



REPÈRES POUR LA FORMATION ET L'ÉVALUATION

Brevet de Technicien Supérieur IPM

Industrialisation des Produits Mécaniques

Septembre 2006

PRÉFACE

Le corollaire de la mise en place des mesures de déconcentration et de décentralisation est le renforcement nécessaire des missions de conseil et d'expertise assumées, dans le domaine des équipements des établissements, par l'administration centrale de l'éducation nationale. Ce renforcement est illustré notamment par l'élaboration de guides d'équipements conseillés, qui constituent des documents de référence et des outils d'aide à la décision à l'intention des responsables rectoraux, mais aussi, et à leur appréciation, des représentants des régions soucieux de disposer d'éléments de réponse aux attentes qu'ils expriment assez fréquemment à cet égard.

Par ailleurs, les évolutions permanentes des diplômes et des formations correspondantes, qui nous sont imposées par les mutations des technologies et des métiers rendent de plus en plus prégnant le besoin de guides méthodologiques permettant d'accompagner et d'aider les équipes pédagogiques pour opérationnaliser les référentiels créés ou rénovés.

Ce constat a débouché sur la rédaction des "repères pour la formation" qui, situés en aval du référentiel du diplôme, décrivent, en plus de l'équipement matériel, les systèmes de formation dans leurs dimensions organisationnelles, temporelles, matérielles, humaines, pédagogiques et didactiques ainsi que dans leurs relations avec un environnement institutionnel et industriel. Ils participent de la communication du sens global des réformes engagées et de leurs incidences sur la vie des formations dans les établissements.

La réalisation de ces documents, en étroite concertation avec l'inspection générale de l'éducation nationale, au sein de commissions composées de spécialistes du domaine concerné, constitue une démarche qui se veut exemplaire. Elle permet en effet la mise en relation des considérations pédagogiques, technologiques et économiques qui régissent l'installation des équipements et des locaux nécessaires à la mise en œuvre des formations.

Ce document n'a pas pour vocation de constituer un modèle dogmatique limitant la créativité et l'initiative des équipes pédagogiques mais, au contraire, de fournir des éléments et des repères utiles à la construction du dispositif de formation le mieux adapté. Les indications qu'il apporte sont exhaustives, parce qu'elles décrivent les équipements souhaitables en cas d'implantation de nouvelles sections. Cette hypothèse n'est évidemment pas la plus courante. Le montant global des dépenses d'équipement, qui peut paraître élevé dans la mesure où les matériels conseillés sont de plus en plus évolués sur le plan technologique, pourra être étalé dans le temps.

En cas de restructuration ou de reconstruction, un inventaire préalable s'impose. En effet, si aucun des matériels proposés n'est assurément superflu, il ne s'agit pas, pour autant, de se placer dans une logique de "tout ou rien". Il est donc indispensable de prendre d'abord en compte l'existant.

Quant aux indications relatives aux locaux, ce guide ne prétend pas proposer des solutions uniques qui apparaîtraient comme les seules valablement envisageables; telle ou telle approche peut parfaitement être retenue en fonction des considérations architecturales prévalant pour la construction ou l'aménagement d'un établissement donné. Il importe, toutefois, de **ménager**, **autour des postes de travail**, **des zones de circulation et d'intervention** garantissant des conditions de travail et de sécurité optimales, conformément à la législation en vigueur.

Les utilisateurs de ce guide sont enfin vivement encouragés à faire part à la direction de l'enseignement scolaire de toutes les remarques qui peuvent être de nature à améliorer la qualité du document et à faire progresser la réflexion sur les questions d'équipement pédagogique.

Ce guide a été élaboré par :

Didier PRAT Inspecteur général de l'Education Nationale

groupe « Sciences et techniques industrielles »

Jean-Jacques DIVERCHY Inspecteur d'académie - Inspecteur pédagogique régional

« Sciences et techniques industrielles »

Édith KIRSCH Bureau du partenariat avec le monde professionnel et des

commissions professionnelles consultatives.

Direction de l'enseignement scolaire

Pour les disciplines d'enseignement général :

Anne Armand Inspectrice générale de l'Education Nationale

groupe « Lettres »

Jean-Luc Maître Inspecteur général de l'Education Nationale

groupe « Langues vivantes – Anglais »

Francis LABROUE Inspecteur d'académie - Inspecteur pédagogique régional

représentant le groupe « Mathématiques » de l'IGEN

Frédéric THOLLON Inspecteur d'académie - Inspecteur pédagogique régional

représentant le groupe « Sciences physiques et chimiques,

fondamentales et appliquées » de l'IGEN

Pour l'Économie-gestion :

Jack TUSZYNSKI Inspecteur d'académie - Inspecteur pédagogique régional

représentant le groupe « Économie - gestion » de l'IGEN

Pour les « Sciences et techniques industrielles »

Patrick LE PIVERT Inspecteur d'académie - Inspecteur pédagogique régional

André THIMJO Inspecteur d'académie - Inspecteur pédagogique régional

Gilles CERATO Chef de travaux

Jean-Marc CRESTEY Chef de travaux

Bernard GILABERT Chef de travaux

Charles BRIZIO Professeur

Michel FREZOULS Professeur

Philippe GUYON Professeur

Philippe PADRONA Professeur

Christophe VELUT Professeur

Luc WALTER Professeur

SOMMAIRE

1. ÉTAT DES LIEUX DES MÉTIERS DE LA PRODUCTION	Page
1.1. Le contexte 1.2. L'industrialisation des produits mécaniques (grande série) 1.3. Activités relatives aux types de production 1.4. Contexte professionnel et fonctions du technicien supérieur 1.5. Le métier du technicien supérieur industrialisation des produits mécaniques 1.6. Du BTS Productique mécanique au BTS Industrialisation des produits mécaniques	05 06 07 08 29 30
2. LES ÉVOLUTIONS DU BTS IPM 2.1. Les particularités de la rénovation 2.2. La filière « Productique mécanique » 2.3. La répartition des apprentissages dans la filière 2.4. Les stratégies associées	31 32 35 36
3. LES ENSEIGNEMENTS GÉNÉRAUX – Recommandations 3.1. S1. Culture générale et expression 3.2. S2. Anglais 3.3. S3. Mathématiques 3.4. S4. Sciences physiques appliquées	37 37 38 39
4. LES ENSEIGNEMENTS TECHNOLOGIQUE ET PROFESSIONNELS – Recom. et stratégies 4.1. La chaîne numérique dans les activités professionnelles 4.2. S5. Études produits et des outillages 4.3. S6. Mécanique industrielle 4.4. S7. Procédés 4.5. S8. Conception des processus 4.6. S9. Qualité et contrôle 4.7. S10. Gestion de la production 4.8. S11. Gestion technique et économique d'une affaire 4.9. S12. Systèmes de production et maintenance 4.10. S13. Sécurité – Environnement	44 47 49 50 53 54 55 55 58
5. MISE EN ŒUVRE DU PROGRAMME.5.1. Rappel des horaires d'enseignement5.2. Commentaires sur les horaires d'enseignement	61 61
6. ORGANISATION DES ENSEIGNEMENTS 6.1. Axes directeurs pour la formation 6.2. Mise en place d'une organisation pédagogique	63 65
7. LA CERTIFICATION DES COMPÉTENCES PROFESSIONNELLES 7.1. E4 -Étude de préindustrialisation 7.2. E51 - Conception de processus 7.3. E52 - Présentation du projet de qualification de processus 7.4. E61 - Lancement d'une production 7.5. E62 - Traitement d'une affaire 7.6. E63 - Présentation du rapport de stage industriel	70 71 72 74 75 76
 8. PRINCIPES DE L'ÉVALUATION PAR CONTRÔLE EN COURS DE FORMATION 8.1. Finalités du CCF 8.2. Modalités de mise en œuvre du CCF 8.3. Caractéristiques des situations d'évaluation 8.4. Évaluation finale, rôle du jury et des corps d'inspection 	79 79 80 80
9. ORGANISATION TEMPORELLE DES SITUATIONS D'ÉVALUATION	81
10. LES LIEUX D'ENSEIGNEMENT ET LES ÉQUIPEMENTS 10.1. Recommandation générale 10.2. Les zones fonctionnelles d'enseignement 10.3. Les équipements pédagogiques	82 84 85
11. ANNEXE – DOCUMENTS DE VALIDATION ET FICHES TYPES	87

1. ÉTAT DES LIEUX DES METIERS DE LA PRODUCTION

Afin de mieux appréhender les raisons d'une rénovation d'une formation professionnelle, il convient d'abord de préciser le contexte relatif aux métiers de l'industrie mécanique.

1.1. Le contexte

Les nouvelles technologies, en bouleversant les modes de production, transforment les métiers et induisent des compétences d'un type nouveau. Les évolutions et fluctuations des marchés conduisent les entreprises à être réactives et à disposer de moyens et d'organisation flexibles. Cela exige davantage de polyvalence pour les salariés, les conduisant à s'adapter constamment aux nouvelles situations de travail.

La recherche de productivité passe nécessairement par :

- l'innovation (amélioration de la gamme et création de nouveaux produits) ;
- la recherche de procédés et de processus performants ;
- la modernisation et l'automatisation des équipements ;
- la qualité de la communication et la gestion des ressources humaines.

Dans ce contexte d'évolutions techniques et organisationnelles, et d'évolutions des marchés, les productions peuvent être caractérisées par :

□ *A* − *LA PRODUCTION EN GRANDE SÉRIE* (dite de masse ou en continue) OU *EN MOYENNE SERIE* (par lots).

La démarche industrielle générale, pour ces types de production, peut être caractérisée par trois grandes étapes :

- la conception détaillée ou préindustrialisation ;
- l'industrialisation du produit
 - définition du processus détaillé,
 - qualification du processus ;
- le lancement et le suivi de la production.

□ B – LA FABRICATION EN PETITE SÉRIE NON RENOUVELABLE

La priorité est de réaliser la (ou les) pièce(s) conforme(s) dans les délais les plus brefs et à moindre coût. La quantité de pièces à fabriquer et le contexte technico-économique ne justifient pas une étude d'avant-projet ni une recherche approfondie permettant d'optimiser les paramètres liés à la réalisation de la pièce (par exemple, optimisation des trajectoires outils, étude de définition d'outillages poussée...). L'étape de réalisation de la fabrication intègre la préparation du ou des moyens de production, la conduite de l'usinage et le contrôle du produit fini. La démarche industrielle est alors la suivante :

- définition du processus général et du coût de production
- mise en œuvre du système de production
- contrôle du produit fini.

