller à la qualité de leurs produits.

La métrologie peut donc apporter une contribution majeure à la compétitivité des entreprises

# 1ère partie : la métrologie légale

Ministère de l'économie et des finances, DGE / SQUALPI/ Division métrologie -  
Bâtiment 4 Sieyès - Teledoc 143  
61, Bd Vincent Auriol 75703 Paris Cedex 13

## → **Élaboration et mise en application de la réglementation**

suivi de la Lolf (Loi organique relative aux lois de finances)  
tutelle du LNE (Laboratoire National de métrologie et d'Essais)  
assistance aux actions de surveillance du marché  
actions diverses d'information sur la métrologie légale  
unité "Énergie, mesurage des liquides et agroalimentaire"  
unité "Pesage, transports, sécurité routière"

# 1ère partie : la métrologie légale

- compteurs d'énergie thermique, répartiteurs d'énergie thermique,

# 1ère partie : la métrologie légale

- compteurs d'énergie thermique, répartiteurs d'énergie thermique,
- compteurs d'eau froide propre, compteurs d'eau chaude propre,

# 1ère partie : la métrologie légale

- compteurs d'énergie thermique, répartiteurs d'énergie thermique,
- compteurs d'eau froide propre, compteurs d'eau chaude propre,
- mesures de capacité, bouteilles récipients-mesures,

# 1ère partie : la métrologie légale

- compteurs d'énergie thermique, répartiteurs d'énergie thermique,
- compteurs d'eau froide propre, compteurs d'eau chaude propre,
- mesures de capacité, bouteilles récipients-mesures,
- instruments de mesure multi-dimensionnelle,

# 1ère partie : la métrologie légale

- compteurs d'énergie thermique, répartiteurs d'énergie thermique,
- compteurs d'eau froide propre, compteurs d'eau chaude propre,
- mesures de capacité, bouteilles récipients-mesures,
- instruments de mesure multi-dimensionnelle,
- thermomètres pour denrées périssables.

# 1ère partie : la métrologie légale

- compteurs d'énergie thermique, répartiteurs d'énergie thermique,
- compteurs d'eau froide propre, compteurs d'eau chaude propre,
- mesures de capacité, bouteilles récipients-mesures,
- instruments de mesure multi-dimensionnelle,
- thermomètres pour denrées périssables.
- instruments de mesure dimensionnelle

# 1ère partie : la métrologie légale

- compteurs d'énergie thermique, répartiteurs d'énergie thermique,
- compteurs d'eau froide propre, compteurs d'eau chaude propre,
- mesures de capacité, bouteilles récipients-mesures,
- instruments de mesure multi-dimensionnelle,
- thermomètres pour denrées périssables.
- instruments de mesure dimensionnelle
- humidimètres, réfractomètres, saccharimètres

# 1ère partie : la métrologie légale

- compteurs d'énergie thermique, répartiteurs d'énergie thermique,
- compteurs d'eau froide propre, compteurs d'eau chaude propre,
- mesures de capacité, bouteilles récipients-mesures,
- instruments de mesure multi-dimensionnelle,
- thermomètres pour denrées périssables.
- instruments de mesure dimensionnelle
- humidimètres, réfractomètres, saccharimètres
- analyseurs de gaz d'échappement, opacimètres, sonomètres

# 1ère partie : la métrologie légale

- compteurs d'énergie thermique, répartiteurs d'énergie thermique,
- compteurs d'eau froide propre, compteurs d'eau chaude propre,
- mesures de capacité, bouteilles récipients-mesures,
- instruments de mesure multi-dimensionnelle,
- thermomètres pour denrées périssables.
- instruments de mesure dimensionnelle
- humidimètres, réfractomètres, saccharimètres
- analyseurs de gaz d'échappement, opacimètres, sonomètres
- instruments de pesage à fonctionnement non automatique et automatique, masses, poids

