SAVOIRS ASSOCIÉS

S 1. Construction : analyse des produits et étude de comportement

- Démarche productique. Optimisation des données de définition de produit.
- Analyse des données de définition de produit. Analyse fonctionnelle.
- Modélisation des liaisons et des actions mécaniques.
- Cinématique.
- Statique.
- Dynamique.
- Résistance des matériaux.

S 2. Systèmes et techniques de fabrication et de manutention

- Systèmes de fabrication.
- Circulation des produits et des informations.
- Techniques de fabrication par enlèvement de matière.
- Systèmes et procédés de manutention de produits.

S 3. Agencement et gestion des outillages

- Agencement et gestion des outillages de coupe.
- Agencement et gestion des porte-pièces et des outillages de contrôle.

S 4. Coupe des matériaux

- Coupe des matériaux : problématique.
- Outillages de coupe.
- Géométrie, cinématique et dynamique de l'action de coupe.

S 5. Prévention, sécurité et ergonomie

- Accidents du travail et maladies professionnelles.
- Sécurité.
- Ergonomie et conditions de travail

S 6. Communication et dialogue.

- Évolution et organisation de la communication.
- Langages de description structurés.
- Langages de programmation.

S 7. Qualité et contrôle.

- Définition, organisation de la qualité.
- Mesure de la qualité en production.
- Suivi ajustement de la qualité en production.

S 8. Organisation des systèmes

- Organisation des systèmes de production automatisés.
- Architecture des moyens de production automatisés.

S 9. Préparation de la production

- Organisation de la production ; hiérarchie.
- Organisation du processus.
- Organisation des procédures.
- Optimisation de l'organisation de la production.

S 10. Gestion de la production

- Approche globale de la gestion de production.
- Ordonnancement de la production.
- Suivi et ajustement de la production.
- Optimisation de la production.
- Maintenance des moyens de production.

Spécification des niveaux d'acquisition et de maîtrise des savoirs

Indicateur de niveau d'acquisition et de maîtrise des savoirs

Niveaux

1	2	3	4

Le savoir est relatif à **l'appréhension d'une vue d'ensemble d'un sujet :** les réalités sont montrées sous certains aspects de manière partielle ou globale.

Niveau d'INFORMATION

Le savoir est relatif à **l'acquisition de moyens d'expression et de communication :** définir, utiliser les termes composants la discipline. Il s'agit de maîtriser un savoir.

Ce niveau englobe le précédent.

Niveau D'EXPRESSION

Le savoir est relatif à **la maîtrise de procédés et d'outils d'étude ou d'action :** utiliser, manipuler des règles ou des ensembles de règles (algorithme), des principes, en vue d'un résultat à atteindre. Il s'agit de maîtriser un savoir-faire.

Ce niveau englobe, de fait, les deux niveaux précédents.

Niveau de la MAÎTRISE D'OUTILS

Le savoir est relatif à **la maîtrise d'une méthodologie de pose et de résolution de problèmes** : assembler, organiser les éléments d'un sujet, identifier les relations, raisonner à partir des ces relations, décider en vue d'un but à atteindre. Il s'agit de maîtriser une démarche : induire, déduire, expérimenter, se documenter.

Ce niveau englobe de fait les trois niveaux précédents.

Niveau de la MAÎTRISE MÉTHODOLOGIQUE

S 1. CONSTRUCTION : ANALYSE DES PRODUITS ET ÉTUDE DE COMPORTEMENT

	Niveaux			
	1	2	3	4
S 1.1. DÉMARCHE PRODUCTIQUE. OPTIMISATION DES DONNÉES DE DÉFINITION DE PRODUIT				
S 1.1.1. Démarche productique • Concept. • Relation entre la conception du produit et les décisions de production : - conception et optimisation des produits ; - conception et optimisation des processus, des procédures ; - conception et optimisation des équipements, de leur implantation ; - conception et gestion de production. • Concept de système : - frontière, entrée-sortie, variables d'action et de contrôle ; - matière d'œuvre : ▫ produit, ▫ énergie, ▫ information ; - valeur ajoutée.	■			
S 1.1.2. Relation entre les données de définition d'un produit et les performances des procédés et des moyens de production • Facteurs qui mettent en relation les caractéristiques mécaniques et physiques (brut, matériau, traitement divers) avec les contraintes de façonnage. • Facteurs qui mettent en relation les caractéristiques morphologiques et dimensionnelles avec les contraintes liées : - aux prises et reprises de pièces pour le choix des références d'usinage, le contrôle, la manutention, l'assemblage ; - aux associations maximales de surfaces pour la prise en compte du procédé, de la capacité de stockage d'outil ; - aux possibilités de génération des formes pour la prise en compte du procédé, des outillages ; - aux directions principales d'accès aux surfaces usinées.		■		

S 1. CONSTRUCTION : ANALYSE DES PRODUITS ET ÉTUDE DE COMPORTEMENT (suite)