Dés lors, dans le domaine de la production des pièces mécaniques l'éventail des qualifications est désormais le suivant :

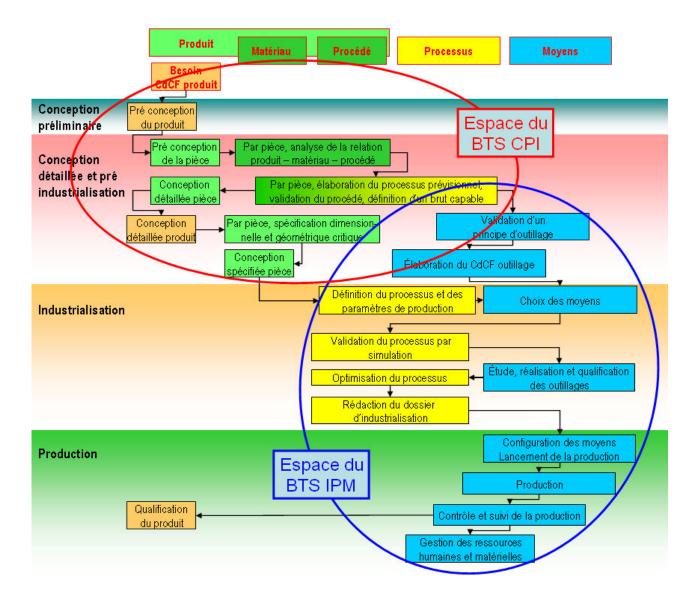
- ouvrier qualifié, opérateur (conduite de la machine) ;
- **technicien d'usinage**, (réalisation de fabrications en petite série non renouvelable, et lancement et suivi de productions sérielles qualifiées);
- **technicien supérieur en industrialisation des produits** (industrialisation de produits et lancement-stabilisation-qualification de processus) :
- ingénieur (méthodes procédés/machines/produit/processus).

1.2. L'Industrialisation des produits mécaniques (grande série)

La réflexion conduite pour la rénovation des diplômes du champ professionnel de la conception et de la production mécanique s'est effectuée en concertation avec des responsables du milieu industriel, à partir de l'observation des pratiques professionnelles actuelles.

A ce titre, la rénovation du BTS CPI (Conception de produits industriels) a permis, de dégager les différentes étapes du cycle de vie d'un produit à dominante mécanique et de positionner les activités de l'« Homme de conception », celles de l'« Homme d'Industrialisation » ainsi que les activités partagées.

La figure ci-après fait apparaître ces différentes composantes.



1.3. Activités relatives aux types de production

A - Pour la production en grande ou moyenne série, plusieurs situations peuvent apparaître :

Dans le cadre de la conception détaillée et de la préindustrialisation du produit

- Ajustement concerté de la définition du produit avec celle d'un processus techniquement possible et économiquement viable. Cette démarche technico-économique, généralement appelée « ingénierie simultanée » ou « ingénierie concourante », est pratiquée de façon permanente par les industriels. Elle s'appuie sur la conjugaison des compétences du « Concepteur » et du « Technicien d'industrialisation » et vise à développer des produits répondant à un cahier des charges donné tout en respectant au mieux les performances du système de production.

Dans le cadre de l'industrialisation du produit pour la composante définition détaillée du processus

- Conception détaillée du processus, à partir du processus prévisionnel défini en pré industrialisation et élaboration des documents nécessaires à la fabrication (dossier de fabrication du produit).
- Maîtrise de l'ensemble des moyens de production mécanique (machines et équipements) dans le cadre de leur mise en œuvre pour des essais éventuels. Les compétences s'exercent dans la définition détaillée du processus.

Dans le cadre de l'industrialisation du produit pour les composantes validation et optimisation du processus

- Vérification du processus permettant d'obtenir les résultats définis par le cahier des charges : obtention d'une pièce ou d'un produit conforme aux spécifications du cahier des charges (Validation, organisation et la mise en place des éventuelles préséries de qualification de processus). La qualification d'un processus concerne donc la validation et l'optimisation des solutions techniques envisagées pour réaliser un produit conforme au cahier des charges. Il peut s'agir d'une simulation numérique du processus ou/et de la mise en œuvre d'une présérie qui permettra de confirmer les choix techniques qui ont été opérés. Les choix techniques sont alors consignés dans le dossier de fabrication du produit.

Dans le cadre de la production du produit

- Premier lancement, suivi de la production et gestion des moyens matériels et humains

B - Pour la réalisation en petite série non renouvelable ou unitaire :

Dans le cadre de la préparation

- Définition de la faisabilité de la demande à partir des contraintes techniques et économiques.
- Choix du procédé.
- Définition du processus général de réalisation.
- Proposition de coût à l'attention du donneur d'ordres.

Dans le cadre de la réalisation

- Encadrement du technicien d'usinage pour la réalisation et le contrôle (définition des activités du technicien.
- Qualification du produit

1.4. Contexte professionnel et fonctions du technicien supérieur

1.4.1. Types de production et fonctions associées

Le contexte professionnel d'un technicien supérieur « Industrialisation de produits mécaniques» se caractérise par l'importance des productions assurées par l'entreprise.

- Dans le cadre des productions continues ou des productions en séries renouvelables, il intervient au niveau :
 - de la conception détaillée des produits, ou pré industrialisation, en ingénierie collaborative (intégration, lors de la définition des produits, des contraintes technico-économiques induites par les procédés retenus) : **Technicien procédé en Préindustrialisation** » ;
 - de l'industrialisation des produits pour la partie conception des processus et spécification des outillages : *Technicien méthodes en Conception des processus* ;
 - de l'industrialisation des produits pour la partie qualification des processus : **Technicien méthodes en Qualification et optimisation des processus** ;
 - du lancement et du suivi des productions : Technicien méthodes « Atelier ».
- Pour les fabrications en petites séries non renouvelables, il coordonne les activités relatives à la mise en production afin de réaliser des pièces ou des produits conformes dans les délais les plus brefs et à moindre coût : *Technicien responsable d'atelier ou d'une unité de production*.
 Il intervient donc au niveau :
 - du choix éventuel du procédé;
 - de la définition du processus général de réalisation et de la détermination de son coût prévisionnel;
 - de l'encadrement du (des) technicien(s) de fabrication pour la réalisation et le contrôle ;
 - de la vérification de la conformité du produit.

Quel que soit le contexte professionnel le technicien supérieur est amené à assurer des fonctions de : *Technicien responsable de la gestion et de l'organisation des moyens de production*.

D	DOMAINES D'INTERVENTION ACTIVITÉS PROFESSIONNELLES PRINCIPALES		FONCTIONS
séries	Conception détaillée / Exploitation des données de conception et de production étude de préindustrialisation		Technicien procédé en Préindustrialisation
is ou en séries oles	Industrialisation du produit : définition détaillée du processus	Conception du processus Spécification des outillages	Technicien méthodes en Conception de processus
Productions continues ou renouvelables	Industrialisation du produit : qualification et homologation du processus	Mise en œuvre d'essais (simulations et préséries) Validation du processus détaillé. « Qualification du processus »	Technicien méthodes en Qualification et optimisation de processus
Production	Production (premier lancement)	Validation de la configuration des moyens de production Lancement et stabilisation de la production Contrôle et suivi de la production	Technicien méthodes « Atelier »
Traitement (réponse au client et préparation) d'une demande de réalisation unitaire ou semi-unitaire		Détermination de la faisabilité technique et économique en fonction des contraintes du client et de l'entreprise Élaboration et transmission des consignes de réalisation	Technicien responsable d'atelier ou d'un secteur de production
Organisation et gestion de la production		Management en production Gestion des moyens Qualification du produit	Technicien responsable de la gestion et de l'organisation des moyens de production

1.4.2. Caractéristiques des différentes fonctions

Fonction: Technicien procédé en préindustrialisation

Situation de travail	Localisation	Nature de l'activité
Étude de la relation produit- procédé – processus à partir des données de production.	Secteur « Préindustrialisation » bureau d'études, groupe de travail en « plateforme », groupe projet	 comparaison et choix de procédés, propositions d'évolution de la définition de la pièce en fonction du procédé et/ou du processus prévisionnel, élaboration d'un processus prévisionnel, étude et proposition d'un principe d'outillage, spécification des moyens de production.

Exemple 1: préindustrialisation d'une Poignée de fenêtre

Nota: pour une exploitation plus complète de ce support, se reporter au diaporama présentant cet exemple (voir CD Rom « Journées d'étude nationale des 27, 28 et 29 mars 2006 à Marseille relatives à la mise en place du BTS IPM » disponible dans chaque académie).

Une PME conçoit et fabrique une poignée de fenêtre par lots de 4200 pour une production annuelle de 50000. Elle dispose d'un petit bureau d'étude équipé en DAO 3D, d'un bureau des méthodes et d'un atelier de production équipé de plusieurs centres d'usinage.

Le technicien procédé en pré industrialisation doit s'assurer de la faisabilité économique de la production. Pour cela, il envisage des processus possibles sur les équipements existants, propose éventuellement des modifications à la définition du produit, négocie avec le concepteur ou avec un spécialiste d'un autre procédé, définit les principes d'outillages et s'assure qu'ils satisfont les exigences de qualité et de productivité.





A partir:

- D'un avant projet de conception de produit répondant au cahier des charges fonctionnel : formes, matériaux, procédés prévisionnels.
- Des données de production : lots, production annuelle, disponibilités permanentes...
- Des moyens de production disponibles : centres 3 axes à broche verticale, 4 axes à broche horizontale.





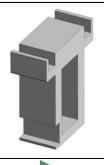
Le technicien procédé en pré industrialisation :

- évalue le coût du processus prévisionnel et propose ou valide des modifications de forme pour économiser une direction d'usinage, pour améliorer les fonctionnalités du produit;
- valide le coût du nouvel outillage d'extrusion avec le spécialiste;
- élabore le processus prévisionnel modifié ;
- intègre l'arrivée de nouvelles machines dans l'entreprise ;
- valide la conception détaillée de la pièce







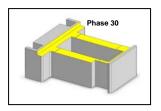


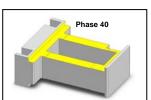
Proposition d'évolution du produit

La fonction du logement cylindrique, obtenu par fraisage, sera réalisée partiellement par la forme extrudée.

La forme rhombique de la partie supérieure, favorisant la mise en place de la poignée dans l'huisserie, est produite à un coût identique à la forme rectangulaire.