# 1ère partie : la métrologie légale

- compteurs d'énergie thermique, répartiteurs d'énergie thermique,
- compteurs d'eau froide propre, compteurs d'eau chaude propre,
- mesures de capacité, bouteilles récipients-mesures,
- instruments de mesure multi-dimensionnelle,
- thermomètres pour denrées périssables.
- instruments de mesure dimensionnelle
- humidimètres, réfractomètres, saccharimètres
- analyseurs de gaz d'échappement, opacimètres, sonomètres
- instruments de pesage à fonctionnement non automatique et automatique, masses, poids
- suivi des dossiers de surveillance du marché,

# 1ère partie : la métrologie légale

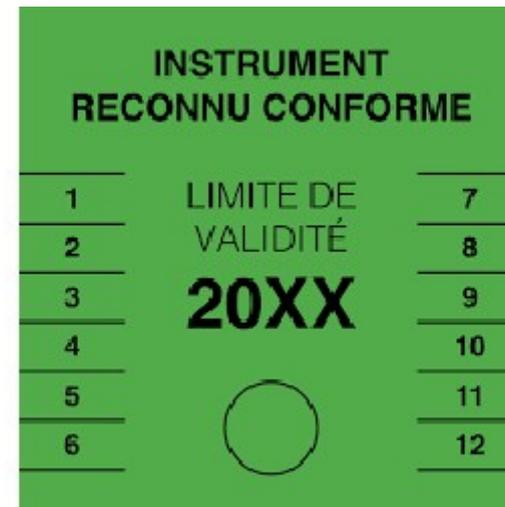
- compteurs d'énergie thermique, répartiteurs d'énergie thermique,
- compteurs d'eau froide propre, compteurs d'eau chaude propre,
- mesures de capacité, bouteilles récipients-mesures,
- instruments de mesure multi-dimensionnelle,
- thermomètres pour denrées périssables.
- instruments de mesure dimensionnelle
- humidimètres, réfractomètres, saccharimètres
- analyseurs de gaz d'échappement, opacimètres, sonomètres
- instruments de pesage à fonctionnement non automatique et automatique, masses, poids
- suivi des dossiers de surveillance du marché,
- Cinémomètres : *Appareil servant à mesurer la vitesse linéaire d'un mobile. xD*

# 1ère partie : la métrologie légale

- compteurs d'énergie thermique, répartiteurs d'énergie thermique,
- compteurs d'eau froide propre, compteurs d'eau chaude propre,
- mesures de capacité, bouteilles récipients-mesures,
- instruments de mesure multi-dimensionnelle,
- thermomètres pour denrées périssables.
- instruments de mesure dimensionnelle
- humidimètres, réfractomètres, saccharimètres
- analyseurs de gaz d'échappement, opacimètres, sonomètres
- instruments de pesage à fonctionnement non automatique et automatique, masses, poids
- suivi des dossiers de surveillance du marché,
- Cinémomètres : *Appareil servant à mesurer la vitesse linéaire d'un mobile. xD*
- Éthylomètres

