

SAVOIRS ASSOCIÉS

S1. Construction, analyse, étude de comportement

- Analyse des données relatives aux produits obtenus, aux outillages.
- Production des données nécessaires à la fabrication des outillages.
- Modélisation des liaisons et des actions mécaniques.
- Cinématique.
- Statique.
- Hydrostatique.
- Résistance des matériaux.

S2. Procédés de mise en forme des matériaux

- Moulage des matériaux.
- Moulage en moule non permanent
- Moulage en moule permanent.
- Procédés spécifiques : caractéristiques et principes.

S3. Systèmes et techniques de fabrication

- Systèmes de fabrication, caractéristiques communes.
- Techniques de fabrication des outillages.
- Techniques et procédés d'assemblage et de finition

S4. Usinage à l'outil coupant.

- L'usinage à l'outil coupant : la coupe des matériaux ;
- Agencement et gestion des outils et des porte pièces.

S5. Préparation de la fabrication des outillages.

- Organisation du processus de fabrication.
- Organisation des procédures.

S6. Hygiène et prévention des risques professionnels et environnementaux.

- Accidents du travail et maladies professionnelles.
- La sécurité.
- Ergonomie et conditions de travail
- Protection de l'environnement

S7. Communication et dialogue

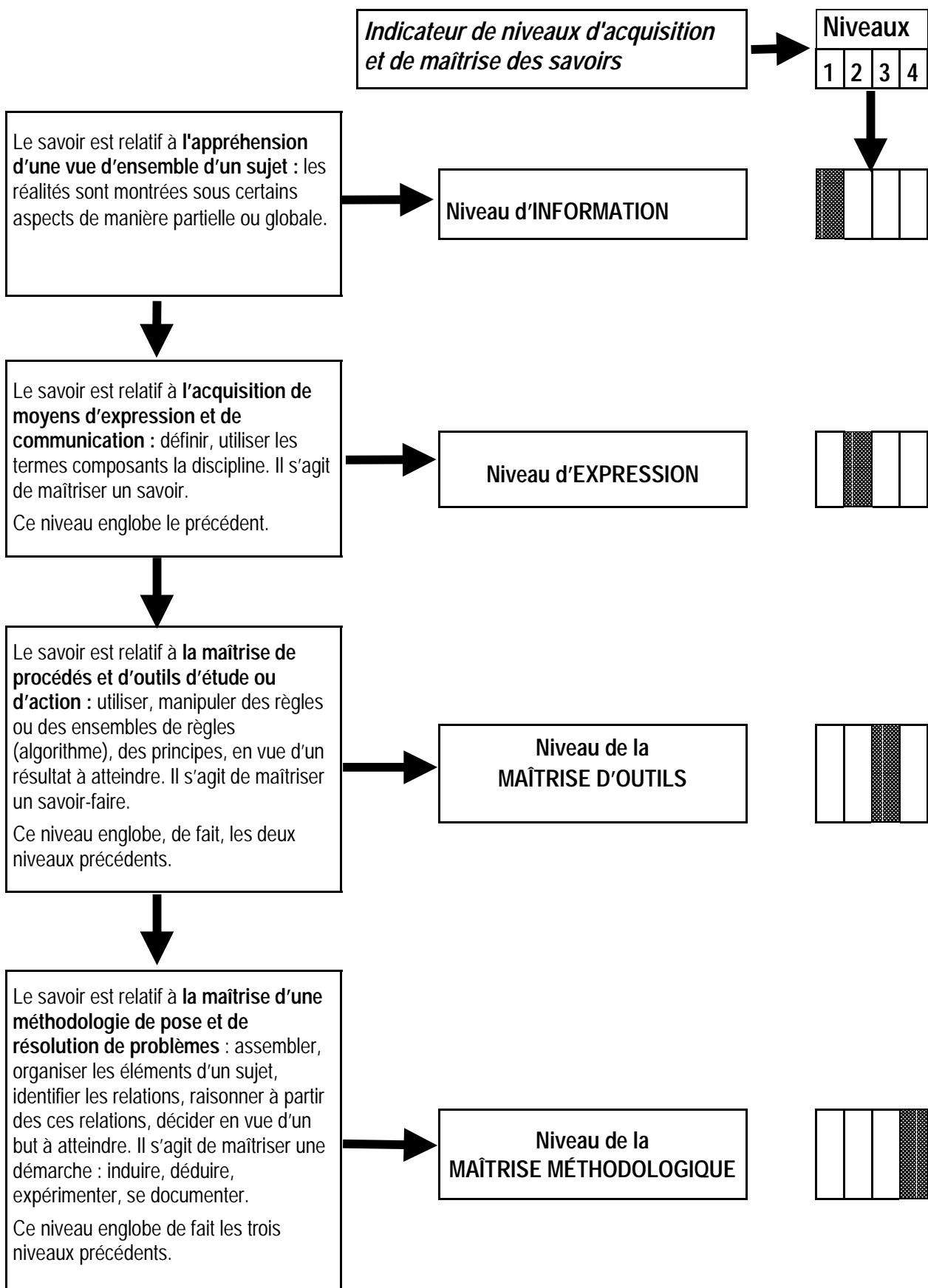
S8. Qualité et contrôle

- Définition , organisation de la qualité.
- Méthode de mesure et de contrôle.

S9. Gestion de la production - Maintenance

- Ordonnancement de la production.
- Maintenance des moyens de production.
- Maintenance des outillages.

Spécification des niveaux d'acquisition et de maîtrise des savoirs



S 1. CONSTRUCTION, ANALYSE, ÉTUDE DE COMPORTEMENT

S 1.1. ANALYSE DES DONNÉES RELATIVES AUX PRODUITS OBTENUS ET AUX OUTILLAGES

S 1.1.1. Analyse des produits et des outillages

- Ensembles, mécanismes, outillages :
 - Outils d'analyse fonctionnelle et temporelle.
 - Caractérisation des liaisons (encastrement, glissière, pivot, pivot glissant, hélicoïdale).