	Niveaux			
S 1.2. ANALYSE DES DONNÉES DE DÉFINITION DE PRODUIT. ANALYSE FONCTIONNELLE	**1**	**2**	**3**	**4**
S 1.2.1. Représentation multiforme des produits industriels				
• Rendus réalistes : - modèle numérique ; - position relative des surfaces et des volumes ; - caractérisation des surfaces et des volumes.				
• Mises en plan : - modèle numérique ; - conventions de représentation ; - position relative des surfaces et des volumes ; - caractérisation des surfaces et des volumes. • Croquis et schémas.				
S 1.2.2. Définitions				
• Spécifications : - fonctionnelles ; - géométriques ; - dimensionnelles (étude de circuits dimensionnels courts) ; - micro géométriques (états de surfaces).				
• Tolérancement normalisé et matrice GPS (Spécification géométrique de produit).				
S 1.2.3. Analyse fonctionnelle d'un système ou d'un sous/système				
• Liaisons mécaniques. - chaîne des liaisons cinématiques ; - classes d'équivalences cinématiques ; - caractéristiques des liaisons (encastrement, glissière, pivot, pivot glissant, hélicoïdale) : caractère, mobilités, actions mécaniques transmissibles ; - surfaces fonctionnelles. • Schémas : - de principe ; - technologique ; - cinématique. • Solutions constructives (relatives aux principales fonctions techniques). • Propriétés physiques et mécaniques des matériaux (interprétation des spécifications avec ressources).				
S 1.2.4. Analyse morphologique				
• Classification, différenciation morpho-dimensionnelle, entités, typologie des surfaces (cas de pièces cylindriques et de pièces prismatiques).				
S 1.2.5. Éléments d'analyse de la valeur : relation produit / matériaux / procédé				
• Relation entre les données de définition du produit et les éléments relatifs à l'organisation de la production : - qualité, définition ; - coût de qualité et de non qualité associé au procédé.				

S 1. CONSTRUCTION : ANALYSE DES PRODUITS ET ÉTUDE DE COMPORTEMENT (suite)

	Niveaux			
	1	2	3	4
S 1.3. MODÉLISATION DES LIAISONS ET DES ACTIONS MÉCANIQUES				
S 1.3.1. Modélisation des liaisons		▒		
S 1.3.2. Modélisation des actions mécaniques			▒	
S 1.4. CINÉMATIQUE				
S 1.4.1. Mouvement relatif de deux solides en liaison glissière, pivot ou hélicoïdale			▒	
S 1.4.2. Mouvements plans entre solides		▒		

S 1.3. MODÉLISATION DES LIAISONS ET DES ACTIONS MÉCANIQUES

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

- Nature des actions mécaniques s'exerçant sur un solide : actions à distance, actions de contact.
- Hypothèses simplificatrices :
  - représentation d'une action mécanique : par une force, par un couple ;
  - caractérisation d'une force, d'un couple ;
  - expression algébrique du moment d'une force, d'un couple.
- Principe des actions mutuelles.
- Isolement d'un système de solides (frontière, actions intérieures et extérieures).

Remarque : *l'analyse portera sur des mécanismes conduisant à la résolution d'un système de forces coplanaires (deux à trois forces).*

S 1.4. CINÉMATIQUE

S 1.4.1. Mouvement relatif de deux solides en liaison glissière, pivot ou hélicoïdale

- Repère fixe, repère mobile.
- Définition des mouvements (rotation, translation, hélicoïdal).
- 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, accélération, champ des vecteurs vitesse (solide en translation rectiligne ou en rotation autour d'un axe fixe).
  Pour des mouvements uniformes ou uniformément variés :
  - représentation graphique (graphes des déplacements et des vitesses) ;
  - expression analytique (relation entre déplacement, vitesse, accélération).

S 1.4.2. Mouvements plans entre solides

- Équiprojectivité.
- Centre instantané de rotation.
- Composition des vitesses.

Nota : Des applications porteront sur des mécanismes fréquemment rencontrés dans les systèmes de production automatisés.

S 1. CONSTRUCTION : ANALYSE DES PRODUITS ET ÉTUDE DE COMPORTEMENT (suite)

	Niveaux			
	1	2	3	4
S 1.5. STATIQUE				
S 1.5.1 Principe fondamental de la statique • Théorème de la résultante. • Théorème du moment. **S 1.5.2. Résolution d'un problème de statique** • 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).			▒	
S 1.6. DYNAMIQUE				
Principe fondamental Savoirs limités aux solides en mouvement uniformément varié en translation et en rotation autour d'un axe fixe (les moments d'inertie sont fournis).		▒		
S 1.7. RÉSISTANCE DES MATÉRIAUX				
S 1.7.1. Hypothèses de la RdM Sur le solide déformable, sur les actions exercées, sur les contacts.		▒		
S 1.7.2. Nature des sollicitations • Traction, compression. • Cisaillement. • Torsion. • Flexion simple.			▒	
S 1.7.3. 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 longitudinale (E) ; - palier de plasticité ; - limites élastique et de rupture.			▒	
• Expression des contraintes et des déformations : - cisaillement (approche simplifiée de la contrainte) ; - torsion ; - flexion simple. • Condition de résistance, coefficient de sécurité.		▒		

<u>importante</u> : Dans les diverses phases d'évaluation, les expressions des contraintes et des déformations seront toujours fournies.