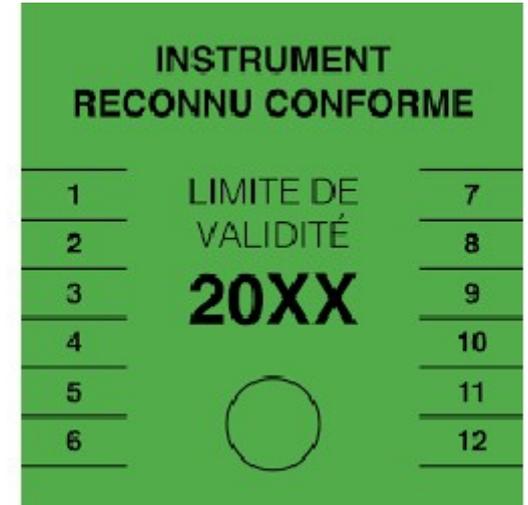
# 1ère partie : la métrologie légale

- mesurage du gaz (quantité d'énergie),



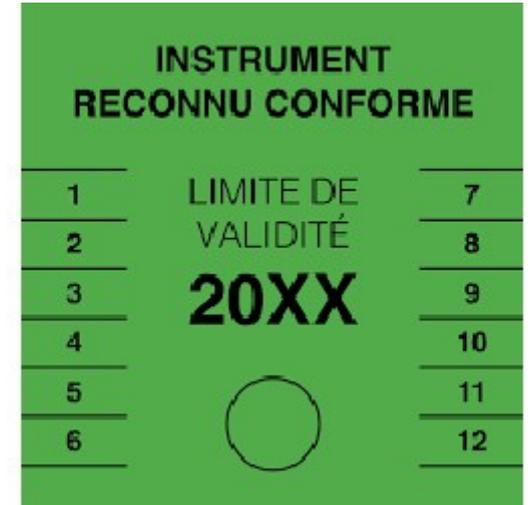
# 1ère partie : la métrologie légale

- mesurage du gaz (quantité d'énergie),
- Voludéprimomètres (mesure du débit des gaz comprimés),



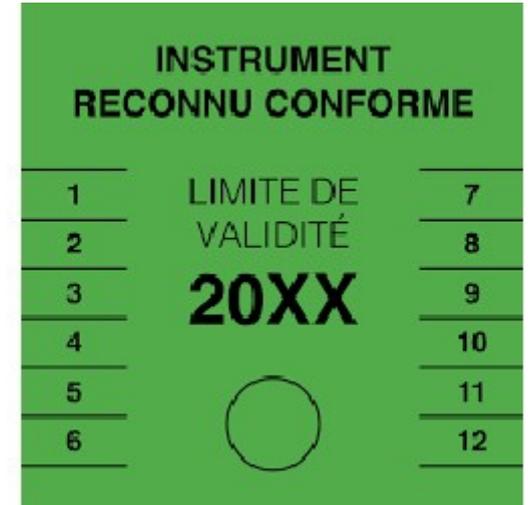
# 1ère partie : la métrologie légale

- mesurage du gaz (quantité d'énergie),
- Voludéprimomètres (mesure du débit des gaz comprimés),
- compteurs de quantité de gaz,



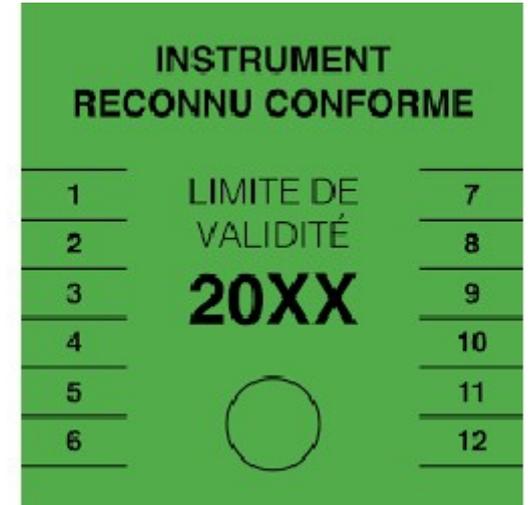
# 1ère partie : la métrologie légale

- mesurage du gaz (quantité d'énergie),
- Voludéprimomètres (mesure du débit des gaz comprimés),
- compteurs de quantité de gaz,
- dispositifs de conversion de volume de gaz,



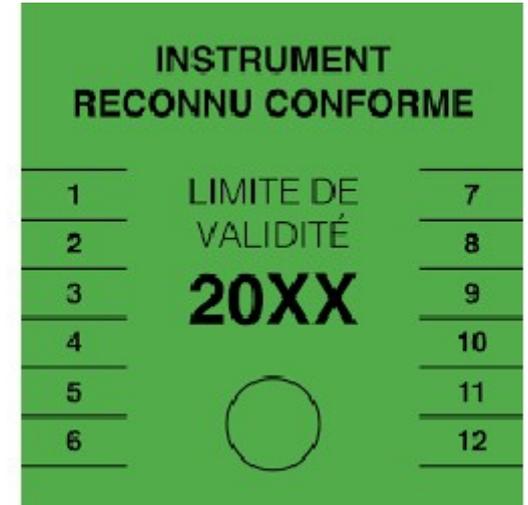
# 1ère partie : la métrologie légale

- mesurage du gaz (quantité d'énergie),
- Voludéprimomètres (mesure du débit des gaz comprimés),
- compteurs de quantité de gaz,
- dispositifs de conversion de volume de gaz,
- mesurage de l'énergie électrique,



