SAVOIRS ASSOCIÉS

Utilisation des niveaux de maîtrise des savoirs

S'il n'était pas limité par des niveaux taxonomiques, chaque référentiel de diplôme pourrait convenir à des formations très supérieures. La prise en compte de ces niveaux de maîtrise est donc un élément déterminant pour l'évaluation et, en amont du diplôme, pour la construction de la formation.

Niveau 1: niveau de l'information:

Le candidat a reçu une information minimale sur le concept abordé et il sait, d'une manière globale, de quoi il s'agit. Il peut donc par exemple identifier, reconnaître, citer, éventuellement désigner un élément, un composant au sein d'un système, citer une méthode de travail ou d'organisation, citer globalement le rôle et la fonction du concept appréhendé.

Niveau 2 : niveau de l'expression :

Ce niveau est relatif à l'acquisition de moyens d'expression et de communication en utilisant le registre langagier de la discipline. Il s'agit à ce niveau de maîtriser un savoir relatif à l'expression orale (discours, réponses orales, explications) et écrite (textes, croquis, schémas, représentations graphiques et symboliques en vigueur). Le candidat doit être capable de justifier l'objet de l'étude en expliquant par exemple un fonctionnement, une structure, une méthodologie, etc.

Niveau 3 : niveau de la maîtrise d'outils :

Cette maîtrise porte sur la mise en œuvre de techniques, d'outils, de règles et de principes en vue d'un résultat à atteindre. C'est le niveau d'acquisition de savoir-faire cognitifs (méthode, stratégie...). Ce niveau permet donc de simuler, de mettre en œuvre un équipement, de réaliser des représentations, de faire un choix argumenté, etc.

Niveau 4 : niveau de la maîtrise méthodologique.

Il vise à poser puis à résoudre les problèmes dans un contexte global industriel. Il correspond à une maîtrise totale de la mise en œuvre d'une démarche en vue d'un but à atteindre. Il intègre des compétences élargies, une autonomie minimale et le respect des règles de fonctionnement de type industriel (respect de normes, de procédures garantissant la qualité des produits et des services)

Il est clair que chacun des niveaux contient le précédent et qu'il faut être attentif à ne pas dépasser les exigences attendues.

^{1.} Voir la définition de ce mot dans le lexique (annexe I c).

S 1. GESTION

1.1. Le système entreprise.

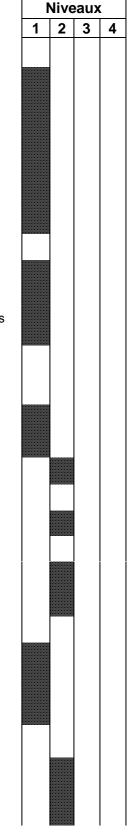
- 1.1.1. La diversité des entreprises :
 - Les types d'activité, la taille, la forme juridique ;
 - Les forces et faiblesses des différentes catégories d'entreprises ;
 - La finalité des différentes catégories d'entreprises.
- 1.1.2. L'environnement de l'entreprise :
 - Les composantes de l'environnement ;
 - Les flux échangés entre l'entreprise et son environnement amont et aval.
- 1.1.3. L'entreprise, système dirigé :
 - Les étapes du processus de direction ;
 - Les niveaux de décision ;
 - L'importance de la recherche et du traitement de l'information pour la fixation des objectifs et la prise de décision.

1.2. La dynamique du fonctionnement de l'entreprise.

- 1.2.1. L'activité commerciale :
 - La démarche mercatique : satisfaction des besoins, étude des marchés ;
 - La politique commerciale : les objectifs, le plan de marchéage ;
 - Les étapes d'une opération commerciale de vente et d'achat.
- 1.2.2. L'approvisionnement :
 - Principes de gestion administrative et économique des stocks.
- 1.2.3. L'activité productive :
 - Principes fondamentaux en matière de : modes de production, impact des nouvelles technologies, organisation de la production, organisation du travail, indicateurs de résultat (les composantes du coût de production).
- 1.2.4. La gestion financière :
 - L'adaptation des ressources aux besoins de financement, et des moyens aux possibilités de financement;
 - Les besoins de financement de l'investissement, de l'exploitation ;
 - Les divers moyens de financement et les critères de choix.

1.3. L'organisation de l'entreprise

- L'organisation de structure ;
- Les niveaux hiérarchiques, les descriptions de fonction, les analyses de poste ;
- Les liaisons hiérarchiques et fonctionnelles.