 - Identification des surfaces fonctionnelles.
- Produits ou outillages :
 - Décodage.
 - Conventions de représentation.
 - Spécifications.

S 1.1.2. Utilisation des données numériques

- Acquisition (utilisation des réseaux, des différents supports de stockage).
- Archivage
- Formats spécifiques et d'échange inter logiciels.

S 1.2. PRODUCTION DES DONNÉES NÉCESSAIRES À LA FABRICATION DES OUTILLAGES

S.1.2.1. Modélisation volumique des produits et outillages

- Méthodes de digitalisation de profils (2D, 3D).
Génération de formes par extrusion, révolution, balayage, lissage, ...
- Utilisation des outils de répétition linéaire, circulaire, par symétrie.
- Génération des dépouilles et retraits.
- Anticipation des déformations.
- Production de formes par prise d'empreinte.
- Utilisation des assemblages.

S 1.2.2. Mise en forme des données

- Mise en plans (de définition, d'ensemble).
- Production d'images des produits et outillages (exemple : rendus réalistes).
- Définition des outillages.
- Préparation des données pour l'exploitation numérique.

S 1.2.3. Techniques de représentation graphique rapide

- Perspectives cavalières et isométriques.
- Organigrammes et graphes de tâches.

| Niveaux | | | |
|---------|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 3 |
| | | | |
| | | | |

| | | |
|--|--|--|
| | | |
|--|--|--|

S 1. CONSTRUCTION, ANALYSE, ÉTUDE DE COMPORTEMENT (SUITE)

S 1.3. MODÉLISATION DES LIAISONS ET DES ACTIONS MÉCANIQUES

| Niveaux | | | |
|---------|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| | | | |

S 1.3.1. Modélisation des liaisons

- Définitions : solide, système de solides.
- Repérage d'un solide.
- Cinématique des liaisons (sans jeu) entre solides :
 - identification et caractérisation des contacts (ponctuel, linéique, surfacique) ;
 - identification et caractérisation des mouvements (translation, rotation, hélicoïdal) ;
 - degrés de liberté.
- Schématisation normalisée.