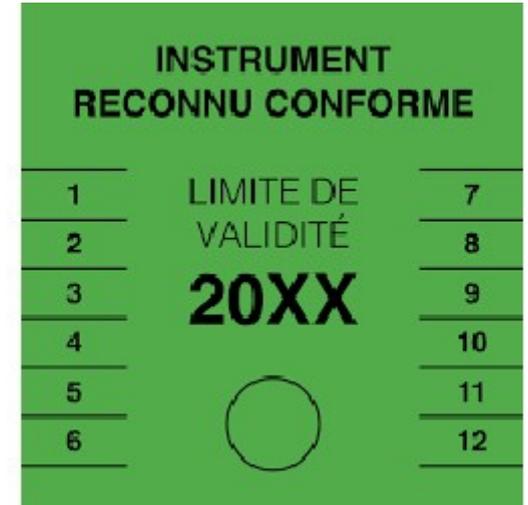
# 1ère partie : la métrologie légale

- mesurage du gaz (quantité d'énergie),
- Voludéprimomètres (mesure du débit des gaz comprimés),
- compteurs de quantité de gaz,
- dispositifs de conversion de volume de gaz,
- mesurage de l'énergie électrique,
- Chronotachygraphe.



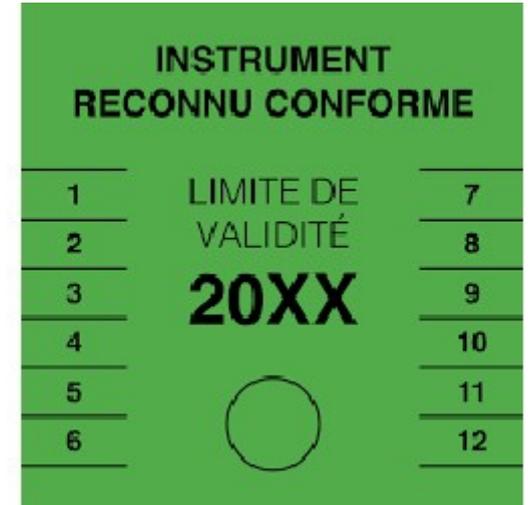
# 1ère partie : la métrologie légale

- mesurage du gaz (quantité d'énergie),
- Voludéprimomètres (mesure du débit des gaz comprimés),
- compteurs de quantité de gaz,
- dispositifs de conversion de volume de gaz,
- mesurage de l'énergie électrique,
- Chronotachygraphe.
- mesurage dynamique et statique des liquides



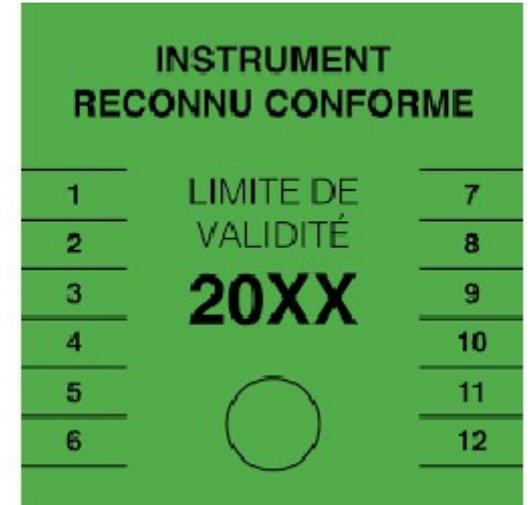
# 1ère partie : la métrologie légale

- mesurage du gaz (quantité d'énergie),
- Voludéprimomètres (mesure du débit des gaz comprimés),
- compteurs de quantité de gaz,
- dispositifs de conversion de volume de gaz,
- mesurage de l'énergie électrique,
- Chronotachygraphe.
- mesurage dynamique et statique des liquides
- ensembles de mesurage de liquides autres que l'eau,