L'exploitation de l'informatique de simulation et de calcul est systématiquement recherchée pour l'étude des comportements des systèmes mécaniques : mouvements, trajectoires,

S 2. SYSTÈMES ET TECHNIQUES DE FABRICATION ET DE MANUTENTION

	Niveaux			
	1	2	3	4
S 2.1. SYSTÈME DE FABRICATION				
S 2.1.1. Tendance et évolution • Historique de l'évolution du travail : automatisation, productivité, flexibilité, qualité. • Moyens et systèmes d'usinage, typologie : - machines-outils à commande numérique, centres d'usinage ; - machines spéciales.	■			
S 2.1.2. Performances et caractéristiques principales des machines • Caractéristiques géométriques et dimensionnelles : - course, volume de travail ; - position du volume par rapport au référentiel machine. • Caractéristiques cinématiques : - nombre d'axes numérisés ; - typologie des interpolations ; - gamme, variation de vitesse. • Caractéristiques techniques : - qualité, précision, répétabilité ; - gestion des pièces et des outils : ▫ magasins et changeurs d'outils, palettisation ; ▫ contrôle intégré (pièces et outils). • Caractéristiques de communication : - relation système / environnement : nature des liaisons ; - relation système / opérateur ; type de langage ; I.S.O., paramétré, conversationnel.			■	
• Caractéristiques économiques : coût de revient horaire…		■		
S 2.1.3. Cinématique des machines. Référentiels • Mouvements de génération disponibles par rapport au bâti. • Axes principaux, axes additionnels. • Référentiel des mouvements. **S 2.1.4. Géométrie et cinématique de la génération** • Éléments géométriques générateurs. • Surfaces générées associées aux outils et aux systèmes, mouvement de coupe, d'avance, combinaison de mouvements, relation par rapport à la nature des surfaces générées. • Position des surfaces générées par rapport au référentiel machine. • Typologie des travaux associés aux outils et aux machines.			■	

S 2. SYSTÈMES ET TECHNIQUES DE FABRICATION ET DE MANUTENTION (suite)

	Niveaux			
	1	2	3	4
S 2.2. CIRCULATION DES PRODUITS ET DES INFORMATIONS				
S 2.2.1. Objectifs • Optimisation de l'implantation des moyens de production. • Gestion de la circulation des produits. • Optimisation des circuits de circulation des produits et des outillages. • Automatisation des procédés de transfert et de manutention.	■			
S 2.2.2. Organisation des systèmes de production • Tendance et évolution (productivité, flexibilité, automatisation…). • Type "cellule de production". Fonctions et composants. • Type "système flexible de production".	■			
S 2.2.3. Identification des flux dans une unité de production • Flux physique (matière d'œuvre, outillage…) • Flux informationnel.			■	
S 2.2.4. Optimisation des circuits de circulation des produits et outillages • Par rapport aux systèmes de production. • Par rapport au poste de travail.		■		
S 2.3. TECHNIQUES DE FABRICATION PAR ENLÈVEMENT DE MATIÈRE				
S 2.3.1. Techniques et procédés spécifiques • Classification, principe, limite d'utilisation : électroérosion, électrochimie, usinage laser, prototypage rapide. • Usinage très grande vitesse (TGV) : caractéristiques du procédé.	■			
S 2.3.2.Techniques et procédés d'usinage par abrasion • Classification, principe, limite d'utilisation : finition, superfinition.		■		
S 2.3.3. Techniques et procédés d'usinage par outil coupant • Classification, principe, limite d'utilisation, critère de choix. • Caractéristiques opératoires au plan technique, géométrique, dimensionnel et économique. • Usinage par entités.			■	
S 2.4. SYSTÈME ET PROCÉDÉS DE MANUTENTION DE PRODUITS • Classification (manipulateur, robot, transfert…). • Caractéristiques géométriques et dimensionnelles (volume de travail, courses…). • Caractéristiques techniques (précision, répétabilité…). • Caractéristiques de communication. • Géométrie et cinématique de manutention.	■			

S 3. AGENCEMENT ET GESTION DES OUTILLAGES

	Niveaux			
	1	2	3	4
S 3.1. AGENCEMENT ET GESTION DES OUTILLAGES DE COUPE				
S 3.1.1. Gestion interne des outillages de coupe (sur machine)				
• Tendance et évolution des outillages (standardisation…).		▒		
• Liaisons outils - machine, typologie des constituants : porte-outils (liaisons mécaniques).			▒	
• Magasinage des outillages (typologie des dispositifs, capacités). • Manutention des outillages (types de manœuvre, incidence sur la productivité…) : - temps d'échange d'outils "copeau à copeau" ; - échange en temps masqué ; - échange avec arrêt machine. • Types de techniques de surveillance : - directes : palpage de l'arête de coupe, mesurage de la pièce, détection de bris d'outils - indirectes : identification de pic de puissance, d'effort, de bruit, de vibration...		▒		
S 3.1.2. Agencement et gestion externe des outillages de coupe (hors machine)				
• Tenue des fichiers d'outillage : • Détermination des données d'approvisionnement en outillage.		▒		
• Agencement et préparation des outillages : - utilisation d'outils d'aide à l'agencement : fichiers, logiciels… - - mesurage, réglage, préréglage des outillages ; - stockage et transmission des informations.			▒	