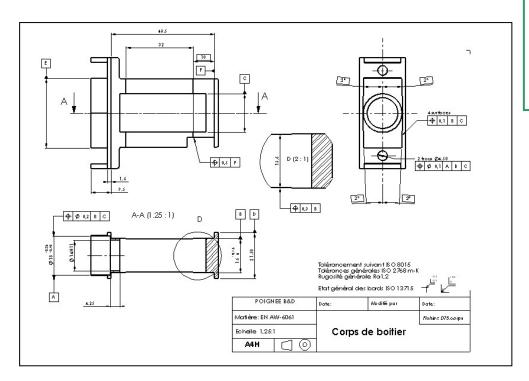
Processus prévisionnel





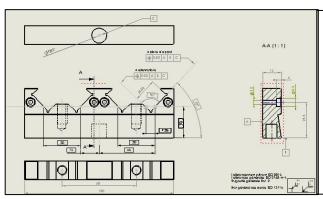


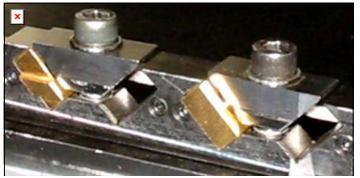
Conception détaillée de la pièce



- Lorsque le produit est entièrement défini et spécifié, le technicien procédé en préindustrialisation :
 - conçoit les outillages simples combinés avec les attachements standard ;
 - rédige un cahier des charges d'outillage ;
 - s'assure de l'aptitude à l'emploi d'un outil, d'un porte-outil, d'un porte pièce

Porte pièce





Exemple 2 : Carter moteur de pompe haute pression

Nota: pour une exploitation plus complète de ce support, se reporter au diaporama présentant cet exemple (voir CD Rom « Journées d'étude nationale des 27, 28 et 29 mars 2006 à Marseille relatives à la mise en place du BTS IPM » disponible dans chaque académie).

Une PME sous-traite la fonderie et l'usinage de certaines pièces techniques anodisées en Al Si7 Mg. Ces pièces appartiennent à un système de filtration de liquides pour l'industrie agro-alimentaire.

La production attendue est de 250 pièces par mois.

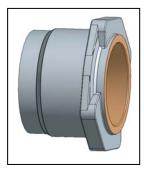
L'entreprise dispose d'un atelier de fonderie, d'un bureau des méthodes équipé en FAO et d'un atelier d'usinage comprenant : ToCN 2 et 3 axes, CuCN vertical 3axes.

A partir :

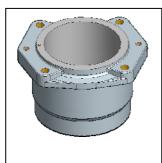
- D'un dessin de définition détaillé
- Des données de production : lots, production annuelle, disponibilités permanentes...
- Du processus prévisionnel de production



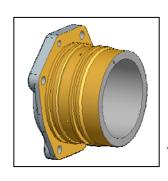
Processus prévisionnel



Ph 10 To

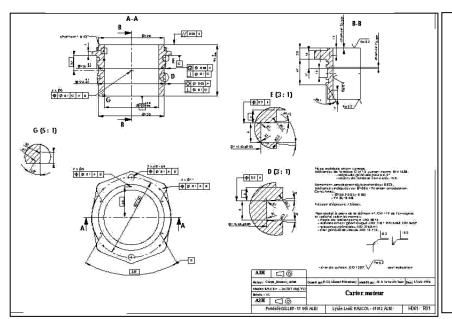


Ph 20 Fr



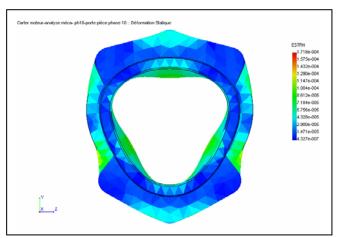
Ph 30 To axe C

Conception détaillée de la pièce

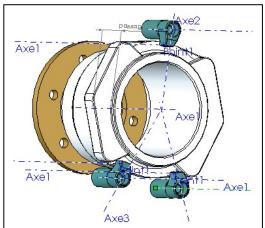


Le technicien procédé en préindustrialisation :

- analyse les spécifications attendues sur la pièce ;
- définit des principes d'outillage associés ou non à des attachements standard, évalue leur pertinence et, éventuellement, propose de nouvelles solutions;
- rédige un cahier des charges d'outillage;
- définit un protocole de réception d'un outillage pour valider son aptitude à l'emploi.



Etude de déformations de serrage pour un principe d'outillage à évaluer



Conception d'un outillage simple associant attachements et éléments d'ablocage standard

Activités du Technicien procédé en préindustrialisation

Il apparaît clairement que le technicien procédé en préindustrialisation exerce son expertise en production :

- dans le dialogue avec le concepteur pour contribuer à la conception détaillée et à la spécification du produit afin qu'il y ait compatibilité de celui-ci avec les moyens de production ;
- dans le dialogue avec les spécialistes de première transformation (forge, fonderie, extrusion...) pour intégrer leurs contraintes en préservant celles de la production mécanique ;
- dans l'élaboration d'un avant projet de processus compatible avec les moyens disponibles ;
- dans le pré choix des moyens : machines, principes d'outillages de fabrication ;
- dans la conception des outillages simples, éventuellement combinés avec des attachements standards ;
- dans la rédaction des spécifications de la prestation attendue d'un spécialiste ou d'un fournisseur en outils et outillages ;
- dans la validation de l'aptitude à l'emploi d'un outillage de fabrication ou de contrôle.

Fonction: Technicien méthodes en Conception de processus

Situation de travail	Localisation	Nature de l'activité
Élaboration d'un processus détaillé de production mécanique.	Secteur « Industrialisation» bureau des méthodes, service qualité	 définition du processus de fabrication et de contrôle, éventuellement (selon le type de production) à partir du processus prévisionnel;
		- choix des moyens associés.
		- définition des paramètres de production ;
		 choix et détermination des spécifications de fabrication;
		 validation théorique de la relation spécifications de fabrication – aptitude des moyens de production;
		rédaction des documents d'avant projet de fabrication.

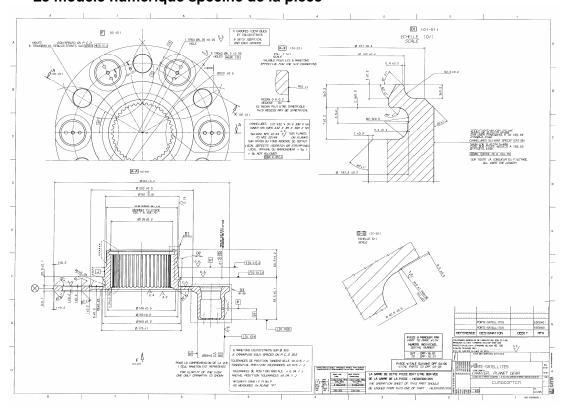
Exemple 1 : Porte-satellites

Nota: pour une exploitation plus complète de ce support, se reporter au diaporama présentant cet exemple (voir CD Rom « Journées d'étude nationale des 27, 28 et 29 mars 2006 à Marseille relatives à la mise en place du BTS IPM » disponible dans chaque académie).

Dans le cadre de l'industrialisation d'un porte-satellites de boîte de transmission primaire d'hélicoptère, le technicien méthodes en conception de processus doit fournir le processus détaillé en vue de préparer la mise en production à partir des données suivantes :



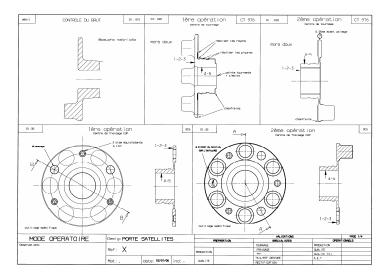
• Le modèle numérique spécifié de la pièce

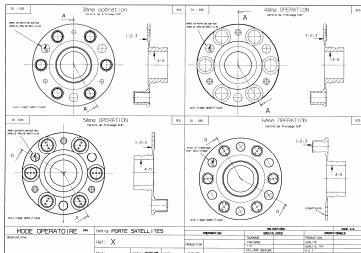


• Le contexte de la production

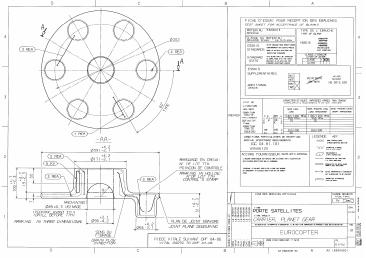
La production de ces pièces concerne l'équipement d'appareils neufs et l'approvisionnement d'un stock mini de pièces de rechange. Le processus prévisionnel est complexe et comporte de multiples posages, essentiellement dus aux opérations de traitement thermique, de taillage et de rectification. Le programme de production est de 60 pièces par an.

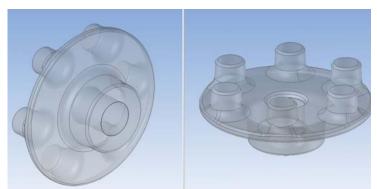
• Un processus prévisionnel de production





La morphologie et les caractéristiques de la pièce en fin de transformation primaire (pièce brute)





Activités du Technicien méthodes en Conception de processus

L'industrialisation du porte-satellites doit amener le technicien, à partir d'un processus prévisionnel, à apporter des réponses technico-économiques cohérentes en fonction des problèmes techniques spécifiques posés :

- Définition des outils ;
- Définition des spécifications de fabrication ;
- Choix des machines en fonction de leurs performances et de l'organisation retenue, et identification des spécifications à surveiller.
- Définition des stratégies d'usinage (parcours d'outils, accostage, conditions de coupe...);
- Génération et édition du programme d'usinage ;
- Validation par simulation du programme d'usinage dans son contexte de mise en œuvre.
- Elaboration de fiches outils et de documents de réglage ;
- Définition et choix des types de contrôle, de la gamme de contrôle et des modes opératoires associés;
- Définition des paramètres de suivi statistique de processus ;
- Définition de l'organisation du poste.

• Problèmes techniques abordés

- Choix du moyen adapté (capacité machine, capabilité, accessibilité,..).
- Choix du porte-pièce (capacité, type de mors).
- Mise en place de l'origine programme (calcul de la cote de liaison au brut)
- Détermination des cycles d'usinages :
 - Sens d'usinage (efforts de coupe dirigés sur les appuis principaux)
 - Prise en compte des surépaisseurs du brut.
 - Choix des outils (géométrie par rapport au profil usiné).
 - Choix des paramètres de coupe
 - Ordonnancement des opérations pour ne pas générer de bavures
- Validation des trajectoires outils par simulation (collision, talonnage, engagement, dégagement).