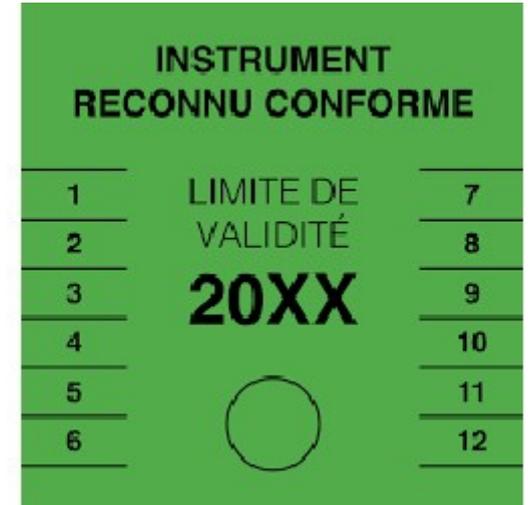
# 1ère partie : la métrologie légale

- mesurage du gaz (quantité d'énergie),
- Voludéprimomètres (mesure du débit des gaz comprimés),
- compteurs de quantité de gaz,
- dispositifs de conversion de volume de gaz,
- mesurage de l'énergie électrique,
- Chronotachygraphe.
- mesurage dynamique et statique des liquides
- ensembles de mesurage de liquides autres que l'eau,
- ensembles de mesurage de masse de gaz, récipients-mesures, jaugeurs, cuves de refroidisseurs de lait,



# 1ère partie : la métrologie légale

- mesurage du gaz (quantité d'énergie),
- Voludéprimomètres (mesure du débit des gaz comprimés),
- compteurs de quantité de gaz,
- dispositifs de conversion de volume de gaz,
- mesurage de l'énergie électrique,
- Chronotachygraphe.
- mesurage dynamique et statique des liquides
- ensembles de mesurage de liquides autres que l'eau,
- ensembles de mesurage de masse de gaz, récipients-mesures, jaugeurs, cuves de refroidisseurs de lait,
- Taximètres



# 1ère partie : la métrologie légale

D'un point de vue régional : les DREETS, les DEETS et la DRIEETS Ile-de-France

Les **Directions régionales de l'économie, de l'emploi, du travail et des solidarités (DREETS)** sont votre interlocuteur unique, au niveau régional, pour toute question concernant :

- la politique du travail et l'inspection du travail ;
- le contrôle du bon fonctionnement des marchés et des relations commerciales et la protection des consommateurs ;
- le développement des filières et l'accompagnement des entreprises, les mutations économiques, la compétitivité et la sauvegarde des entreprises ;
- la politique de l'emploi (accès et retour dans l'emploi, développement de l'emploi et des compétences, formation professionnelle) ;
- les politiques de cohésion sociale (protection des personnes vulnérables, lutte contre les exclusions, hébergement) ;
- les actions sociales et économiques de la politique de la ville (dans certaines régions, cette mission est exercée par le Secrétariat général pour les affaires régionales — SGAR) ;
- le contrôle et l'inspection des établissements et services sociaux ;
- la formation et la certification des professions sociales et de santé non médicales ;
- l'insertion sociale et professionnelle

# 1ère partie : la métrologie légale

D'un point de vue régional : les DREETS, les DEETS et la DRIEETS Ile-de-France

En Île-de-France, la direction est une **Direction régionale et interdépartementale de l'économie, de l'emploi, du travail et des solidarités (DRIEETS)**, comprenant quatre unités départementales à Paris et dans les départements 92, 93 et 94, née du rapprochement des DDCS et des unités départementales des DIRECCTE sur ces territoires.

En Outre-mer, les directions sont des **Directions de l'économie, de l'emploi, du travail et des solidarités (DEETS)** qui exercent les missions confiées en métropole aux DREETS (*Direction départementale emploi, travail, solidarités ( et de la protection des populations ))*), aux DEETS (*Direction départementale emploi, travail, solidarités*) et aux DEETS-PP (*Direction départementale emploi, travail, solidarités ( et de la protection des populations ))*)

# 1ère partie : la métrologie légale

## Le LNE : Le Laboratoire national de métrologie et d'essais

Établissement public à caractère industriel et commercial (EPIC), le Laboratoire national de métrologie et d'essais (LNE) est placé sous la tutelle du ministère en charge de l'Industrie.