S 1.3.2. Modélisation des actions mécaniques

- Isolement d'un système de solides (frontière, actions intérieures et extérieures).
- Nature des actions mécaniques s'exerçant sur un solide : de contact et à distance.
- Principe des actions mutuelles.
- Modélisation d'une action mécanique par une résultante et un moment.
- Représentation vectorielle et algébrique (sous forme d'un torseur).
- Hypothèses simplificatrices et bilan équations / inconnues.

Remarque :

Les activités porteront principalement sur la préparation des données et des hypothèses et sur l'interprétation des résultats issus d'un traitement numérique par un logiciel de simulation mécanique.

S 1.4. CINÉMATIQUE

| | | | |
|--|--|--|--|
| | | | |
|--|--|--|--|

S 1.4.1. Mouvements relatifs de deux solides en liaison glissière, pivot

- Repère fixe, repère mobile.
- Définition des mouvements (rotation, translation).
- Trajectoire des points d'un solide.
- Cinématique du point d'un solide en mouvement de rotation ou de translation, par rapport à un repère fixe donné : position, trajectoire, vitesse, champ des vecteurs vitesse (solide en translation rectiligne ou en rotation autour d'un axe fixe).
Pour des mouvements uniformes :
 - représentation graphique (graphes des déplacements et des vitesses) ;
 - expression analytique (relation entre déplacement et vitesse).

S 1.5. STATIQUE

| | | | |
|--|--|--|--|
| | | | |
|--|--|--|--|

S.1.5.1. Principe fondamental de la statique

S.1.5.2. Résolution d'un problème de statique

- Justification des hypothèses (sur le mécanisme, le mouvement, les liaisons).
- Solution analytique (cas des forces parallèles).
- Solution graphique (traduction graphique du principe fondamental dans le cas d'un solide soumis à 2 ou 3 actions mécaniques).
- Saisie et traitement informatique.

S 1. CONSTRUCTION, ANALYSE, ÉTUDE DE COMPORTEMENT (SUITE)

S 1.6. HYDROSTATIQUE

- Pression en un point d'un liquide.
- Effort exercé en un point d'un liquide. Principes d'Archimède et de Pascal.

| Niveaux | | | |
|---------|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| | | | |

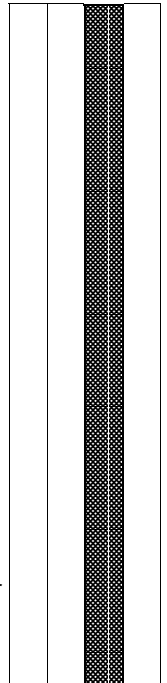
S 1.7. RÉSISTANCE DES MATÉRIAUX

Étude des sollicitations simples

- Exploitation et interprétation des résultats d'un essai de traction :
 - relation entre effort et déformation : loi de Hooke ;
 - notion de contrainte ;
 - module d'élasticité longitudinal (E) ;
 - palier de plasticité ;
 - limites élastiques et de rupture.
- Expression des contraintes et des déformations :
 - traction, compression ;
 - cisaillement (approche simplifiée de la contrainte) ;
 - torsion ;
 - flexion simple.
- Condition de résistance, coefficient de sécurité.

Remarque :

Les activités porteront principalement sur la préparation des données et des hypothèses et sur l'interprétation des résultats issus d'un traitement numérique par un logiciel de simulation mécanique. Elle est aussi basée sur l'étude expérimentale de comportement des matériaux utilisés.



NOTE IMPORTANTE :

Dans les diverses phases d'évaluation les expressions des contraintes et des déformations seront toujours fournies.

S 2. PROCÉDÉS DE MISE EN FORME DES MATÉRIAUX

S 2.1. MOULAGE DES MATÉRIAUX

S.2.1.1. Matériaux moulables

- Désignation et caractéristiques.
- Relations entre caractéristiques des matériaux moulés, des outillages de moulage et des formes des produits à obtenir.

S.2.1.2. Techniques de réalisation des pièces

- Techniques de moulage (exemple : impact, pression, vibration...).
- Techniques de positionnement : centreurs, goujons, repères...
- Techniques d'assemblage des parties de moule (démontables et fixes).