S 3. AGENCEMENT ET GESTION DES OUTILLAGES (suite)

S 3.2. AGENCEMENT ET GESTION DES PORTE-PIÈCES ET DES OUTILLAGES DE CONTRÔLE

	Niveaux			
	1	2	3	4
• Construction et agencement des porte-pièces ou outillages de contrôle : tendances et évolutions (standardisation, modularisation…)	▒			
• Optimisation de l'agencement des outillages : - Mise en position des pièces, des porte-pièces ou des pièces, des outillages de contrôle : ▫ modélisation, liaisons mécaniques ; ▫ isostatisme / hyperstatisme, surabondance de portées, éléments géométriques, référentiels associés, dispersions de reprise. • Localisation géométrique des pièces : - localisation directe : ▫ constance de l'installation des pièces ; ▫ références de positionnement. - localisation indirecte : ▫ saisie de la position de la pièce ; ▫ balançage par rapport au référentiel machine. • Maintien en position des pièces, porte-pièces ou des pièces, outillages de contrôle : - conditions de conservation de la mise en position ; - condition de déformation minimale des porte-pièces et des pièces. • Préparation des outillages : constitution, réglage, préréglage, adaptation (porte-pièces dédiés et modulaires).			▒	
• Manutention des pièces et des porte-pièces. • Tenue des fichiers d'outillage.		▒		

S 4. COUPE DES MATÉRIAUX

	Niveaux			
	1	2	3	4
S 4.1. COUPE DES MATÉRIAUX : PROBLÉMATIQUE				
• Objectif : optimisation technico-économique des choix d'outils et des conditions de coupe. • Critère d'optimisation : - coût de revient, temps de production ; - charge des moyens de production... • Paramètres principaux : - paramètres liés aux systèmes de production : degré d'automatisation, manutention des produits et des outillages ; - paramètres liés aux moyens de production : automatisation, puissance, notation, rendement... - paramètres liés aux outillages : tenue, type, préréglage, temps de chargement d'outil... - paramètres liés aux produits : état structurel du matériau, qualité...		▒		
S 4.2. OUTILLAGES DE COUPE				
• Typologie : - corps d'outil, partie active d'outil ; - classification des outillages : ▫ en fonction du type d'outil et de la forme de la partie active ; ▫ en fonction des procédés et des techniques d'usinage associées. • Éléments de la partie active : arête tranchante principale et secondaire, face de coupe principale, face en dépouille principale et secondaire. • Propriétés physiques et mécaniques de la partie active : dureté, résistance à la rupture, résistance à l'abrasion, résistance à la température. • Matériaux et nuance de la partie active : - type de matériau et nuances, codification des plaquettes ; - relation entre les matériaux, les nuances et : ▫ le matériau et les caractéristiques mécaniques de la pièce, ▫ les limites d'emploi, ▫ les conditions machines : rigidité, puissance... • Propriétés techniques liées à la structure et à la constitution des outillages : - précision de positionnement de la partie active ; - fiabilité des dispositifs de maintien en position de la partie active ; - battement axial et radial, équilibrage des outils tournants ; - qualité d'état de surface obtenue.		▒		
• Choix des outillages : - critères fonctionnels : matériaux de la pièce, géométrie et qualité de la forme à générer ; - critères techniques : paramètres liés aux outillages et au moyen de production ; - critères économiques : productivité, prix, amortissement.			▒	

S 4. COUPE DES MATÉRIAUX (suite)

	Niveaux			
	1	2	3	4
S 4.3. GÉOMÉTRIE, CINÉMATIQUE ET DYNAMIQUE DE L'ACTION DE COUPE				
S 4.3.1. Géométrie de l'outil de coupe				
• Caractéristiques géométriques. • Influence des caractéristiques géométriques sur les conditions opératoires : - tenue et vie de l'outil ; - type de coupe : continue ou discontinue, copeaux courts ou longs ; - direction d'évacuation des copeaux : ▫ valeurs angulaires, brise-copeaux, ▫ coupe positive, coupe négative, combinaison de coupe.		▒		
• Choix des caractéristiques géométriques : - critères fonctionnels : matériau de la pièce, état du brut ; - critères techniques : matériau, nuance de la partie active, nature de l'opération ; - critères économiques : état des stocks, disponibilité.			▒	
S 4.3.2. Cinématique de la coupe				
• Caractéristiques cinématiques. • Durée de vie d'outil : - facteurs influençant la durée de vie d'outil : vitesse de coupe, couple de matériaux pièce/outil ; - formes d'usure et de destruction ; - critères d'usure : directs ou indirects. • Influence des caractéristiques sur la qualité du produit : relation entre les critères d'état de surface et les caractéristiques cinématiques. • Choix des caractéristiques cinématiques : - critères fonctionnels : matériau de la pièce, qualité ; - critères techniques : nature de l'opération, puissance, rigidité du système ; - critères économiques : temps de coupe, durée de vie d'outil, fréquence de changement.			▒	
S 4.3.3. Dynamique de la coupe				
• Caractéristiques dynamiques :actions de coupe outil - pièce.		▒		
• Détermination de la puissance absorbée : utilisation de formules de tableaux, d'abaques et de logiciels.			▒	
S 4.3.4. La coupe				
• Usinabilité : - relation entre les caractéristiques mécaniques et les paramètres de coupe ; - incidences du mode d'obtention du brut sur l'usinabilité ; - incidences de l'état structurel du matériau sur l'usinabilité ; - traitement favorisant l'usinabilité ; - essais et critères d'usinabilité.		▒		
• Ajustement des conditions de coupe sur le site : - relation entre indices, indicateurs, incidents d'usinage et causes potentielles ; - ajustements et actions associées au plan de la tenue des outillages, de la productivité et de la qualité.			▒	