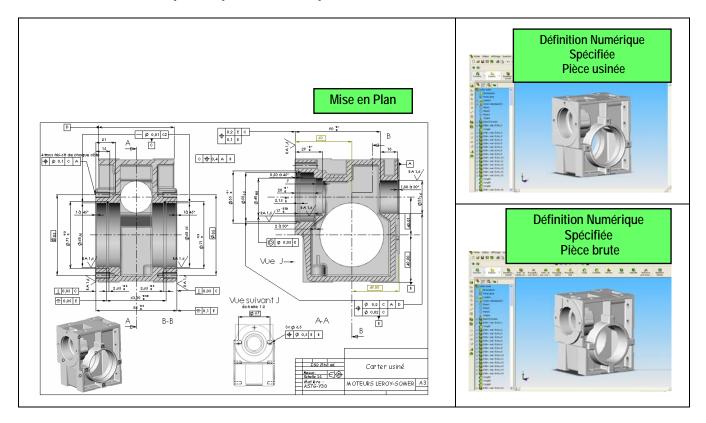
Exemple 2 : Carter de moto réducteur

Nota: pour une exploitation plus complète de ce support, se reporter au diaporama présentant cet exemple (voir CD Rom « Journées d'étude nationale des 27, 28 et 29 mars 2006 à Marseille relatives à la mise en place du BTS IPM » disponible dans chaque académie).

Dans le cadre de l'industrialisation d'un carter usiné de moto réducteur, le technicien méthodes en conception de processus doit fournir le processus détaillé en vue de préparer la mise en production à partir des données suivantes :



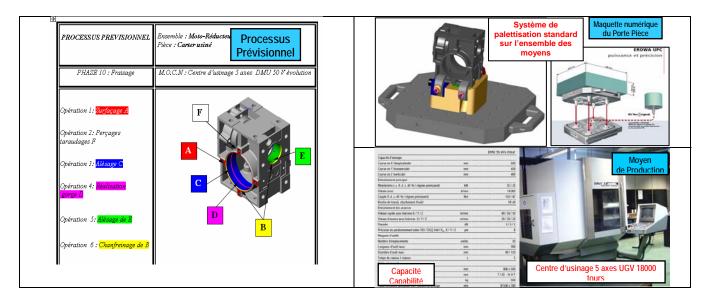
• La conception spécifiée de la pièce



• Le contexte de la production

Cette production concerne l'équipement d'appareils neufs et l'approvisionnement d'un stock mini de pièces de rechange. Le processus prévisionnel prévoit un seul posage. 55 surfaces seront réalisées suivant 4 directions d'usinage. L'industrialisation s'effectuera en moyenne série.

• Le dossier de pré industrialisation



• Activités du Technicien méthodes en Conception de processus

- Résoudre les problèmes techniques relatifs au processus :
 - Conditions de coupe.
 - Nombre d'outils, polyvalence des outils (magasin outils)
 - Accessibilité des surfaces (collision)
 - Chronologie des opérations (gain de temps)
 - Choix d'outils spécifiques : Gorge de circlips 2.15 , Gorge de circlips 2.65
 - Capabilité machine
 - Choix d'outils spécifiques : Barre d'alésage
 - Capabilité machine pour le retournement
 - 34 Spécifications dimensionnelles (4x J6, 1x H8)
 - 13 Spécifications géométriques précises
 - 7 Spécifications de surfaces (√1.6)
- Renseigner la CFAO correspondante :
 - Importation des modèles numériques sur machine
 - Position des origines
 - Choix des outils et des conditions de coupe
 - Stratégie d'usinage, type de cycle
 - Approches, prise de correction...
 - Simulation des trajectoires, comparaison des temps opératoires
 - Ordonnancement des opérations, calcul du temps cycle.
- Simuler pour valider le processus
- Éditer les documents en interactivité avec la CFAO
- Réaliser la stratégie et le mode opératoire de contrôle

Fonction : Technicien méthodes en Qualification et optimisation de processus

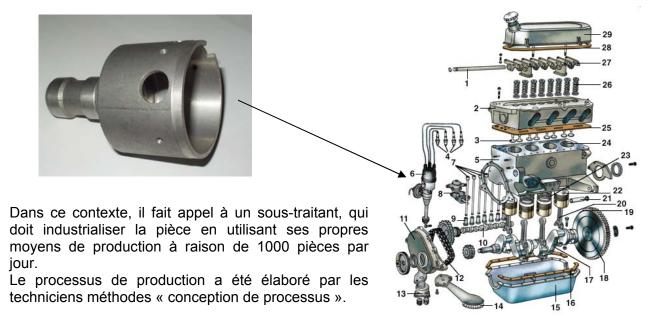
Situation de travail	Localisation	Nature de l'activité
Validation de choix techniques relatifs au processus de	Secteur Industrialisation / bureau des méthodes et secteur de production	 dialogue et collaboration avec les différents spécialistes métiers impliqués dans l'obtention de la pièce ou du produit,
production en fonction du cahier des charges	mécanique.	 exploitation des résultats de simulation de procédés issus de l'étude de préindustrialisation,
		 définition et mise en œuvre de procédures d'essais réels et éventuellement simulés,
		- exploitation des résultats d'essais,
		 réception et/ou validation de moyens,
		 validation technico économique et propositions éventuelles d'amélioration de processus.

Exemple 1 : Corps d'allumeur (moyenne et grande série)

Nota : pour une exploitation plus complète de ce support, se reporter au diaporama présentant cet exemple (voir CD Rom « Journées d'étude nationale des 27, 28 et 29 mars 2006 à Marseille relatives à la mise en place du BTS IPM » disponible dans chaque académie).

• Contexte professionnel

Un équipementier automobile désire stopper sa production en interne, de corps d'allumeur, destinés désormais à la 2^{ème} monte.



• Sujet d'étude

La validation des choix techniques décrits dans le processus détaillé impose une recherche de solutions à plusieurs problèmes techniques :

- Qualification de la prise de pièce (déformation du brut lors du serrage en mors)
- Qualification en mode production d'une phase de tournage 4 axes.
- Détermination des capabilités en vue de la qualification du processus de production et contrôle.



• Activités du Technicien méthodes en Qualification et optimisation de processus

Dans le cadre de cette étude (Corps d'allumeur), le technicien méthode « Qualification et optimisation de Processus », doit :

- Définir les essais réels ou par simulation
 - Tests de variabilités (nouveau moyen de production)
 - o Echantillons initiaux pour qualifier les paramètres de mise en œuvre (conditions de coupe, prise de pièce,)
- Réaliser les essais et exploiter les résultats.
- Mettre en œuvre la présérie et déterminer les capabilités du processus de production et contrôle.
- Conclure quant à la validation technico-économique du processus détaillé et proposer des solutions d'amélioration

Exemple 2 : Fraise spéciale (petite série renouvelable)

Nota: pour une exploitation plus complète de ce support, se reporter au diaporama présentant cet exemple (voir CD Rom « Journées d'étude nationale des 27, 28 et 29 mars 2006 à Marseille relatives à la mise en place du BTS IPM » disponible dans chaque académie).

Contexte professionnel

Un distributeur de machines à bois souhaite commercialiser une fraise spéciale pour répondre à la demande de ses clients. Il commande à l'entreprise une série de 15 pièces par mois renouvelable.

Pour répondre rapidement à la demande, un processus de production utilisant les moyens de l'entreprise est proposé par les techniciens méthodes « conception de processus » (TCN 2 axes + 5 axes).

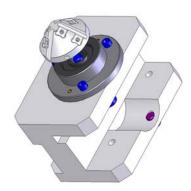
A plus long terme, un nouveau processus utilisant un centre de tournage fraisage bi-broche est envisageable (machine actuellement présente dans l'entreprise mais dont le taux de charge est trop élevé).



Sujet d'étude

Deux problèmes techniques sont issus de ce contexte :

- Dans le cadre de la réponse immédiate à la demande du client, la validation des choix techniques décris dans le processus détaillé impose la qualification en mode production d'une phase de fraisage en 5 axes positionnés.
- Comparaison technico-économique des 2 processus de production (Centre de tournage-fraisage bi-broche ou TCN 2 axes + CU 5 axes).



Activités du Technicien méthodes en Qualification et optimisation de processus

Dans le cadre de cette étude (fraise spéciale), le technicien méthode « Qualification et optimisation de Processus », doit :

- Réceptionner et préparer les outils et outillages.
- Mettre en œuvre pour qualifier les paramètres (conditions de coupe, prise de pièce,)
- Conclure quant à la validation technique du processus détaillé et proposer des solutions d'amélioration.
- Conduire une étude technico-économique de comparaison des 2 processus.
- Choisir le processus le plus approprié

Exemple 3 : Support de culasse (petite série renouvelable)

Nota : pour une exploitation plus complète de ce support, se reporter au diaporama présentant cet exemple (voir CD Rom « Journées d'étude nationale des 27, 28 et 29 mars 2006 à Marseille relatives à la mise en place du BTS IPM » disponible dans chaque académie).

Contexte professionnel

Un concessionnaire de Moto nautisme souhaite développer une nouvelle version de moteur à caractère sportif pour équiper des Jet-Ski.

Il fait appel à une entreprise de sous-traitance mécanique pour la fabrication des pièces (série renouvelable de 10 exemplaires par mois).

Le processus de production relatif au support de culasse a été élaboré par les techniciens méthodes « conception de processus ».



Sujet d'étude

La validation des choix techniques décrits dans le processus détaillé impose une recherche de solutions à plusieurs problèmes techniques :

Réalisation des rainures de largeur 1,8mm, profondeur 1,3mm.

- Réalisation d'ébauche des alésages de Ø 85mm.
- Réalisation d'une opération de rectification plane sur un alliage d'aluminium.
- Qualification en mode production de chacune des phases définies dans le processus détaillé.





• Activités du Technicien méthodes en Qualification et optimisation de processus

Dans le cadre de ce sujet d'étude (Support de Culasse), le technicien méthode « Qualification et optimisation de Processus », doit :

- Élaborer le planning de projet.
- Définir les essais à conduire.
- Réaliser les essais et faire le choix des paramètres de production.
- Mettre à jour les données du processus détaillé.
- Réceptionner et préparer les outils et outillages.
- Préparer et s'assurer de l'aptitude des moyens de contrôle.
- Mettre en œuvre les phases d'usinage des échantillons initiaux.
- Contrôler outils, outillages, paramètres de fonctionnement et les pièces produites.
- Conclure quant à la validation du processus détaillé et proposer des solutions d'amélioration.

Fonction: Technicien méthodes « Atelier »

Situation de travail	Localisation	Nature de l'activité
Configuration, validation et mise en œuvre d'une unité de production en vue de procéder au premier lancement et stabilisation de la production.	Plateforme ou atelier de production mécanique.	 configuration des outils, des porte-pièces, des machines de production, des postes de contrôle, des postes d'assemblage, validation de la configuration, organisation des moyens d'approvisionnement, de stockage, de protection, de conditionnement, mise en production et stabilisation des postes, ajustement des paramètres de production.