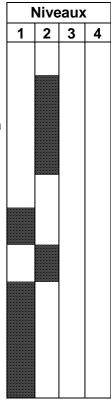
S 1. GESTION (suite)

1.4. La communication professionnelle :

- Les mécanismes de la communication : les contextes favorables à la communication, les canaux, les supports;
- Les différents types de messages professionnels, leur adaptation au destinataire, à l'objectif de la communication;
- L'évaluation de la qualité d'une communication.

1.5. Le cadre juridique des rapports du travail :

- Les sources législatives, réglementaires, contractuelles (convention collective, contrat de travail);
- Le cadre des relations individuelles de travail (salaire, conditions de travail, formation, licenciement...);
- Les syndicats ;
- La représentation et l'expression des salariés ;
- Le rôle de l'inspection du travail ;
- Les conflits individuels du travail, le conseil de prud'hommes ;
- Les conflits collectifs.



S 2. SÉCURITÉ, PRÉVENTION, ENVIRONNEMENT, ERGONOMIE

2.1. Sécurité, prévention

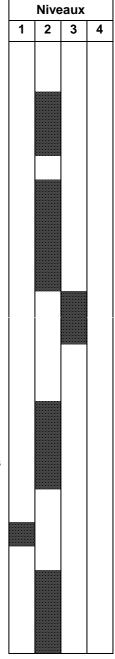
- 2.1.1. Cadre légal:
 - Règlements en vigueur, normalisation ;
 - Instances réglementaires extérieures à l'entreprise ;
 - Structure de prévention des risques dans l'entreprise.
- 2.1.2. Risques d'accidents et de nuisances.
 - Différents types de risque (mécaniques, électriques, optiques, chimiques, thermiques et par rayonnements);
 - Caractérisation du risque : probabilité, gravité, acceptabilité ;
 - Coût de la non-sécurité.
- 2.1.3. Conduite à tenir en cas d'accident.
- 2.1.4. Intégration de la sécurité : sécurité des machines et équipements satellites.
- 2.1.5. Sécurité électrique : certification BOV

2.2. Environnement (prévention des risques pour l'environnement)

- 2.2.1. Cadre légal :
 - Organismes concernés ;
 - Règlements en vigueur, normes environnementales.
- 2.2.2. Intégration de l'environnement : gestion des déchets : recyclage, traitement des déchets "ultimes".

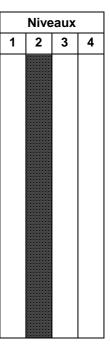
2.3. Ergonomie et conditions de travail

- 2.3.1. Définition, champ de l'ergonomie.
- 2.3.2. Tâches, activités de travail et situations de travail :
 - Notions de tâches et activités, composantes de l'activité : gestes, postures, déplacements, efforts, prises d'informations ;
 - Effets de l'activité de travail en situation inadaptée : sur l'opérateur, sur la production, pour l'entreprise.



S 2. SÉCURITÉ, PRÉVENTION, ENVIRONNEMENT, ERGONOMIE (SUITE)

- 2.3.3. Amélioration et restructuration des conditions de travail (optimisation des moyens matériels et humains, normalisation, réglementation) :
 - Implantation et aménagement des espaces et des moyens de travail ;
 - Gestes et postures adaptés à l'activité ;
 - Organisation de la production : rotation des tâches, des postes, élargissement et enrichissements des tâches, organisation du travail d'équipe, organisation temporelle des tâches.
 - Ambiances physiques de travail :
 - ambiance lumineuse (mesures correctives dans le cas d'ambiance lumineuse inadaptée, de travail sur écran),
 - ambiance sonore (prévention intrinsèque/intégrée, protection collective, protection individuelle),
 - ambiance thermique (paramètre du confort thermique);
 - Salle blanche;
 - Moyens et circonstances d'amélioration.



S 3. DÉMARCHE QUALITÉ

3.1. Notions sur la qualité :

- Définition de la qualité ;
- Notion de besoin ;
- Qualité du produit dans la relation client- fournisseur interne et externe :
- Composantes de la qualité ;
- Composantes de la compétitivité ;
- Service après-vente ;
- Non qualité, sur qualité, notion de valeur.

3. 2. Coûts d'obtention de la qualité :

- Coûts des anomalies internes et externes ;
- Coûts de prévention ;
- Indicateurs de mesure des coûts.