S 5. PRÉVENTION, SÉCURITÉ ET ERGONOMIE

Niveaux			
1	2	3	4

S 5.1. ACCIDENTS DU TRAVAIL ET MALADIES PROFESSIONNELLES

S 5.1.1. Définitions

- Accidents du travail, maladies professionnelles, maladies à caractère professionnel.

S 5.2.2. Données qualitatives et quantitatives pour la branche professionnelle

S 5.1.3. Classification des accidents du travail et des maladies professionnelles

(Cf Savoirs en Hygiène - Prévention - Sécurité).

S 5.2. SÉCURITÉ

S 5.2.1. Analyse des risques et stratégie de prévention

- 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, au niveau de la préparation, de la production et de la maintenance ;
  - protection collective (carters, capteurs, amélioration de la sécurité) ;
  - protection individuelle (gants, lunettes, casques, chaussures..).

S 5.2.2. Intégration de la sécurité

- Au niveau du poste de travail :
  - agencement, ordonnancement des outillages ;
  - présence de la documentation d'opérateur de sécurité ;
  - accessibilité aux arrêts d'urgence ;
  - limitation des risques électriques, hydrauliques, pneumatiques, mécaniques (fiabilité, simplicité des moyens de fixation des outillages et des produits).
- Au niveau des modes opératoires, des 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.

S 5. PRÉVENTION, SÉCURITÉ ET ERGONOMIE (suite)

Niveaux			
1	2	3	4

S 5.2.2. INTÉGRATION DE LA SÉCURITÉ (suite)

- Au niveau de 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 niveau d'un dysfonctionnement ou de la maintenance de premier niveau :
  - évaluation du niveau de dysfonctionnement ou de maintenance ;
  - recherche du niveau d'énergie et du transfert d'information zéro ;
  - réglages simples prévus par le constructeur, au moyen d'éléments accessibles sans aucun démontage, ou d'échanges d'éléments consommables accessibles en toute sécurité (Norme X60-010 de 1984).

S 5.2.3. Conduite à tenir en cas d'accident

- Protéger, alerter ;
- Secourir (cf. savoirs en Hygiène-Prévention-Secourisme).

S 5.3. ERGONOMIE ET CONDITIONS DE TRAVAIL

S 5.3.1. Définition, champ de l'ergonomie

S 5.3.2. Analyse du travail du point de vue ergonomique : méthodes d'observation

5.3.3. Activité de travail et situation de travail

- Tâches à accomplir (composantes) :
  - gestes, postures, déplacements, efforts ;
  - prise d'information, 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, pour l'entreprise…

S 5.3.4. 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).

S 5. PRÉVENTION, SÉCURITÉ ET ERGONOMIE (suite)

	Niveaux			
	1	2	3	4
S 5.3.4. Amélioration et restructuration des conditions de travail (suite)				

- Ambiances physiques de travail :
  - Ambiance lumineuse :
    - ▫ niveaux d'éclairement recommandé ;
    - ▫ rapports de luminance entre zone de travail et entourage ;
    - ▫ éclairement des surfaces de travail ;
    - ▫ mesures correctives dans le cas d'ambiance lumineuse inadaptée, de travail sur écran.
  - Ambiance sonore :
    - ▫ seuil légal, seuil de fatigue ;
    - ▫ moyens de prévention :
      - ✔ prévention intégrée (suppression du bruit à la source) ;
      - ✔ protection collective (encoffrement, écran, traitement acoustique) ;
      - ✔ protection individuelle (port de protections individuelles).
  - 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, de progrès...
  - mutations technologiques, évolution de la réglementation, expertise.