S.2.1.3. Influence du procédé sur l'outillage

- Démoulage de l'outillage.
- Retrait et déformation du produit fini.
- Résistance aux sollicitations.

| Niveaux | | | |
|---------|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| | | | |

S 2.2. MOULAGE EN MOULE NON PERMANENT

S 2.2.1. Caractéristiques et propriétés :

- Sables ;
- Plâtres ;
- Produits réfractaires.

S 2.2.2. Procédés particuliers : principes et caractéristiques :

Exemples : V Process, Modèles perdus (Lost Foam)....

| | | | |
|--|--|--|--|
| | | | |
|--|--|--|--|

S 2.3. MOULAGE EN MOULE PERMANENT

Principe et caractéristiques :

- Coquille par gravité.
- Basse pression
- Injection.
- Centrifugation.

| | | | |
|--|--|--|--|
| | | | |
|--|--|--|--|

S 2.4. PROCÉDÉS SPÉCIFIQUES

Caractéristiques et principes :

- Thermoformage.
- Moule contact pour pièce en matériau composite.
- Moule de compression pour pièce en matériau composite.
- Moule pour pièce en résine, R.I.M (reaction in molding), RTM.
- Mise en forme des céramiques.

| | | | |
|--|--|--|--|
| | | | |
|--|--|--|--|

S 3. SYSTÈMES ET TECHNIQUES DE FABRICATION

S 3.1. SYSTÈME DE FABRICATION, CARACTÉRISTIQUES COMMUNES

S 3.1.1. Tendances et évolution des moyens et systèmes de fabrication.

S 3.1.2. Matériaux usinables : caractéristiques

S 3.1.3. Performances et caractéristiques principales des machines

- Caractéristiques géométriques et dimensionnelles .
- Caractéristiques cinématiques et techniques.
- Caractéristiques de communication :
 - relation machine / environnement,
 - relation machine / opérateur.
- Caractéristiques économiques : coût de revient horaire, coût des investissements...

S 3.1.4. Cinématique des machines. Référentiels

- Mouvements de génération disponibles.
- Axes principaux.
- Référentiel des mouvements.

S 3.1.5. Géométrie et cinématique de la génération

- Typologie des travaux associés aux outils et aux machines.

S 3.1.6. Circulation des produits et des informations

- Optimisation de l'implantation des moyens de production.

S 3.2. TECHNIQUES DE FABRICATION DES OUTILLAGES

S.3.2.1. Techniques d'outillage rapide

- Principes généraux.
- Caractéristiques des machines et domaines d'emploi.
- Techniques de mise en œuvre.
- Paramètres influents sur les caractéristiques du produit obtenu.

S 3.2.2. Techniques et procédés d'usinage

- Usinage traditionnel : classification, principe, limite d'utilisation, critère de choix.
- Usinage à grande vitesse : principes généraux, caractéristiques des machines et des outils.

S 3.3. TECHNIQUES ET PROCÉDÉS D'ASSEMBLAGE ET DE FINITION

- Méthodes d'assemblage, outils associés ;
- Procédés de liaison, moyens utilisés ;
- Finition des outillages ;
- Contrôle de l'outillage assemblé.

| Niveaux | | | |
|---------|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

| | | | |
|--|--|--|--|
| | | | |
|--|--|--|--|

| | | | |
|--|--|--|--|
| | | | |
|--|--|--|--|

S 4. USINAGE À L'OUTIL

S 4.1. L'USINAGE À L'OUTIL COUPANT : LA COUPE DES MATÉRIAUX

- Typologie des outils et classification des outils.
- Géométrie et cinématique de l'action de coupe.
- Usinabilité :
 - relation entre les caractéristiques mécaniques et les paramètres de coupe ;
 - incidences de l'état structural du matériau sur l'usinabilité.
- Choix des outils :
 - critères fonctionnels : matériaux de la pièce, géométrie, état de surface ;
 - critères techniques : paramètres liés aux outillages et au moyen de production ;
 - critères économiques : coûts...

| Niveaux | | | |
|---------|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| | | | |
| | | | |