3.3. Conditions de réussite de la qualité :

- Concepts généraux ;
- Garantie de qualité des produits ;
- Amélioration des performances humaines : travail de groupe, auto- contrôle ;
- Fonctions du service qualité.

3.4. Assurance qualité :

Contrôle de conformité du produit ;

Systèmes d'assurance qualité;

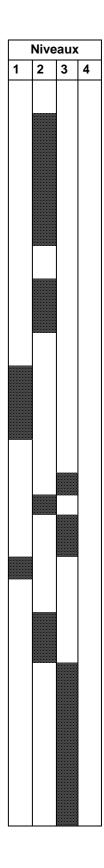
Identification et traçabilité du produit ;

Documents liés à l'assurance qualité ;

Certification d'entreprise.

3.5. Outils de gestion globale de la qualité :

- Feuilles de relevés, histogrammes, diagrammes cause-effet et Pareto ;
- Tableaux de bord, indicateurs, diagramme de Gantt;
- Mesure de la qualité en réalisation et montage ;
- Métrologie ;
- Caractéristiques des instruments de mesure ;
- Méthodes de mesure ;
- Estimation statistique :
- Typologie des erreurs ;
- Autocontrôle ;
- Plan d'étalonnage ;
- Contrôle du milieu ambiant.



S 4. DESCRIPTION DES SYSTÈMES MICROTECHNIQUES

4.1. Éléments d'analyse des systèmes

- 4.1.1. Notions du point de vue :
 - Fonctionnel;
 - Structurel;
 - Temporel.
- 4.1.2. Cycle de vie d'un système microtechnique.
- 4.1.3. Cahier des charges : d'un produit, d'un système, d'un équipement (spécification, intégration, essais, contrôle).

4.2. Description fonctionnelle

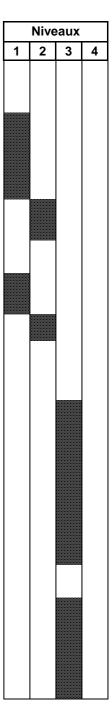
- 4.2.1. Concept de système : frontière, entrée et sortie, variables d'action et de contrôle, matière d'œuvre, niveau d'énergie effluent ;
- 4.2.2. Outils de description fonctionnelle : actigrammes, schémas blocs.

4.3. Description structurelle

- 4.3.1. Conventions de représentation :
 - Représentation en perspective :
 - Représentation en projection orthogonale ;
 - Spécifications dimensionnelles et géométriques ;
 - Identification des composants ;
 - Identification des liaisons mécaniques ;
 - Représentation schématique : schéma cinématique minimal, schéma technologique ;
 - Schémas à contact ;
 - Logigrammes.

4.4. Description temporelle

- 4.4.1. Chronogramme.
- 4.4.2. Grafcet :
 - Concepts de base (notions de point de vue) ;
 - Formalisme Grafcet (étapes, transitions et réceptivités associées) ;
 - Règles d'évolution.



S 5. TECHNOLOGIES DES MICROSYSTÈMES

5.1. Chaîne d'énergie dans les microsystèmes

5.1.1. Alimentation en énergie :

 Principes de fonctionnement, caractéristiques et limites de fonctionnement des : transformateurs de tension à partir du réseau EDF, piles et accumulateurs, photopiles, énergies pneumatique et hydraulique, extérieure ou embarquée, énergie mécanique (ressort, masse).

5.1.2. Actionneurs:

- Principes de fonctionnement, caractéristiques et limites de fonctionnement, schémas-types de câblage de l'actionneur et de sa mise en œuvre, pour :
 - micromoteurs électriques ;
 - électro-aimants ;
 - vérins :
 - micromoteurs pneumatiques ;
 - sources laser.

5.2. Chaîne d'action dans les microsystèmes

- 5.2.1. Fonction transmettre la puissance (classes de solutions et performances) :
 - Transmissions sans modification de mouvement (accouplements, limiteurs de couple, embrayages, crabots, entraîneurs unidirectionnels);

 Transmissions avec modification de couple et de vitesse (réducteurs et multiplicateurs, roues et galets de friction, poulies et courroies, chaînes).