S 6. COMMUNICATION ET DIALOGUE

	Niveaux			
	1	2	3	4
S 6.1 - ÉVOLUTION ET ORGANISATION DE LA COMMUNICATION				
S 6.1.1. Évolution et tendance				
• Au plan technique : décloisonnement, interaction des différents niveaux d'information et de décision de production (dialogue de production). • Au plan relationnel et économique : décloisonnement, nouveaux modes de coopération (dialogue productique, cercles de projet, de qualité, de progrès). • Au plan de la communication : informatisation des informations et des décisions de production.	▒			
S 6.1..2. Communication et dialogue				
• Relation homme/système de production : - utilisation d'un terminal informatique : ▫ communication interactive : utilisation de menu et de logiciel de X.A.O. ; ▫ émission, transmission, coordination d'informations et de décisions ; ▫ réception, sortie sur périphérique : imprimante, table traçante... • Relation homme / équipe : - s'informer : prise de notes, relevés d'exposé, d'argumentation, de faits constatés ou expérimentés ; - informer : ▫ oralement : présentation d'une prise de note, d'un point de vue ; ▫ par écrit : rédaction d'un document, d'un rapport dans le respect d'une logique, de la présentation et du soin. • Dialoguer : - écoute, analyse, acceptation d'arguments et de propositions ; - exposé, échange de points de vue ; - participation à la recherche d'une synthèse ; - acceptation des décisions d'un groupe.			▒	
S 6.2. LANGAGES DE DESCRIPTION STRUCTURÉS				
S 6.2.1. Définition et concepts				
• Structure alternative, itérative, répétitive. • Programme principal, sous-programme.		▒		
S 6.2.2. Langages				
• Codage, décodage d'écriture algorithmique, d'arbre programmatique ; • Décodage de descriptif de fonctionnement : diagramme des tâches, grafcet de coordination des tâches (en situation sur le site de production).			▒	
S 6.3. LANGAGES DE PROGRAMMATION				
Programmation de système d'usinage à commande numérique				
• Codage et décodage de programme d'application ; • Syntaxe et contraintes d'écriture en relation avec les logiciels dans des : - langages I.S.O : avec "assistance" à la programmation ; - langages de programmation paramétrée ; - langages de programmation conversationnelle. • Exploitation des outils associés à la chaîne numérique (CFAO)			▒	

S 7. QUALITÉ ET CONTRÔLE

Niveaux			
1	2	3	4

S 7.1. DÉFINITION, ORGANISATION DE LA QUALITÉ

S 7.1.1. Concept, définition de la qualité

- La qualité du produit, composantes techniques et économique).
- Normes ISO 9000.

S 7.1.2. Coût de la qualité

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

S 7.1.3. 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.
- Le contrôle de conformité :
  - objectif : respect du contrat qualité ;
  - type d'activités : inspection, surveillance, méthodes de contrôle.
- L'assurance qualité :
  - objectif : analyse des causes de non conformité, mise au point de procédures d'action ;
  - type d'activité : organisation des processus, coordination, mise en œuvre, formation, documentation (manuel qualité).
- La gestion de la qualité :
  - objectif : organisation de programme.
  - activités : gestion de la non qualité et des coûts qualité, cercle de qualité et de progrès.

S 7.2. MESURE DE LA QUALITÉ EN PRODUCTION

S 7.2.1. Organisation du contrôle en production

- Principes et typologie du contrôle :
  - total (à 100 %) : autocontrôle, contrôle différé ;
  - par échantillonnage.
- Implantation des contrôles de conformité :
  - approvisionnement : essais, échantillonnage, tri ;
  - en cours : sur système ou différé, manuel ou automatisé.

S 7. QUALITÉ ET CONTRÔLE (suite)

	Niveaux			
	1	2	3	4
S 7.2.1. Organisation du contrôle en production (suite)				
• Procédés et moyens de contrôle : - automatisé ; - contrôle intégré sur moyen de production : chaîne de mesure, compensation de position en temps réel ; - autocontrôle, manuel ou automatisé (mise sous surveillance de cotes sensibles) ; - contrôle non intégré sur moyen de production : machine à mesurer tridimensionnelle, ensemble multicote, outillage de mesure... • Qualité des moyens de mesurages, incertitude de montage : - définition : précision, sensibilité, fiabilité... ; - bilan d'incertitude : ▫ erreurs systématiques : justesse, facteurs d'influence ; ▫ erreurs accidentelles.			▒	
S 7.2.2. Méthodes de contrôle				
• Mesurage et contrôle mécanique et technique : - essais relatifs à des caractéristiques mécaniques : ▫ traction ; ▫ résilience ; ▫ dureté. - Interprétation des résultats.		▒		
• Mesurages et contrôle géométrique et dimensionnel : - cinématique des systèmes, référentiels : ▫ référentiel machine, pièce, palpeur , ▫ référence spécifiée, référence simulée. - géométrie et cinématique de mesurage : ▫ géométrie idéale (modèle) et géométrie réelle de la pièce, ▫ saisie des mesures : ✔ nombre, localisation, répartition des points de palpage ; ✔ évaluation statistique des mesurages ; ✔ interprétation, correction, optimisation de la saisie. ▫ traitement : ✔ traitement d'éléments non palpables : ✔ projection, combinaison, intersection ; ✔ détermination de caractéristiques. ▫ décision : critères d'acceptabilité.			▒	