S 4.2. AGENCEMENT ET GESTION DES OUTILS ET DES PORTE-PIÈCES

- Gestion des outils :
 - Tendances et évolutions (magasins et changeurs) ;
 - Liaisons outils-machine, typologie des constituants : porte outils, liaisons mécaniques.
- Construction et agencement :
 - Mise en position des pièces et porte pièces.
 - Maintien en position des pièces et porte pièces ;
 - Conditions de sécurité.

| | | | |
|--|--|--|--|
| | | | |
| | | | |

S5. PRÉPARATION DE LA FABRICATION DES OUTILLAGES

S 5.1. ORGANISATION DU PROCESSUS DE FABRICATION

S 5.1.1. Définition des tâches associées aux étapes du processus de fabrication

- Fabrication :
 - Choix d'un procédé : critères techniques et économiques.
 - Choix des référentiels géométriques d'installation de la pièce.
 - Nature des opérations.
- Contrôle : choix du procédé et des référentiels géométriques d'installation de la pièce à contrôler.

S 5.1.2. Définition de la chronologie des étapes du processus

- Choix d'une chronologie :
 - Contraintes d'antériorité.
 - Contraintes structurelles : nature et disponibilité des moyens de production.
 - Contraintes de qualité : identification des étapes de contrôles.
 - Contraintes de productivité : temps, coût, délai.

S 5.1.3. Concept de chaîne numérique

- Caractéristiques
- Logiciels et bases de données associées.

S 5.2. ORGANISATION DES PROCÉDURES

- Règles relatives à la chronologie des opérations : contraintes d'antériorité, contraintes d'ordres fonctionnel et technique.
- Règles relatives à l'organisation des cycles :
 - critères techniques : possibilités des outils et des moyens de production ;
 - critères économiques : minimisation du cycle.
- Règles relatives au choix des référentiels de programmation :
 - critères fonctionnels : spécifications ;
 - critères techniques : accessibilité aux réglages, facilité de programmation.
- Choix du référentiel de mesurage :
 - critères fonctionnels : spécifications ;
 - critères techniques : accessibilité.

| Niveaux | | | |
|---------|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| | | | |

| | | | |
|--|--|--|--|
| | | | |
|--|--|--|--|

S 6. HYGIÈNE ET PRÉVENTION DES RISQUES PROFESSIONNELS ET ENVIRONNEMENTAUX

S 6.1. ACCIDENTS DU TRAVAIL ET MALADIES PROFESSIONNELLES

| Niveaux | | | |
|---------|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| | | | |

S 6.1.1. Définitions

- Accidents du travail.
- Maladies professionnelles.
- La démarche de prévention des risques professionnels dans l'entreprise et son cadre législatif.

S 6.1.2. Données qualitatives et quantitatives pour la branche professionnelle

S 6.1.3. Répartition des accidents du travail et des maladies professionnelles

(Cf référentiel d'Hygiène-Prévention-Sécurité).

S 6.2. LA SÉCURITÉ

S 6.2.1. Analyse des risques et stratégie de prévention

- Risques liés aux matériaux utilisés : conditions de stockage et d'utilisation.
- Détection précoce des risques : méthodes d'analyse *a priori* : utilisation de check-list, grafcet, analyse fonctionnelle.
- Analyse d'accident / incident : méthodes d'analyse dites *a posteriori* : utilisation d'un arbre des causes ou arbre des faits, d'un diagramme "causes-effets".
- Choix et hiérarchie des mesures de prévention (loi du 31 décembre 1991, norme européenne EN 292) :
 - prévention intégrée, prévention intrinsèque, prévention intégrée au niveau de la préparation, de la production et de la maintenance ;
 - protection collective (carters, capteurs, amélioration de la sécurité) ;
 - protection individuelle (gants, lunettes, masque, casques, chaussures).