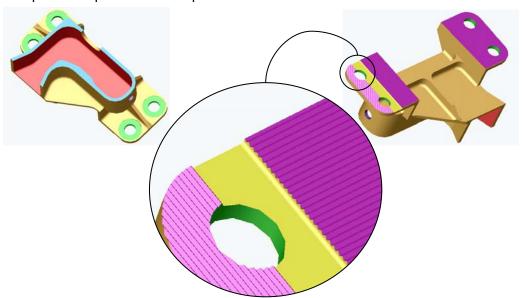
Exemple : Pièce pour l'industrie aéronautique

Nota : pour une exploitation plus complète de ce support, se reporter au diaporama présentant cet exemple (voir CD Rom « Journées d'étude nationale des 27, 28 et 29 mars 2006 à Marseille relatives à la mise en place du BTS IPM » disponible dans chaque académie).

Sujet d'étude

Il s'agit de mettre en production une pièce destinée à l'industrie aéronautique. Afin de minimiser les défauts de reprise, la fabrication sera effectuée sur un centre de fraisage 5 axes. Pour réaliser la pièce en un seul posage, quatre directions d'usinage seront utilisées.

Compte tenu des formes à obtenir ainsi que de son encombrement, on mettra en œuvre un montage d'usinage spécifique ainsi que des outils spéciaux.



• Contexte professionnel

L'entreprise qui réalise la pièce décrite ci-dessus est spécialisée dans le domaine de l'aéronautique. Sa vocation initiale est l'obtention de pièces brutes en titane par forgeage et fonderie. Pour répondre aux demandes de ses clients, elle s'est diversifiée en proposant également l'obtention de pièces dans des matériaux réfractaires et composites (carbone/carbone, carbone/aluminium). De plus, elle propose désormais la réalisation complète de produits pour l'aéronautique de l'obtention du brut jusqu'à l'usinage et au parachèvement.

Compte tenu de la forte valeur ajoutée des pièces produites ainsi que des formes particulières, son parc machine est essentiellement composé de centres de fraisage 4 et 5 axes ainsi que de machines poly-morphes (tour avec outils motorisés et broche de fraisage additionnelle).

La mise en œuvre de ces moyens ne peut s'envisager de façon rentable et sûre qu'en exploitant au maximum la chaîne numérique. En effet, afin d'éliminer les risques de collision sur des machines aussi complexes, une simulation de l'usinage dans l'espace de la machine est indispensable.

Les productions sont réalisées par petites séries renouvelables. Dans quelques cas, certaines pièces spécifiques (Spatial) ou les prototypes sont réalisés de façon unitaire.

• Activités du Technicien méthodes « Atelier »

Dans le cadre de l'activité « méthodes - atelier », les techniciens en production sont amenés à effectuer les tâches suivantes :

- Configurer les moyens de production : Pour l'essentiel, l'activité du technicien est une activité de validation des travaux effectués par des préparateurs hautement qualifiés. Il devra garantir les réglages machine, l'assemblage et la mesure dimensionnelle des outils, l'assemblage et l'installation des montages d'usinage sur les moyens de production ainsi que la détermination de leurs paramètres. Tous ces réglages doivent être conformes aux choix qui ont été réalisés lors de la préparation du travail en FAO,
- Mettre au point la production : Les stratégies d'usinage ainsi que les conditions de coupe choisies dans le processus FAO doivent être validées, éventuellement modifiées au pied de la machine, lors de la mise en production afin de stabiliser celle-ci,
- Mettre en œuvre les moyens de mesure indiqués pour effectuer les mesurer dimensionnelles et géométriques lors du lancement de la production et en cours de production,
- Assurer le réglage du moyen de production après mesure de la (ou des) pièce de réglage,
- Assurer la qualité au poste de travail en organisant l'environnement de production : les procédures qualité de l'entreprise imposent une séparation physique des flux de pièces brutes, pièces finies conformes, pièces finies non conformes à reprendre et les pièces finies non conformes rebutées.

Fonction: Technicien responsable d'atelier ou d'un secteur de production

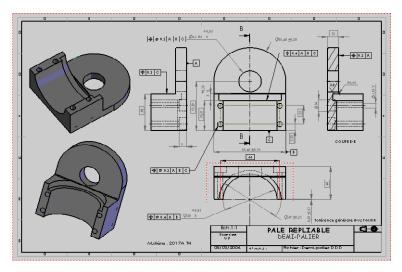
Situation de travail	Localisation	Nature de l'activité
Réponse technique, économique et organisationnelle, dans le cadre d'une démarche client- fournisseur, à une demande externe de réalisation unitaire ou en petite série non renouvelable d'une pièce ou d'un ensemble mécanique.	Atelier ou secteur de production de pièces mécaniques.	 choix du ou des procédés de réalisation, analyse du plan de charges des moyens de production, établissement d'un devis, élaboration et communication à un client d'un avis sur la faisabilité technique assortie du devis, élaboration d'une nomenclature des phases de réalisation, rédaction d'un ordre de fabrication, adaptation du plan de charges des moyens de réalisation, transmission des consignes d'organisation de la réalisation.

Exemple 1 : Demi-palier d'hélice repliable d'avion

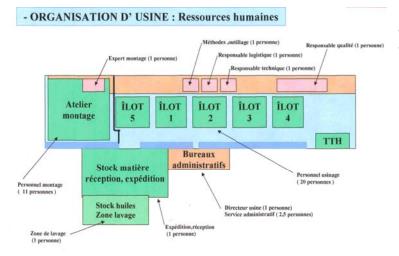
Nota: pour une exploitation plus complète de ce support, se reporter au diaporama présentant cet exemple (voir CD Rom « Journées d'étude nationale des 27, 28 et 29 mars 2006 à Marseille relatives à la mise en place du BTS IPM » disponible dans chaque académie).

• Sujet de l'étude

L'entreprise de sous-traitance doit répondre à une offre d'usinage d'un prototype composé de quatre « demipaliers » d'hélice repliable d'avion, ce prototype sera suivi d'une série de 40 pièces dans un délai de trois semaines suivantes. Les données techniques sont définies par un modèle numérique et un document de conception spécifié de la pièce et les conditions de délai imposées sont indiquées sur l'offre du donneur d'ordre.

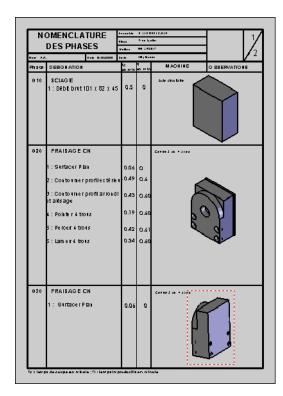


Contexte professionnel



L'entreprise sollicitée est spécialisée dans la fabrication mécanique de précision, le traitement thermique et le montage de sousensembles. Elle cherche à diversifier son activité qui est réalisée à concurrence de 70% pour une seule entreprise (Stäubli). calculer un délai de livraison l'entreprise établit ses taux de charge en ne prenant en compte que les temps de réglage et de production, le seuil de 70% permet de prendre en compte changements de poste, maintenance et autres aléas.

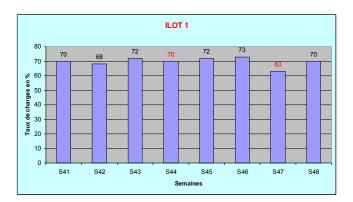
Activités du Technicien responsable d'atelier ou d'un secteur de production



 A partir de ces éléments le technicien pourra calculer un coût de production qui lui permettra de répondre à l'offre en proposant un devis au donneur d'ordre.

Pour répondre à cette offre le technicien responsable de l'îlot concerné analyse sa faisabilité technique et le respect du délai imposé:

- Il propose un processus de fabrication sous la forme d'une « nomenclature des phases ». Ce document indique le temps prévisionnel de réglage et de réalisation qui sera calculé selon des données entreprise ou avec l'aide de la FAO.
- Il réalise une fiche d'instructions indiquant les contraintes techniques complémentaires et éventuellement les spécificités de cette réalisation.
- Il définit un délai de production en établissant une planification prévisionnelle de la production à partir du taux de charge de l'unité considérée et en prenant en compte les contraintes d'immobilisation des équipements et les absences de personnel.



Phase	Ilot s	Machine	Taux horaire	Temps de préparation	Temps de cycle	Nbre pièce	Temp s	Coût par phase
Sciage		KASTO UBS	31	10	0.5	4	12	6.2
Centre d'usinage	5	HITACHI	40	150	4.43	4	167.7	111.8
Centre d'usinage	1	SOMAB 400	44	90	0.06	4	90.2	66.2
Centre d'usinage	5	HITACHI	40	120	1.12	4	124.5	83
Centre d'usinage	1	SOMAB 400	44	90	1.48	4	96	70.3
Microbillage		DECOM	35	10	0.8	4	13.2	10.5

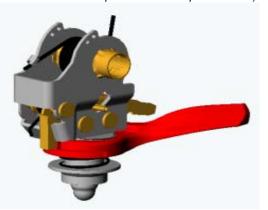
Exemple 2 : Système d'amarrage de sièges

Nota: pour une exploitation plus complète de ce support, se reporter au diaporama présentant cet exemple (voir CD Rom « Journées d'étude nationale des 27, 28 et 29 mars 2006 à Marseille relatives à la mise en place du BTS IPM » disponible dans chaque académie).

Sujet de l'étude

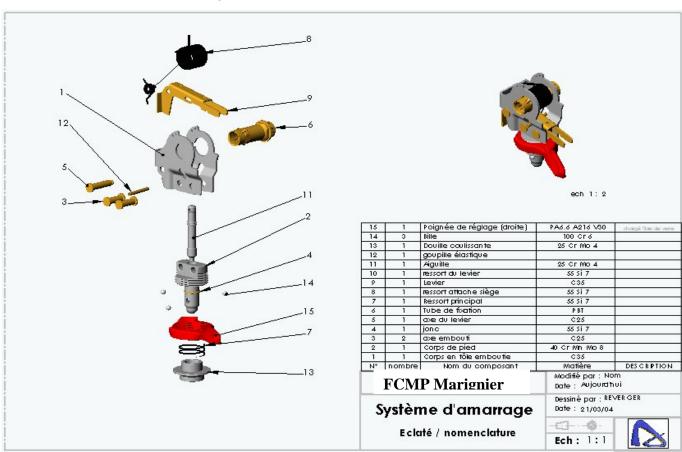
Il s'agit pour cette affaire d'un assemblage de 24 « systèmes d'amarrages » de sièges additionnels constituant une option peu répandue d'un véhicule.