	Niveaux			
	1	2	3	4
S 7.3. SUIVI, AJUSTEMENT DE LA QUALITÉ EN PRODUCTION				
S 7.3.1. Techniques de suivi de qualité				
• Indices et indicateurs de détection d'écarts : graphiques, taux...				
S 7.3.2. Méthodes et outils de la qualité				
• Actions préventives relatives à la production : - suivi de production ; - outils : MSP (Maîtrise Statistique du Procédé)				
• Actions correctives relatives à l'asservissement du processus : réglage, procédure, maintenance immédiate.				
• Actions différées ou à moyen terme : - action sur l'organisation de la production ; - traitement de problèmes, méthodologie générale : ▫ phase d'expression : inventaire, classement de données, fixation des priorités ; ✔ outils : représentation de données, diagrammes de (Pareto, courbe ABC...) ▫ phase d'analyse : recherche de causes, diagnostic : ✔ outils : diagramme causes-effets… ▫ phase d'étude de solution : hiérarchisation de critères, propositions : ✔ outils : arbre, table de décision, algorigramme... ▫ phase de mise en œuvre, de suivi, de contrôle : ✔ outils : organigramme, planning, tableau de bord.			▒	

S 8. ORGANISATION DES SYSTÈMES

	Niveaux			
	1	2	3	4
S 8.1. ORGANISATION DES SYSTÈMES DE PRODUCTION AUTOMATISÉS				
S 8.1.1. Organisation des systèmes de production automatisés				
• Partie commande.				
• Partie opérative.				
S 8.1.2. Concept de Computer Integrate Manufacturing (C.I.M.)				
• Cheminement et traitement des informations et de décisions relatives à la conduite du système : - relation d'interdépendance entre les variables d'action et de contrôle ; - rétroaction.				
• Système hiérarchisé de production.				
S 8. 2. ARCHITECTURE DES MOYENS DE PRODUCTION AUTOMATISÉS				
S 8.2.1. Structuration en fonctions principales d'automatismes				
• Fonctions et relations internes au système automatisé.				
• Relation entre le système automatisé et son environnement.				
• Chaîne fonctionnelle associée à une fonction opérative ou à une tâche.				
S 8.2.2. Fonctionnement des moyens de production automatisés				
• Cheminement et traitement des informations et des décisions relatives à la commande et au contrôle des actions.				

S 9. PRÉPARATION DE LA PRODUCTION

	NIVEAUX			
	1	2	3	4
S 9.1. ORGANISATION DE LA PRODUCTION, HIÉRARCHIE				
S 9.1.1. Concepts, niveaux d'organisation		▒		
Relation entre procédé, processus et procédure.				
S 9.1.2. Définitions			▒	
• Procédé.			▒	
• Processus :			▒	
- niveau d'organisation : le système de production ;			▒	
- nature : chronologie des étapes de production ;			▒	
- tâches associées aux étapes :			▒	
▫ fonctionnelles : fabrication, montage, traitement, contrôle, essai...			▒	
▫ opérationnelles : préparation, transport, stockage...			▒	
- procédés associés aux tâches : relation entre le moyen de production et les techniques associées ;			▒	
- valeur ajoutée aux étapes : relation entre les tâches et la nature de la valeur ajoutée au produit (productif ou improductif, nécessaire ou non nécessaire).			▒	
• Procédure :			▒	
- niveau d'organisation : les moyens de production ;			▒	
- nature : chronologie des opérations associées aux procédés.			▒	
S 9.2. ORGANISATION DU PROCESSUS				
S 9.2.1. Définition des tâches associées aux étapes du processus			▒	
• Concept de famille de pièces.			▒	
• Concept d'entités d'usinage.			▒	
• Fabrication :			▒	
- procédés d'usinage : critères techniques et économiques ;			▒	
- référentiels géométriques d'installation de produit :			▒	
▫ critères fonctionnels : cotation, spécification,			▒	
▫ critères techniques : stabilité, accessibilité, état du produit...			▒	
▫ critères économiques : minimisation du nombre de reprises ;			▒	
- nature des opérations : critères techniques et économiques (association maximale de surfaces, nature des outillages, accessibilité...).			▒	
• Contrôle :			▒	
- Procédé :			▒	
▫ critères fonctionnels : spécifications ;			▒	
▫ critères techniques : fiabilité des moyens.			▒	
- Référentiels géométriques d'installation de produit :			▒	
▫ critères fonctionnels : spécifications,			▒	
▫ critères techniques : stabilité, accessibilité.			▒	
- Nature des opérations :			▒	
▫ critères fonctionnels : spécifications.			▒	
• Transferts, déplacements :		▒		
- choix des référentiels géométriques d'installation de produit ;		▒		
- nature des opérations.		▒		

S 9. PRÉPARATION DE LA PRODUCTION (suite)

NIVEAUX			
1	2	3	4

S 9.2.2. CRITÈRES DE DÉFINITION DE LA CHRONOLOGIE DES ÉTAPES DU PROCESSUS

- Contraintes d'antériorité et de successivité de transformation d'ordre fonctionnel et technique.
- Contraintes structurelles : nature des moyens de production, structure du système de production.
- Contraintes de qualité : localisation des contrôles.
- Contraintes de productivité : minimisation du nombre d'étapes, localisation des manutentions, temps, coût, délai.