Le LNE est le laboratoire de référence chargé d'accompagner la collectivité dans son évolution et ses progrès, pour améliorer la compétitivité des entreprises tout en préservant un haut niveau d'exigences en matière de sécurité des consommateurs, santé publique, protection de l'environnement et maîtrise de l'énergie.



*Perso : le site [lne.fr](http://lne.fr) est une bonne base de la veille technologique*

# 1ère partie : la métrologie légale

## Le COFRAC (Comité français d'accréditation)

Le COFRAC est une association à but non lucratif, à qui a été confiée la mission de s'assurer de la compétence et de l'impartialité des organismes d'évaluation de la conformité.



Le Cofrac, créé en 1994 sous le régime de la loi du 1er juillet 1901 a été désigné comme unique instance nationale d'accréditation par le décret du 19 décembre 4308.

L'accréditation est utilisée en métrologie légale pour garantir la compétence des organismes auxquels l'État délègue le contrôle des instruments de mesure réglementés.

# 1ère partie : la métrologie légale

Synthèse

# Le système SI d'unités de mesure

Le Système international d'unités (SI), issu du système métrique décimal adopté en 1795 par la France, a été officiellement adopté par la **Conférence générale des poids et mesures** (CGPM) lors de sa 11ème réunion (1960).

Il repose sur sept unités de base bien définies

### Unité de temps

La seconde, symbole s, est définie en prenant la valeur numérique fixée de la fréquence du césium,  $\Delta\nu_{\text{Cs}}$ , la fréquence de la transition hyperfine de l'état fondamental de l'atome de césium 133 non perturbé, égale à 9 192 631 770 lorsqu'elle est exprimée en Hz, unité égale à  $\text{s}^{-1}$ .

### Unité de longueur

Le mètre, symbole m, est défini en prenant la valeur numérique fixée de la vitesse de la lumière dans le vide  $c$ , égale à 299 792 458 lorsqu'elle est exprimée en m/s, la seconde étant définie en fonction de  $\Delta\nu_{\text{Cs}}$ .

### Unité de masse

Le kilogramme, symbole kg, est défini en prenant la valeur numérique fixée de la constante de Planck,  $h$ , égale à  $6,626\,070\,15 \times 10^{-34}$  lorsqu'elle est exprimée dans l'unité J s, égale à  $\text{kg m}^2 \text{s}^{-1}$ , le mètre et la seconde étant définis en fonction de  $c$  et  $\Delta\nu_{\text{Cs}}$ .

### Unité de courant électrique

L'ampère, symbole A, est défini en prenant la valeur numérique fixée de la charge élémentaire  $e$ , égale à  $1,602\,176\,634 \times 10^{-19}$  lorsqu'elle est exprimée en C, égale à A s, la seconde étant définie en fonction de  $\Delta\nu_{\text{Cs}}$ .

### Unité de température thermodynamique

Le kelvin, symbole K, est défini en prenant la valeur numérique fixée de la constante de Boltzmann  $k$ , égale à  $1,380\,649 \times 10^{-23}$  lorsqu'elle est exprimée en  $\text{J K}^{-1}$ , unité égale à  $\text{kg m}^2 \text{s}^{-2} \text{K}^{-1}$ , le kilogramme, le mètre et la seconde étant définis en fonction de  $h$ ,  $c$  et  $\Delta\nu_{\text{Cs}}$ .

### Unité de quantité de matière

La mole, symbole mol, une mole contient exactement  $6,022\,140\,76 \times 10^{23}$  entités élémentaires. Ce nombre, appelé «nombre d'Avogadro», correspond à la valeur numérique fixée de la constante d'Avogadro,  $N_A$ , lorsqu'elle est exprimée en  $\text{mol}^{-1}$ .

La quantité de matière, symbole  $n$ , d'un système est une représentation du nombre d'entités élémentaires spécifiées. Une entité élémentaire peut être un atome, une molécule, un ion, un électron ou toute autre particule ou groupement spécifié de particules.