Ces composants automobiles sont destinés au réseau après-vente afin de procéder au remplacement des éléments détériorés, cette demande répond à une obligation décennale du constructeur.



Contexte professionnel

L'entreprise FCMP est spécialisée dans le décolletage, la mécanique de précision et l'injection plastique. Elle dispose d'un stock de pièces non-assemblées pour cette commande et sollicite son service « montage-conditionnement » afin d'effectuer cet assemblage soit manuellement soit en réutilisant une partie des outillages existants pour la série.



• Activités du Technicien responsable d'atelier ou d'un secteur de production

Comme pour l'exemple précédent, le technicien chargé de l'affaire devra étudier la faisabilité technique et économique de cet assemblage en optant pour un montage totalement manuel ou une réinstallation de tout ou partie des outillages. Les documents techniques (gamme de montage, fiches d'instructions ...) pourront être établis à partir du dossier existant. Un calcul du délai et du coût de production permettra d'établir le devis demandé par le service commercial.

Fonction : Technicien responsable de la gestion et de l'organisation des moyens de production

Situation de travail	Localisation	Nature de l'activité
Proposition d'amélioration de la productivité et de la sécurité d'une unité de production.	Service qualité, service gestion des moyens et secteur de production mécanique.	 mise en œuvre et suivi de production, identification des causes de non qualité, exploitation de l'historique des aléas, rédaction de comptes rendus, proposition d'organisation et d'amélioration de l'unité de production d'un point de vue technico-économique dans le respect des règles liées à la santé, la sécurité, la protection de l'environnement, proposition d'organisation et d'amélioration de la gestion des moyens (productivité et disponibilité) et des stocks, description des activités conduites à un poste de travail et identification des compétences et des qualifications associées, transmission et échange, par écrit et oralement, en français et en anglais, des informations relatives à l'unité de production.

Exemple: production de distributeurs pneumatiques

Nota: pour une exploitation plus complète de ce support, se reporter au diaporama présentant cet exemple (voir CD Rom « Journées d'étude nationale des 27, 28 et 29 mars 2006 à Marseille relatives à la mise en place du BTS IPM » disponible dans chaque académie).

• Sujet d'étude

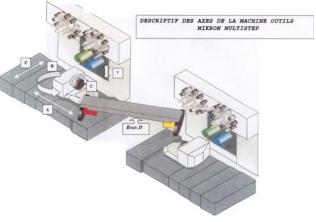
Étude d'un SMED pour effectuer un changement rapide de série et une formalisation de ce changement. Chaque agent de production chargé de cette tâche ayant sa propre méthode de travail, un temps de changement de série précis ne peut être donné. La planification de la production n'est pas optimisée.

• Contexte professionnel

Il s'agit d'améliorer la productivité d'un secteur d'usinage destiné à la fabrication de distributeurs pneumatiques. Le moyen de production choisi est une machine MIKRON MULTISTEP qui se compose de 3 modules, 2 modules d'usinage (Master et Slave) 5 axes, plus un module de chargement équipé d'un bras automatique. L'usinage complet de la pièce est réparti entre le Master et le Slave. Le porte-pièce est constitué par un mandrin de serrage EROWA qui passe d'un module à l'autre à l'aide du bras D.







Activités du Technicien responsable de la gestion et de l'organisation des moyens de production

L'amélioration de la productivité pour cette étude se traduit par la mise en place d'un SMED et la rédaction d'une check-list de réglage. L'analyse du SMED est réalisée en quatre phases :

Phase 0 - Identification

- dresser une liste complète des opérations nécessaires au passage d'une série à une autre.
- renseigner ce document à l'aide des opérateurs en indiquant le temps correspondant à la réalisation de chaque opération.

	PHASE N°: 0 <u>IDENTIFICATION</u>	
	OPERATIONS	INTERNE
N°	DESIGNATION	TEMPS mn
OP.1	Matière série B au pied machine	2
Op.2	Rechercher outillage série B avec FTU	10
Op.3	Préparer EROWAS (mors + graissage)	6
Op.4	Déplacement près de la machine	2
Op.5	Jauger les outils	10
Op.6	Monter les outils sur disques porte-outils	5
		Extrait du document

Phase 1 - Extraction

- analyser les différentes opérations afin de séparer celles qui se font machine arrêtée (Interne) et celles qui peuvent se réaliser machine en marche (Externe).

	PHASE N° : 1 <u>EXTRACTION</u>						
OPERATIONS		INT EXT		AMELIORATIONS			
	DESIGNATION	TEM	PS mn	AMELIORATIONS			
1	Matière série B au pied machine		2	Voir planning ou responsable			
2	Rechercher outillage série B avec FTU		10	Préparation avant arrêt de la machine			
3	Préparer EROWAS (mors + graissage)		6	Préparation avant arrêt de la machine			
4	Déplacement près de la machine		2	Préparation avant arrêt de la machine			
5	Jauger les outils		10	Préparation avant arrêt de la machine			
6	Monter les outils sur disques porte-outils		5	Préparation avant arrêt de la machine			
7	Enregistrer géométrie des outils		10	Faire enregistrer avant fin série A			
8	Mettre 3 modules en position d'origine	1					
				Extrait du document			

Phase 2 - Conversion

- transformer des opérations internes en opérations qui peuvent devenir externes, voire être supprimées grâce à des solutions techniques ou d'investissements.

- calculer le ratio entre le gain de temps et le coût de l'investissement.

	PHASE N° : 2 <u>CONVERSION</u>						
	OPERATIONS		INT EXT INT→EXT		AMELIODATIONS		
	DESIGNATION		TEMP	S mn	AMELIORATIONS		
29	Sélectionner nouvelles listes outils	2					
30	Effacer les programmes Nordman Master et Slave		3				
31	Essais programme Chargement + réglage	10					
32	Usinage pièce de réglage	10					
33	Réglage du module Master	15					
34	Réglage du module Slave	15					
35	Régler les seuils de vibrations pour les 2 modules d'usinage			4	Possibilité d'enregistrement des seuils		
36	Remplir feuille de relevé dimensionnel		30		Faire opération une fois machine en fonctionnement sur série B		
Extrait du document							

Phase 3 - Réduction

- trouver des solutions pour réduire les temps internes soit par une meilleure organisation du travail, soit par la réduction de certaines opérations.

	PHASE N°: 3 REDUCTION								
OPERATIONS		INT	EXT	INT→ EXT	Réduire	AMELIORATIONS			
	DESIGNATION	TEMPS mn			AWELIORATIONS				
22	Démonter les pinces du bras de robot série A		5						
23	Monter pinces du bras de robot série B	2			3				
24	Enlever EROWA module de chargement série A	2			2				
25	Installer EROWA module de chargement série B	2			1				
26	Décharger pièces série A		9			Décharger 2 premiers plateaux pendant série A			
27	Charger lopins série B		6			Charger les 2 premiers plateaux avec lopins B			
28	Sélectionner nouveaux programmes sur les 3 modules				3	Regroupement des programmes			
29	Sélectionner nouvelles listes outils sur Master et Slave				2	Regroupements des listes d'outils			
						Extrait du document			

Créer un check-list de montage qui sera utilisé par les opérateurs.

CHECK-LIST DE RÉGLAGE MIKRON							
	<u>POSTE</u> : Opérateur						
	Préparer document série B						
	Matière série B au pied machine						
je	Rechercher outillage série B avec FTU						
e E	Préparer EROWAS (mors + graissage)						
ext	Jauger les outils						
3	Monter les outils sur disques porte-outils						
<u>.</u>	Enregistrer géométrie des outils						
Opérations externes	Démonter les pinces du bras robot série A						
ğ	Décharger les pièces série A						
U	Charger lopins série B						
	FRD fin de série A et début de série B						
	Mettre les 3 modules en position d'origine						
	Sélectionner nouveaux programmes						
S	Sélectionner nouvelles listes d'outils						
L L	Effacer les programmes Nordman						
ţ	Ouvrir porte module MASTER						
_=.	Enlever EROWA série A MASTER						
Su C	Mettre en place EROWA série B MASTER						
Ħ	Enlever disques porte-outils série B MASTER						
Opérations internes	Positionner disques porte-outils série B MASTER						
Q	FERMER PORTE MODULE MASTER						
	Ouvrir porte module SLAVE						
	Enlever EROWA						
	Extrait du document						

1.5. Le métier du Technicien supérieur Industrialisation des produits mécaniques

Les activités du technicien supérieur en industrialisation s'exercent soit dans les grandes entreprises, sous l'autorité d'un responsable technique (responsable méthode ou de production) soit dans les PME-PMI en exigeant davantage d'autonomie. Dans tous les cas, il s'inscrit dans un cadre collaboratif d'ingénierie concourante, soit au sein de l'entreprise, soit avec des partenaires comme le donneur d'ordre ou les sous-traitants.

Les activités de préparation et de production sont dépendantes des évolutions et des exigences socio-économiques: évolution des marchés, de la concurrence, échanges internationaux, développement durable, réglementation et législations ...

Les mutations récentes et permanentes des outils informatiques de modélisation des produits et des procédés constituent un atout indispensable à la compétitivité des entreprises : outils de la qualité, modèles 3D, outils de calcul, de simulation de procédés, bases de données techniques, production et contrôle numérisés...

La diversité et l'évolution des matériaux comme celles des procédés d'élaboration des ensembles mécaniques conduisent le technicien de préparation et de production à une veille technologique permanente, à des contacts fréquents avec des spécialistes « métiers» et à l'analyse concurrentielle.

Intervenir dans une action de conception, de mise en oeuvre ou d'amélioration d'un processus industriel impose un travail collaboratif important qui nécessite de réelles aptitudes à la communication.

Les activités professionnelles caractéristiques sont relatives à :

- l'analyse et exploitation des données de conception et du CdC de production ;
- l'industrialisation (cas de la grande série) la préparation de la réalisation (cas de la petite série) ;
- la mise en œuvre et la stabilisation du processus ;
- la gestion, l'encadrement et la maintenance.

La qualification du technicien en industrialisation comprend de plus des aptitudes générales à caractère transversal, notamment l'aptitude au traitement de l'information et à la communication, ainsi que la capacité d'évoluer au sein d'une équipe.