5.2.2. Fonction transformer le mouvement (classes de solutions et performances) :

- Bielle-manivelle;
- Vis-écrou;
- Cames :
- Pignon et crémaillère ;
- Croix de Malte.
- ${\bf 5.2.3.}\ Fonction\ guidage\ m\'ecanique\ (classes\ de\ solutions\ et\ performances)\ :$
 - Guidages lisses (bagues, pierres, spider, crapaudines);
 - Guidages par éléments roulants (roulements et patins) ;
- 5.2.4. Lubrification (classes de solutions et performances).
- 5.2.5. Étanchéité (classes de solutions et performances).
- 5.2.6. Fonction isoler dans les domaines d'application tels que thermique, magnétique, optique, acoustique, électrique (classes de solutions et performances).

Niveaux

S 5. TECHNOLOGIES DES MICROSYSTÈMES (SUITE)

5.3. Chaîne d'information dans les microsystèmes

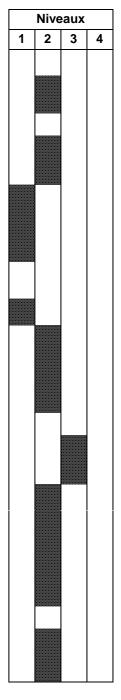
- 5.3.1. Nature de l'information et caractère d'une information : logique, numérique, analogique.
- 5.3.2. Les différents types de commande :
 - Commande à effet direct : (sortie = f(entrées), expression logique des ordres) ;
 - Traitement séquentiel : (sortie = f(entrées, état), expression logique des ordres, graphe des états);
 - Commande en boucle fermée :
 - principes de la commande en boucle fermée;
 - étude qualitative des performances d'un asservissement : précision, rapidité, stabilité, influence des correcteurs P. I. D.
- 5.3.3. Capteurs et détecteurs, analogiques et numériques (principes de fonctionnement, caractéristiques et limites d'utilisation) :
 - Principe d'une chaîne d'acquisition et du conditionnement du signal ;
 - Schémas type de câblage et règles d'implantation (technologies électrique et optique) :
 - capteurs et détecteurs de grandeur physique ; jauges de contrainte ;
 - détecteurs de position.

5.3.4. Traitement des informations :

- Fonctions logiques : fonctions logiques de base et réalisations pratiques, fonction comptage et réalisations pratiques, fonction délai et temporisation et réalisations pratiques, fonction mémoire et réalisations pratiques;
- Microcontrôleurs : structure fonctionnelle et outils de programmation ;
- Composants électroniques configurables ASIC (Application Specific Integrated Circuit);
- Composants optiques et optoélectroniques dynamiques (diode laser, diode électroluminescente, photodiode, photorécepteur, CCD, diode pin);
- Composants optiques et optoélecroniques passifs (multiplexeur, démultiplexeur, duplexeur, circulateur, filtre, coupleur, AWG, fourches optiques).

5.3.5. Affichage:

- Numérations binaire et hexadécimale ;
- Caractéristiques et principes technologiques des afficheurs.

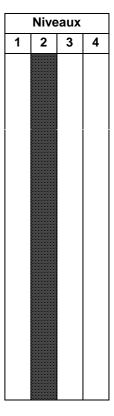


^{1.} Voir la définition de ce mot dans le lexique (annexe lc)

S 5. TECHNOLOGIES DES MICROSYSTÈMES (SUITE)

5.3.6. Connectique et interfaces de transmission :

- Supports de l'information (optique, électrique) ;
- Types de connecteurs normalisés, leurs limites d'utilisation et leur mise en œuvre ;
- Circuits rigides, circuits souples : limites d'utilisation ;
- Numérations binaire et hexadécimale ;
- Caractéristiques et principes technologiques des afficheurs ;
- Caractéristiques particulières de la connectique en optique :
 - principe ;
 - constitution d'un connecteur à fibres optiques ;
 - caractérisation d'un connecteur ;
 - principe de raccordement par manchons ;
 - pertes:
 - solutions technologiques (optimisation de la géométrie du manchon de raccordement, optimisation du couplage);
 - familles de connecteurs ;
 - performances en fonction du polissage : férules céramiques; montage, défauts.



S 6. MESURES ET ESSAIS

Pour chacun des domaines ci-dessous, les savoirs portent sur les éléments suivants :

- les grandeurs (dans les plages de grandeur des systèmes microtechniques) ;
- leurs spécifications ;
- les moyens de mesures adaptés et les critères de choix ;
- les procédures de mise en œuvre.

6.1. Métrologie des géométries

- Mesure des longueurs ;
- Mesure des surfaces ;
- Mesure des positions.