S 6.2.2. Intégration de la sécurité

- Au poste de travail :
 - agencement, ordonnancement des outillages ;
 - présence de la documentation opérateur ;
 - accessibilité des arrêts d'urgence ; limitation des risques électriques
- Au cours des modes opératoires, dans les procédures :
 - limitation des conditions opératoires en relation avec les risques, prise en compte de l'environnement technique : charge, vitesse, amplitude...
 - arrêt des mouvements, dégagement des outils par rapport aux produits pour toute intervention de l'opérateur sur le site
- Dans la mise en œuvre des moyens de production :
 - système simple d'identification des programmes ;
 - vérification de validité systématique, test, essai à vide, mise en œuvre séquentielle ;
 - non-accessibilité aux organes, aux outils, aux produits en mouvements.
- Au cours de la maintenance de premier niveau (prévention, dysfonctionnement) :
 - recherche du niveau d'énergie et du transfert d'information zéro ;
 - réglages simples prévus par le constructeur, sur des éléments accessibles sans aucun démontage, ou échange d'éléments consommables accessibles en toute sécurité (norme X60-010 de 1984) ;
 - évaluation du niveau de dysfonctionnement.

S 6.2.3. Conduite à tenir en cas d'accidents

- Protéger, alerter (l'acte de secourir relève des savoirs d'Hygiène-Prévention-Secourisme).

| | | | |
|--|--|--|--|
| | | | |
|--|--|--|--|

S 6. HYGIÈNE ET PRÉVENTION DES RISQUES PROFESSIONNELS ET ENVIRONNEMENTAUX (SUITE)

S 6.3. ERGONOMIE ET CONDITIONS DE TRAVAIL

| Niveaux | | | |
|---------|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| | | | |

S 6.3. 1. Définition, champ de l'ergonomie

S 6.3. 2. Analyse du travail du point de vue ergonomique : méthodes d'observation

S 6.3. 3. Activité de travail et situation de travail

- Tâches à accomplir : composantes :
 - gestes, postures, déplacements, efforts, prises d'informations ;
 - traitement des informations (raisonnements, mémorisation...).
- Facteurs influant sur l'activité de travail : facteurs liés à l'opérateur, à la production, à l'environnement physique
- Interrelations entre les différentes composantes.
- Effets de l'activité de travail en situation inadaptée sur l'opérateur et pour l'entreprise.

S 6.3. 4. Amélioration et restructuration des conditions de travail

(optimisation des moyens matériels et humains, normalisation, réglementation).

- Implantation et aménagement des espaces de travail :
 - agencement du poste de travail : caractéristiques dimensionnelles ;
 - accessibilité aux organes de commande, de contrôle, aides techniques, réglage en fonction des caractéristiques anthropométriques, visuelles...
 - mécanisation, automatisation des manutentions, distance entre les postes, circulation ;
 - emplacement et conception des moyens d'information et de commande (pupitre, tableaux, salles de contrôle).
- Gestes et postures adaptés à l'activité (cf. savoirs d'Hygiène, Prévention, Secourisme).
- Organisation de la production :
 - rotation des tâches, des postes ; élargissement et enrichissement de tâches ;
 - organisation du travail d'équipe ; organisation temporelle des tâches.
- Ambiances physiques de travail :
 - aération, ventilation : prise en compte des caractéristiques physico-chimiques des produits et matériaux mis en œuvre ;
 - ambiance lumineuse : niveaux d'éclairage réglementaires ;
 - ambiance sonore :
 - > seuil légal, seuil de fatigue ; moyens de prévention ;
 - > prévention intégrée (suppression du bruit à la source) ;
 - > protection collective et protection individuelle
 - ambiance thermique : paramètre du confort thermique (température, vitesse de l'air, hygrométrie, rayonnement thermique).
- Moyens et circonstances d'amélioration :
 - structures d'expression des salariés : CHSCT, cercles de qualité...
 - mutations technologiques, évolution de la réglementation, expertise.

S 6. 4. PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT

- État et évolution de la réglementation en protection de l'environnement.
- Identification, stockage, évacuation des déchets :
 - nature des déchets, quantités, nocivité, inflammabilité, nuisances associées ;
 - mode de collecte à l'intérieur et à l'extérieur de l'entreprise ;
 - stock minimum et évaluation sur décharges ;
 - destruction sur place, destruction par entreprise spécialisée.

| | | | |
|--|--|--|--|
| | | | |
|--|--|--|--|

S 7. COMMUNICATION ET DIALOGUE

S 7.1. RELATION HOMME / SYSTÈME

- Utilisation d'un terminal informatique :
 - Communication interactive : utilisation de menus et de logiciels en monoposte ou réseau ;
 - Émission, transmission, coordination d'informations et de décisions ;
 - Réception, sortie sur périphérique.