Ces nouvelles aptitudes exigées aujourd'hui sont :

- la capacité de réactivité : mobiliser des connaissances pour réagir à des aléas ;
- la capacité d'adaptation à des situations nouvelles, l'autonomie dans l'action;
- la capacité d'étonnement, l'aptitude à conduire un raisonnement logique ;
- la maîtrise des techniques de communication et de la langue anglaise ;
- l'esprit d'initiative, la capacité à la prise de décisions et au travail en équipe ;
- la curiosité et le « bon sens » technique,
- l'imagination et la créativité,
- la rigueur.

En outre il peut être amené, après une expérience professionnelle parfois courte, à exercer dans un cadre limité des missions de conseil et de tutorat auprès de stagiaires.

1.6. du BTS Productique mécanique au BTS Industrialisation des produits mécaniques

1.6.1. La prise en compte des évolutions des modes de production

Compte tenu des évolutions signalées précédemment, et même si le BTS productique mécanique prenait en compte une grande partie des fonctions décrites ci-dessus, la décomposition effectuée dans l'actuel BTS ne s'inscrit plus aujourd'hui dans une approche globale du métier. Ainsi aux fonctions « Études », « Préparation de la production », « Qualité », « Gestion de production », « Réalisation », « Sécurité », « Encadrement » et « Maintenance » se sont substituées des fonctions plus globales, plus proches de la réalité industrielle du moment, prenant en compte les évolutions technologiques et les contraintes de productivité résultantes de l'évolution des marchés.

Par exemple, la qualité, la sécurité, voire l'encadrement, ne sont pas des fonctions particulières mais elles sont incluses dans toutes les composantes de la démarche de production, la maintenance est elle-même incluse dans la composante de production.

1.6.2. La mise en cohérence des compétences et des niveaux de formation par rapport aux niveaux d'emploi et de qualification

Dans le cadre de la préparation de la production, la conception des outillages et éventuellement leur réalisation, pour des outillages complexes, ne relève plus des compétences du BTS en industrialisation des produits mécaniques. Le principe d'outillage est défini en pré industrialisation et si l'élaboration du cahier des charges et la qualification de l'outillage relèvent du technicien supérieur en industrialisation, sa conception détaillée est effectuée par un spécialiste et la réalisation par un technicien de l'usinage ou de l'outillage « cf. Bacs professionnels Technicien d'usinage et Technicien outilleur ».

Si les compétences en gestion de production, doivent être minorées, par contre le traitement technico-économique direct et rapide d'une affaire avec un client potentiel devient indispensable pour les réalisations en petite quantité non renouvelable.

Cette rénovation permet donc d'effectuer une mise en cohérence des niveaux de formation et des compétences professionnelles associées aux niveaux de qualification et d'emploi.

1.6.3. Une simplification et une meilleure articulation des contenus du programme

Dans un souci de recentrage sur le cœur du métier, certains chapitres ont été rééquilibrés en ne gardant que les points clés de l'ancien programme, il s'agit notamment des savoirs associés à :

- l'étude des outillages (étude des porte pièces spécifiques et polyvalents) ;
- la gestion de production ;
- l'automatique et la maintenance ;
- la sécurité la prévention et l'environnement.

D'autre part, l'interdisciplinarité a fait l'objet d'une très forte préoccupation des rédacteurs. Elle a été valorisée dans la définition des modalités de certification et notamment entre les enseignements :

- de la construction et du comportement des mécanismes avec les enseignements d'industrialisation ;
- de la physique et ceux du comportement des mécanismes avec les enseignements d'industrialisation;
- du français et ceux de l'enseignement professionnel ;
- de la gestion et ceux liés à l'industrialisation ;
- de l'anglais et ceux liés à la communication technique.

1.6.4. La prise en compte de l'exploitation d'une langue étrangère, l'anglais

Le contexte de la production est aujourd'hui fortement diversifié dans le cadre de la mondialisation, de l'externalisation des marchés. Quelles que soient les entreprises et leur localisation sur le territoire national ou hors de nos frontières, les échanges techniques et commerciaux s'effectuent, avec nos partenaires étrangers, pratiquement tous en anglais. C'est à ce titre qu'il convient de prendre en compte, d'une façon plus forte, cette composante dans nos enseignements à travers la valorisation de cette langue.

1.6.5. La mise en cohérence de la certification des compétences avec les activités professionnelles

Pour faciliter la compréhension des formations, par les élèves et par leurs tuteurs mais aussi par leurs professeurs et formateurs, il y a lieu d'affirmer le lien entre les champs de compétences évaluées et les fonctions exercées plus tard dans l'entreprise. A ce titre, il convient de mettre en cohérence les unités de certification et les tâches associées aux situations (ou fonctions) professionnelles occupées

D'autre part, les modalités de certification des candidats aux BTS sont aujourd'hui diverses et la VAE représente une composante non négligeable pour laquelle il convient de rendre plus lisible les référentiels de certification.

2. LES ÉVOLUTIONS DU BTS IPM

2.1. Les particularités de la rénovation

La définition des activités et des unités de certification est en cohérence avec les analyses conduites et formalisées dans les chapitres précédents :

- Mise en relation de la filière de formation et de la filière professionnelle (Niveaux de qualification: BEP – Bac pro. – BTS et niveau d'emploi: Opérateur – Technicien – Technicien supérieur);
- Mise en cohérence des fonctions occupées et des unités de certification.

Les points forts pris en compte sont les suivants:

- La production en petite série non renouvelable: Les fonctions que peut occuper un technicien supérieur dans un type de production de petite série, étaient peu prises en compte dans le référentiel du BTS Productique mécanique. Cette donnée fait l'objet d'une unité de certification: « Traitement d'une affaire ».
- La valorisation des compétences liées à l'expertise « métier » dans la composante de préindustrialisation : Cette valorisation fait l'objet d'une unité de certification : « Etude de préindustrialisation ».
- L'évolution des compétences dans la composante « Conception des processus » : Cette composante est principalement orientée sur l'analyse et le choix de solutions techniques ou de choix de processus, sur des machines fréquemment multi axes, voire polymorphes, au détriment d'un travail de conception des outillages.
- Les démarches liées à la définition et à la mise en œuvre d'essais en vue de la qualification des moyens et des processus : Ces essais (essais pratiques, préséries, simulations numériques) permettent de mettre au point et de valider les solutions techniques relatives aux moyens, aux processus, en réponse au cahier des charges. Cela fait l'objet d'une unité « Présentation du projet de qualification de processus ».

- La maîtrise liée à la connaissance des procédés et à la mise en œuvre des moyens de production: Cela fait l'objet d'une unité de certification « Lancement de production ».
 La préparation à cette unité est d'autant plus justifiée que les formations au baccalauréat technologique ne prennent pas en compte la mise en œuvre de processus industriels.
- Les compétences en communication en français et en anglais: Elles sont prises en compte dans l'unité « Présentation du rapport de stage industriel », mais aussi dans le cadre de l'unité « Traitement d'une affaire » pour la partie communication et encadrement.

Les différentes compétences du référentiel de certification et les savoirs associés, sont particulièrement articulés sur de ces points forts.

2.2. La filière « Productique mécanique »

Afin de prendre en compte la cohérence des formations et l'adéquation entre filière professionnelle et filière de formation, il convient de souligner que la rénovation du BTS IPM, s'inscrit dans le cadre de la rénovation complète de la filière « Productique mécanique ». Cette rénovation s'appuie sur les évolutions économiques et techniques et sur l'évolution des emplois. A ce titre, il n'est pas inutile de rappeler les profils métiers correspondants aux différents niveaux de formation.

- Niveau « **Opérateur d'usinage** » (niveau V de formation) : BEP des Métiers de la Production Mécanique Informatisés.
- Niveau « **Technicien d'usinage** » (niveau IV de formation) : Baccalauréat professionnel « Technicien d'usinage ».
- Niveau « **Technicien supérieur en industrialisation** » (niveau III de formation) : BTS Industrialisation des produits mécaniques.

2.2.1. Rappel de la définition du métier du BEP MPMI

Le titulaire du BEP des **Métiers de la production mécanique informatisée** possède les compétences nécessaires pour la mise en œuvre des moyens d'usinage et d'assemblage constitutifs d'un plateau technique de production. Il réalise et assemble tout ou partie d'un mécanisme pluritechnique.

Les besoins qui résultent de l'évolution des équipements en machines-outils, de l'intégration des processus de production, des nouveaux modes d'organisation du travail et du décloisonnement des services, permettent de délimiter le champ d'intervention du titulaire du BEP des **Métiers de la production mécanique informatisée** aux quatre tâches suivantes :

- 1. Préparation du poste de travail à partir des moyens et des ressources techniques relatives à la réalisation et à l'assemblage d'éléments constitutifs de tout ou partie d'un mécanisme.
- 2. Réalisation des opérations d'usinage et d'autocontrôle pour la production de pièces mécaniques.
- 3. Réalisation des opérations élémentaires d'assemblage et de contrôle de tout ou partie d'un mécanisme.
- 4. Réalisation d'opérations de maintenance des moyens de production.

Sa culture technique doit lui permettre :

- d'appréhender le fonctionnement global d'un mécanisme ;
- de mettre en œuvre des procédés performants de fabrication et d'assemblage ;
- de prendre en compte les contraintes économiques associées aux exigences de qualité et de productivité.

Pour atteindre ces objectifs, il importe qu'il ait acquis les connaissances technologiques et les savoir-faire fondamentaux nécessaires à l'utilisation des équipements d'un plateau technique. Il doit aussi être capable de communiquer et de travailler en équipe.

2.2.2. Rappel de la définition du métier du baccalauréat professionnel « Technicien d'usinage »

Le titulaire du baccalauréat professionnel "Technicien d'usinage" est un technicien d'atelier qui maîtrise la mise en œuvre de tout ou partie de l'ensemble des moyens de production permettant d'obtenir des produits par enlèvement de matière. Il possède des connaissances en gestion de production référées à un contexte de productivité déterminé.

Il doit avoir le sens du dialogue et de la communication. Il doit être capable de s'intégrer dans une équipe et de situer son activité dans le cadre global de l'entreprise.

Le champ d'intervention du titulaire du baccalauréat professionnel "Technicien d'usinage" comporte les activités suivantes :

- analyse et exploitation de l'ensemble des données techniques de production et utilisation de la chaîne de données numériques (CAO, FAO, simulation numérique...);
- dans le cadre d'un processus qualifié et du relancement d'une production :
 - préparation décentralisée des outils et des outillages (outils et porte-outils, porte-pièces, systèmes de mesure et de contrôle),
 - réglage et mise en œuvre du système de production, exécution, vérification de l'action, conduite, suivi, traitement des dérives, des litiges et des aléas de l'ensemble du système de production;
- dans le cadre d'une production unitaire ou de petite série non renouvelable :
 - élaboration du processus opératoire pour une ou plusieurs phases spécifiées, à partir d'une définition numérique et à l'aide de logiciels de fabrication assistée par ordinateur : définition de la chronologie des opérations, choix des outils et des cycles,...
 - choix des matériels de mesure et de contrôle, réglages
 - mise en œuvre de la machine, des équipements et des moyens de contrôle des pièces, dans le respect de la qualité, des délais et des coûts ;
- maintenance de premier niveau de l'ensemble du système de production.