6.2. Métrologie des grandeurs électriques :

- Relevé et mesure de l'intensité d'un courant (du µA à l'ampère) ;
- Relevé et mesure de la tension (du mV jusqu'à 400V);
- Mesure de puissance (du μW à quelques Watts) ;
- Mesure de résistance ;
- Mesure de capacité, d'inductance ;
- Mesure de fréquence.

6.3. Métrologie des grandeurs optiques :

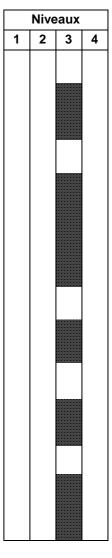
 Longueurs d'onde, puissance lumineuse, distance focale, mesures de transmission et de réflexion.

6.4. Métrologie des grandeurs mécaniques

- Force ;
- Accélération.

6.5. Métrologie de grandeurs diverses :

- Hygrométrie ;
- Température ;
- Pression et vide ;
- Masse.



S 7. MAINTENANCE DES SYSTÈMES MICROTECHNIQUES

7.1. Les différentes formes de maintenance :

- Maintenance corrective;
- Maintenance préventive systématique et conditionnelle ;
- Les opérations de maintenance ;
- Analyse des modes de défaillance ;
- Métrologie et calibration.

7.2. Niveaux de maintenance

- Niveaux de maintenance selon la norme ;
- Élaboration des documents d'aide à la maintenance de premier niveau : procédures de dépannage et de contrôle ;
- Saisie des comptes-rendus d'intervention, des fiches de suivi et d'expertises ;
- Élaboration des documents de suivi des produits microtechniques permettant de constituer le dossier historique;
- Analyse des informations avec l'aide des outils de la qualité.

7.3. Évaluation des coûts de maintenance

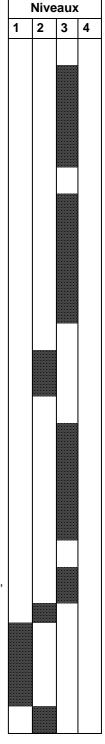
- Coûts par type d'intervention ;
- Indicateurs de mesure des coûts ;

7.4. Comportement des produits microtechniques

- Étude des défaillances ;
- Cause des phénomènes de dégradation ;
- Fiabilité et maintenabilité ;
- Moyenne des temps de bon fonctionnement et d'immobilisation pour intervention de maintenance;
- Suivi des produits : classification, inventaire, implantation, documentation technique.

7.5. Gestion du travail

- Préparation des travaux de maintenance du système : consignation, diagnostic, démontage ;
- Ordonnancement des travaux ;
- Contrats de maintenance ;
- Organisation du magasin : codification des pièces détachées en stock, documents de gestion, standardisation ;
- Gestion des stocks : différentes catégories d'articles, tenue à jour des fichiers de stocks, approvisionnement, coût des stocks ;
- Tableaux de bord, indicateurs, diagrammes.



S 8. LES PROCÉDÉS DE FABRICATION

Pour tous les procédés¹ ci dessous les savoirs portent sur les éléments suivants :

- choix de la machine ;
- choix des outils :
- choix des conditions de coupe ;
- détermination de la prise de pièce ;
- mise en œuvre du procédé.

8.1. Procédés par enlèvement de matière

- Techniques et procédés par outils coupants : tournage, fraisage, pointage et perçage (conventionnels et sur commande numérique);
- Techniques et procédés par abrasion : rectification ,rodage, super-finition, tribofinition, polissage des verres et des métaux ;
- Techniques et procédés par électroérosion.

8.2. Procédés par déformation plastique

- Pliage, cambrage, emboutissage, moulage, thermoformage.

8.3. Procédés par découpage

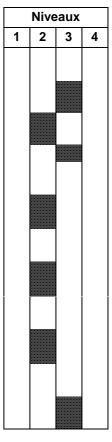
- Laser;
- Outils à découper.

8.4. Procédés chimiques

- Électrochimique ;
- Chimique.

8.5. Procédés de finition

 Grattage, galetage, roulage, brunissage, sablage, microbillage, procédés spécifiques d'ébavurage.



^{1.} Voir la définition de ce mot dans le lexique (annexe I c).

S 9. LES MATÉRIAUX

9.1. Classification et caractéristiques physiques et chimiques des principaux matériaux utilisés dans les systèmes microtechniques

- -Désignation;
- -Propriétés mécaniques fondamentales d'un matériau.