S 9.2.3. Ingénierie numérique

- Concept de chaîne numérique : caractéristiques.
- Outils logiciels.

S 9.3. ORGANISATION DES PROCÉDURES

S 9.3.1. Règles d'usinage

- Règles relatives à la chronologie des opérations : contraintes d'antériorité, de successibilité d'ordre fonctionnel et technique.
- Règles relatives à l'organisation des cycles :
  - critères techniques : possibilités des outillages 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.
- Utilisation de recueils de règles d'usinage.

S 9.3.2. Contrôle

- Référentiel de mesurage :
  - critères fonctionnels : spécifications ;
  - critères techniques : accessibilité.
- Chronologie des opérations : contraintes d'antériorité, de successibilité d'ordre fonctionnel et technique.
- Cycles : critères techniques : possibilité des outillages et moyens de production.

S 9.3.3. Transferts - Déplacements

- Contraintes d'antériorité.
- Critères économiques.

S 9.4. OPTIMISATION DE LA PRODUCTION : ANALYSE DE LA VALEUR D'UN PROCÉDÉ

- Choix du problème : orientation de l'étude, frontière, recherche d'informations.
- Analyse fonctionnelle : fonctions, contraintes, valeurs des fonctions, coût des fonctions.
- Proposition de solutions : niveau de remise en cause : relation cause-effet.
- Étude critique : hiérarchisation par rapport aux critères.
- Décision : "juste nécessaire".

S 10. GESTION DE LA PRODUCTION

	Niveaux			
	1	2	3	4
S 10.1. APPROCHE GLOBALE DE LA GESTION DE PRODUCTION				
S 10.1.1. Évolution et définitions • Objectifs de la gestion de production. • Typologie des entreprises et méthodes de gestion de production associées : planifiée, par la demande, multiprojet d'atelier. • Programme directeur de production. • Détermination des besoins. • Ordonnancement. • Suivi et contrôle des flux.	▒			
S 10.1.2. Coût de production • Éléments de coût de revient. • Éléments de détermination des taux horaires.	▒			
S 10.1.3. Stock et approvisionnement de la production • Fonctions et contraintes de la gestion des stocks. • Méthodes de réapprovisionnement.	▒			
S 10.2. ORDONNANCEMENT DE LA PRODUCTION				
S 10.2.1. Ordonnancement centralisé • Capacité et charge : - mode de lancement : par lot, par pièce… - capacité ; - charge ; - poste de charge ; - taux de charge ; - relation et interdépendance entre charge, capacité et délai ; - détermination des temps. • Structure d'ordonnancement : - tâches, temps opératoires, délais inter-opératoires, marge de sécurité ; - antériorités ; - techniques de placement et de jalonnement : ▫ au plus tôt ; ▫ au plus tard ; ▫ retro-progressif ; ▫ forcé. - cycle de production, marges libres, tâches critiques ; - techniques d'optimisation du cycle : ▫ par chevauchement ; ▫ par fractionnement ; - critères d'optimisation ; - durée du cycle, délai, coût, charge.		▒		
S 10.2.2. Ordonnancement localisé • Gestion des files d'attente : règles de priorité.		▒		
S 10.2.3. Outils d'analyse et de décision • Modèle de PARETO : courbe A.B.C. • Loi de décision normale. • Diagramme causes - effets. • Diagramme de Gantt. • Exploitation d'outils informatiques : simulation.			▒	

S 10. GESTION DE LA PRODUCTION (suite)

	Niveaux			
	1	2	3	4
S 10.3. SUIVI ET AJUSTEMENT DE LA PRODUCTION				
S 10.3.1. Suivi de la production		■		
• Techniques de suivi de la production : - suivi des charges ; - suivi des encours : tableaux, graphes, indicateurs ; - exploitation d'outils informatiques.				
S 10.3.2. Ajustement de la production	■			
• Niveaux et hiérarchie d'intervention : - action sur l'ordonnancement ; - action sur l'organisation ; - action sur les moyens et les outillages ; - sous-traitance.				
S 10.4. OPTIMISATION DE LA PRODUCTION				
• La démarche productique en entreprise, facteurs influants. • Techniques d'amélioration de la productivité et de la qualité : - les temps de reconversion machine (SMED) ; - la maîtrise statistique des procédés (MSP) ; - les cercles de qualité et de progrès ; - le management participatif.		■		
S 10.5. MAINTENANCE DES MOYENS DE PRODUCTION				
S 10.5.1. Objectif de la maintenance des moyens de production • Maintenance préventive systématique de premier niveau. • Maintenance préventive conditionnelle et corrective. **S 10.5.2. Techniques de maintenance préventive de premier niveau** - nature ; - périodicité d'intervention ; - indicateurs physiques, signaux, seuil, test. **S 10.5.3. Gestion de la maintenance préventive de premier niveau. Tenue d'un tableau de bord.** • Description des comportements, des caractéristiques relatives aux moyens de production. • Description des anomalies, des états de processus précédant un dysfonctionnement. • Déclenchement d'une maintenance corrective.		■		