S 7.1.1 RELATION HOMME / ÉQUIPE

- **S'informer** : prise de notes, relevés d'exposé, d'argumentation, de faits constatés ou expérimentés.
- **Informier** :
 - Oralement : présentation d'une prise de note, d'un point de vue.
 - Par écrit : rédaction d'un document, d'un rapport.
 - Respecter une logique, la présentation et le soin.
- **Dialoguer** :
 - Écoute, analyse, prise en compte d'arguments et de propositions.
 - Exposé, échange de point de vue.
 - Participation à la recherche d'une synthèse.
 - Prise en compte des décisions d'un groupe.
- **Communiquer** :
 - Méthodes et principes d'élaboration et de présentation d'un rapport, d'un exposé ;
 - Procédures d'utilisation et d'exploitation de courrier électronique ;
 - Modalités d'utilisation de moyens de communication audiovisuels.

| Niveaux | | | |
|---------|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| | | | |

S 8. QUALITÉ ET CONTRÔLE

S.8.1. DÉFINITION, ORGANISATION DE LA QUALITÉ

S.8.1.1. Concept de qualité

- Définition de la qualité.
- Qualité d'un outillage : composantes (techniques et économiques).

S.8.1.2. Coût de la qualité

- Causes de non conformité.
- Coûts de non conformité (rebuts, retouches...)

S.8.1.3. Organisation de la qualité

- La fonction qualité en entreprise :
 - Système de gestion de la qualité ;
 - Concept de qualité totale : contrôle de conformité, assurance qualité, gestion de la qualité.
- L'assurance qualité :
 - Analyse des causes de non conformité, mise au point de procédures d'action ;
 - Organisation des processus, coordination, mise en œuvre, formation, documentation (manuel qualité et normes).
- Gestion de la qualité, de la non qualité et des coûts qualité ; démarche de progrès.

| Niveaux | | | |
|---------|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| | | | |
| | | | |

S 8.2. MÉTHODES DE MESURE ET DE CONTRÔLE

- Validité des moyens de mesures. Incertitude de mesure : définition : précision, sensibilité, fiabilité...
- Méthodes de mesures et de contrôle géométrique et dimensionnel :
 - référentiels : référentiel machine, pièce, palpeur ;
 - référence spécifiée, référence simulée ;
 - saisie des mesures : nombre, localisation, répartition des points de palpation ;
 - décision : critères d'acceptabilité.

| | | | |
|--|--|--|--|
| | | | |
| | | | |

S 9. GESTION DE LA PRODUCTION. MAINTENANCE

S 9.1. ORDONNANCEMENT DE LA PRODUCTION

S 9.1.1. Ordonnancement

- Capacité et charge : capacité, taux de charge, capacité et délai, détermination des temps.
- Structure d'ordonnancement : tâches, temps opératoires.

S 9.1.2. Outils d'analyse et de décision

- Diagramme cause-effet

S 9.2. MAINTENANCE DES MOYENS DE PRODUCTION

S 9.2.1. Maintenance préventive systématique de premier niveau

- Nature, périodicité d'intervention ;
- Tenue d'un tableau de bord.

S 9.2.2 Maintenance préventive conditionnelle et corrective

- Nature, périodicité d'intervention ;
- Tenue d'un tableau de bord.

S 9.3. MAINTENANCE DES OUTILLAGES

S 9.3.1. Maintenance préventive

- Produits de protection et d'entretien des outillages

S 9.3.2. Maintenance corrective

- Analyse des causes de dysfonctionnement, mise en œuvre de procédures de diagnostic.
- Processus opératoires d'intervention.
- Contrôle des outillages.

| Niveaux | | | |
|---------|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| | | | |
| | | | |

| | | | |
|--|--|--|--|
| | | | |
| | | | |

| | | | |
|--|--|--|--|
| | | | |
|--|--|--|--|