9.2. Connaissance des matériaux utilisés dans les systèmes microtechniques

- -Métaux et alliages ;
- -Matières plastiques, élastomères ;
- -Céramiques, matériaux amorphes¹ et nouveaux :
 - Verres
 - Céramiques techniques : fibres optiques, isolants, écrans thermiques, laser, prothèses osseuses, capteurs...
 - Matériaux composites ;
- Colles.

9.3. Traitement des matériaux

- -Traitements dans la masse ;
- -Traitements par transformation structurale superficielle;
- -Traitements et revêtements de surfaces :
 - préparation des surfaces,
 - traitements de surfaces par diffusion thermochimique,
 - revêtements chimiques (couches minces),
 - revêtements électrolytiques (couches minces et épaisses),
 - revêtement sous vide (couches minces);
- -Traitements spécifiques :
 - durcissement après revêtement,
 - traitements mécaniques et mécano-chimiques,
 - grenaillage de pré-contrainte,
- -Contrôle des revêtements et des traitements : épaisseur, aspect, porosité, dureté, adhérence, état de surface, résistance à la corrosion.

^{1.} Voir la définition de ce mot dans le lexique (annexe lc).

S 10. PROCÉDÉS D'ASSEMBLAGE, MONTAGE ET RÉGLAGE

10.1. Production des ensembles microtechniques par assemblage

- -Caractéristiques techniques des assemblages ;
- -Différentes techniques d'assemblage :
 - par fusion de la matière : différents procédés de soudage.
 - par écrasement, frittage,
 - par adhérence,
 - par collage,
 - par agrafage, sertissage,
 - par dilatation du matériau ;
 - par éléments rapportés (vis, goupilles...);
- Techniques d'assemblage par inserts métalliques : mise en place des inserts : frettage, ultrasons.

10.2. Montage des systèmes microtechniques

- Les Nature des assemblages : jeux, ajustements, conditions fonctionnelles ;
- Les Opérations élémentaires de montage :
 - principes et méthodes de montage,
 - antériorités de montage,
 - supports de montage ;
- Les Organisation des postes de montage, règles générales d'organisation :
 - implantation et organisation du poste de travail (poste de montage, poste de contrôle).
 - ambiance de travail : aménagement, équipement technique, environnement, ergonomie, sécurité.

10.3. Techniques de réglage et outillages associés.

10.3.1 Réglages mécaniques, pneumatiques, hydrauliques (jeux fonctionnels, pression de contact, positionnement angulaire et linéaire, équilibre, étalonnage).

10.3.2 Électriques :

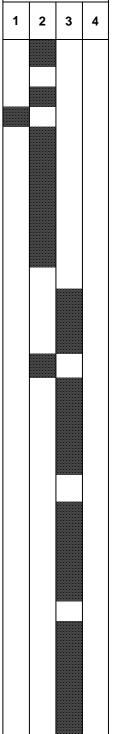
- Grandeurs physiques (tension, résistance, intensité);
- Calibrage, étalonnage.

10.3.3 Optiques:

- Focalisations;
- Collimations (centrage, direction, pointage);
- Orientations;
- Centrages ;
- Procédures avec outillage d'optique étalonné ;
- Comparaison, autocollimation, retournement, défilement, tourillonnement.

10.4. Contrôle

- Procédure de contrôle ;
- Méthodes de contrôle :
- Procès-verbal de contrôle.

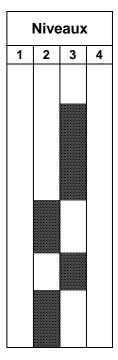


Niveaux

S11. ESSAIS ET TESTS

Essais et tests de conformité d'un produit ou système microtechnique au regard des spécifications techniques et des normes

- Procédures de vérification¹ du fonctionnement et des dispositifs de sécurité d'un système ou d'un produit microtechnique;
- Tests et essais de mise en service d'un système ou d'un produit microtechnique;
- Procédure de mise en conformité ;
- Normes et certifications relatives au système et à son utilisation ;
- Spécifications techniques ;
- Configuration des paramètres nécessaires à la mise en œuvre d'un système ou d'un produit microtechniques;
- Décisions de conformité, marquage, aptitude à l'emploi ;
- Règles de traçabilité ;
- Collecte et exploitation des informations.



^{1.} Voir la définition de ce mot dans le lexique (annexe I c).