### Unité d'intensité lumineuse

La candela, symbole cd, est l'unité du SI d'intensité lumineuse dans une direction donnée. Elle est définie en prenant la valeur numérique fixée de l'efficacité lumineuse d'un rayonnement monochromatique de fréquence  $540 \times 10^{12}$  Hz,  $K_{\text{cd}}$ , égale à 683 lorsqu'elle est exprimée dans l'unité  $\text{lm W}^{-1}$ , unité égale à  $\text{cd sr W}^{-1}$ , ou  $\text{cd sr kg}^{-1} \text{m}^{-2} \text{s}^3$ , le kilogramme, le mètre et la seconde étant définis en fonction de  $h$ ,  $c$  et  $\Delta\nu_{\text{Cs}}$ . »

# Le système SI d'unités de mesure

Toutes les autres unités habituellement employées sont des unités dérivées résultant de la composition des unités de base.

# Le système SI d'unités de mesure

Toutes les autres unités habituellement employées sont des unités dérivées résultant de la composition des unités de base.

La loi du 4 juillet 1837 rend obligatoire le "système métrique" en France, et le décret n° 61-501 du 3 mai 1961 modifié (pris en application de Directives européennes) définit comme unités légales les unités du système international, et définit chacune de ces unités, réparties dans neuf grandes catégories.

# Le système SI d'unités de mesure

Toutes les autres unités habituellement employées sont des unités dérivées résultant de la composition des unités de base.

La loi du 4 juillet 1837 rend obligatoire le "système métrique" en France, et le décret n° 61-501 du 3 mai 1961 modifié (pris en application de Directives européennes) définit comme unités légales les unités du système international, et définit chacune de ces unités, réparties dans neuf grandes catégories.

Le SI est un système évolutif qui reflète les besoins croissants de l'industrie et de la recherche ainsi que les progrès techniques et scientifiques. Les définitions de plusieurs unités ont ainsi évolué au cours du temps.

# Le système SI d'unités de mesure

Toutes les autres unités habituellement employées sont des unités dérivées résultant de la composition des unités de base.

La loi du 4 juillet 1837 rend obligatoire le "système métrique" en France, et le décret n° 61-501 du 3 mai 1961 modifié (pris en application de Directives européennes) définit comme unités légales les unités du système international, et définit chacune de ces unités, réparties dans neuf grandes catégories.

Le SI est un système évolutif qui reflète les besoins croissants de l'industrie et de la recherche ainsi que les progrès techniques et scientifiques. Les définitions de plusieurs unités ont ainsi évolué au cours du temps.

En novembre 2018, lors de la 26ème Conférence générale des poids et mesure, les définitions de quatre des sept unités de base du SI – à savoir le kilogramme, l'ampère, le kelvin et la mole – ont révisées et établies à partir des valeurs numériques fixées de la constante de Planck ( $h$ ), de la charge élémentaire ( $e$ ), de la constante de Boltzmann ( $k$ ) et de la constante d'Avogadro ( $N_A$ ), respectivement. Les définitions des sept unités de base du SI sont désormais définies à partir de constantes physiques plutôt qu'à partir d'artefacts physiques. Les nouvelles définitions sont entrées en vigueur le 20 mai 2019, Journée mondiale de la métrologie, qui célèbre la mise en place du SI, ou système métrique, en 1875.

# Le système SI d'unités de mesure

- Unités géométriques
- Unités de masse
- Unités de temps
- Unités mécaniques
- Unités électriques
- Unités calorifiques
- Unités des rayonnements ionisants
- Unités de quantités de matière
- Unités optiques

# 2nde partie : la métrologie industrielle

La métrologie regroupe l'ensemble des techniques permettant d'effectuer des mesures, de les interpréter et de garantir leur exactitude.

Pour les industriels, assurer la traçabilité et la fiabilité de leurs mesures est essentiel pour maîtriser leurs procédés de fabrication et veiller à la qualité de leurs produits.

La métrologie peut donc apporter une contribution majeure à la compétitivité des entreprises.

Le site internet du [CFM](#), Collège français de métrologie.

Le programme du 43, s'est tenu en 4319 à Paris.

# 2nde partie : la métrologie industrielle

Cette partie traitera les points suivants :

- les notions de bases de la métrologie,
- les normes qui traitent de la métrologie,
- la structuration et l'optimisation d'un processus de mesure,
- les bases de la gestion d'un parc d'instruments,
- une introduction aux méthodes d'estimation des incertitudes.