2.2.3. Rappel de la définition du métier du BTS IPM (extrait)

Le titulaire du brevet de technicien supérieur Industrialisation des produits mécaniques (IPM) est un spécialiste des procédés de production mécanique, notamment par usinage. Concepteur des processus qui y sont associés, il intervient tout au long de la chaîne d'obtention (définition – industrialisation – réalisation, assemblage et contrôle) des éléments mécaniques constituant les produits industriels, qu'il s'agisse de biens de consommation pour le grand public ou de biens d'équipement pour les entreprises.

♦ Place dans l'entreprise

Selon la taille de l'entreprise, le titulaire du brevet de technicien supérieur en Industrialisation des produits mécaniques exerce tout ou partie de ses activités dans les différents services d'industrialisation et de production.

Dans les grandes entreprises, il intervient sous l'autorité d'un responsable de service (méthode ou production), notamment dans le cadre de la définition des processus et de la mise en production d'un produit.

Au sein des PME-PMI, il peut être plus autonome et exercer des activités concernant à la fois la préparation, la réalisation et l'organisation. Ces activités peuvent l'amener à occuper les fonctions de responsable de zone de production.

Dans tous les cas, le métier s'inscrit soit au sein de l'entreprise, soit avec des partenaires tels que le donneur d'ordre ou les sous-traitants, et dans un cadre d'ingénierie collaborative avec :

- les concepteurs de produits dans la phase de préindustrialisation ;
- les spécialistes des procédés de première transformation (moulage, forgeage...), de traitements thermiques et de traitements de surfaces ;
- les constructeurs de machines et d'équipements de production (outils, outillages...);
- les techniciens de l'automatisation et de l'informatisation, de la logistique et de la gestion, de la maintenance.

♦ Types de production.

Le contexte professionnel du titulaire du brevet de technicien supérieur en Industrialisation des produits mécaniques dépend de l'importance des productions assurées par l'entreprise :

- dans le cadre des productions continues ou en séries RENOUVELABLE ;
- pour les fabrications en petites séries non renouvelables.

♦ Perspectives d'évolution

Au cours de son parcours professionnel, le titulaire du brevet de technicien supérieur "Industrialisation des produits mécaniques" pourra assurer des responsabilités de "chargé d'affaire produit" en industrialisation ou/et en production, occuper des postes de responsable d'ingénierie de production ou, encore, utiliser son expérience technique dans des fonctions tournées vers l'extérieur de l'entreprise (achats, ventes, commerce, assistance technique).

2.3. La répartition des apprentissages dans la filière

En fonction des analyses conduites précédemment et suite à la rénovation de l'ensemble des formations de la filière, la mise en cohérence des caractéristiques des formations aux différents niveaux de la filière peut se traduire par le tableau de synthèse ci-après :

	NI	N		
FONCTIONS LIEES A:	BEP MPMI	Bac Pro Technicien d'usinage	BTS IPM	
EXPLOITATION DE DONNÉES DE CONCEPTION ET DE FABRICATION	Analyse – Décodage et exploitation des documents de fabrication : dessins, gammes – contrats – structure des programmes	Participation à la validation du processus général de production.	Validation de choix de procédés. Définition de cahiers des charges de production	
PRÉPARATION DE LA FABRICATION	Identification, montage des outils et des porte pièces à partir des documents de fabrication	Définition d'opérations de réalisation	Conception du processus de fabrication Qualification du processus	
MISE EN PRODUCTION REALISATION - USINAGE	1- Réalisation d'opérations élémentaires (entités) au poste d'usinage 2- Conduite (en situation d'opérateur) du poste.	1- Préréglage, montage, réglage des outils et outillages nécessaires à la mise en production 2- Mise en œuvre du moyen de production à partir de l'ensemble des	et des équipements. Lancement de production. Traitement d'une affaire.	
ASSEMBLAGE	Organisation d'un poste d'assemblage, - Mise en œuvre de méthodes de montage	données techniques de production, contrats, programmes, fiches de contrôle, documents de suivi.	Animation, formation et information des opérateurs.	
CONTRÔLE – QUALITÉ	Contrôle au poste : auto contrôle. Utilisation des appareils de mesure directe et par comparaison	Mise en œuvre des moyens de mesure MMT Assurer la qualité de la fabrication. Assurer la sûreté et la disponibilité	Définition des procédures d'essais, de mesure, de contrôle. Mise en œuvre des outils nécessaires à la qualité.	
GESTION et ORGANISATION		Gestion de l'ordonnancement, suivi, ajustement. Gestion de l'approvisionnement	Optimisation de l'organisation du travail, des moyens utilisés. Planification et évaluation des résultats. Exploitation des tableaux de bord. Gestion des ressources humaines	
	Mise en œuvre de la machine, du poste et de son environnement proche de production	Mise en œuvre Conduite et gestion de l'ensemble du système de production	Industrialisation de la production de pièces mécaniques	
	COMPÉTENCES GLOBALES			

2.4. Les stratégies associées

De la même manière, il est possible d'identifier les principes directeurs relatifs aux stratégies de formation pour chacun des niveaux de formation :

Fonctions	Mettre en œuvre et conduire la machine et son environnement proche de production	Mettre en œuvre, conduire et gérer l'ensemble du système de production	Industrialiser la production de pièces mécaniques
	ВЕР	Bac Pro	BTS
EXPLOITATION DE DONNEES DE CONCEPTION ET DE			STRATÉGIE GLOBALE : Apprentissages liés à la
FABRICATION	STRATÉGIE GLOBALE :	STRATÉGIE GLOBALE :	pré-industrialisation et à l'industrialisation de produits
PREPARATION DE LA FABRICATION	Apprentissages basés sur une "logique d'activités". Réalisation de pièces : opérations élémentaires sur des pièces relatives à un mécanisme	Apprentissages basés sur la démarche productique et la mise en œuvre d'une production stabilisée : conduite du	(à partir d'exemples industriels) : - relations produit-procédé- processus ;
RÉALISATION USINAGE	(outillage, prototype) qui sera assemblé. ACTIVITÉ DE SYNTHÈSE en 2ème année Réalisation d'une ou plusieurs pièces d'un mécanisme à partir de documents de fabrication fournis, exploitation des documents, mise en œuvre des moyens, assemblage du produit, contrôle.	système de production, préréglage d'outils et d'outillages, réglages, mesures, ajustements (correcteurs)	- analyse et choix de solutions techniques de réalisation, d'outillages, d'essais;
ASSEMBLAGE		ACTIVITÉ DE SYNTHÈSE en 2ème année Réalisation d'une production de pièces et/ou d'un ensemble mécanique dans le cadre d'une démarche de projet : élaboration du	économiques, démarche qualité. ACTIVITÉ DE SYNTHÈSE en 2 ^{ème} année Dans le cadre du BTS :
CONTRÔLE QUALITÉ		processus d'usinage en autonomie ou en participation, réalisation et contrôle en autonomie, suivi de sa production et gestion éventuelle.	- avant-projet et projet d'industrialisation (conception de processus, qualification de processus); - réalisation et production
GESTION ET ORGANISATION			(lancement d'une production d'une affaire, amélioration technico-économique d'une unité de production).

3. LES ENSEIGNEMENTS GÉNÉRAUX - Recommandations

Ce chapitre traite des principales évolutions et du sens des enseignements proposés dans le nouveau référentiel.

Ce programme a été élaboré en concertation avec les Inspections générales de Lettres, Anglais, Mathématiques et Sciences Physiques.

Il vise un équilibre entre les bases que tout diplômé à bac +2, du domaine des Sciences et Techniques Industrielles, doit posséder et les concepts et outils que le technicien en Industrialisation des produits mécaniques doit maîtriser.

3.1. S1. Culture générale et expression

Une des évolutions concerne la mise à disposition, auprès du professeur de français en charge de la seconde année de formation, de 36 HSE qui lui permettront d'assurer un enseignement spécifiquement dédié à l'écriture et à la soutenance du rapport de stage industriel.

Le règlement d'examen stipulant que le rapport de stage doit être rendu à la fin du premier trimestre de la seconde année, cette phase de formation doit donc se dérouler durant le premier trimestre et peut prendre toute forme compatible avec le quota d'heures allouées.

Le principe retenu est celui de la prise en charge de petits groupes d'étudiants durant quelques heures sur un thème précis :

- pour le rapport : structure et plan, relecture du rapport, mise en forme ;
- pour la soutenance : structure de la présentation orale, structure et réalisation d'une présentation assistée par ordinateur, expression orale...

Dans cette phase de travail, le rôle du professeur de français concerne l'aspect communication du travail attendu. Le suivi du fond technique du rapport est assuré par les professeurs d'enseignement technologique et professionnel.

A titre d'exemple pour une division de 24 étudiants que le professeur de français décide de prendre par groupe de 6, cela représente un potentiel de 9 heures de préparation, qui peuvent être réparties en plusieurs séances (3 fois 3 heures par exemple).

Ces heures pourront être ajoutées à l'emploi du temps des étudiants selon des modalités négociées avec l'administration et le professeur ou, à défaut, être prélevées sur l'horaire de projet de seconde année. Dans ce cas, l'enseignement de projet est diminué de 9 heures pour chaque élève sur une année scolaire, ce qui est acceptable compte tenu des enjeux.

Si cette dernière solution est retenue, l'administration de l'établissement doit prévoir un emploi du temps adapté pour le professeur de français afin qu'il soit disponible durant la journée de projet des étudiants.

Il faut noter que les professeurs de français pourront avantageusement s'aider de la norme internationale ISO 5966 portant sur la documentation et la présentation des rapports scientifiques.

Si cette norme propose un cadre qui peut sembler rigide, elle présente l'avantage de fournir à des étudiants habitués aux contraintes normatives, une démarche qui peut être à la base d'une bonne structuration de leur rapport.

3.2. S2. Anglais

La pratique de l'anglais dans des situations professionnelles est une exigence de plus en plus affirmée en entreprise.

Comme cela est précisé dans les objectifs du programme, cet enseignement vise essentiellement à renforcer la capacité des étudiants à parler, lire et comprendre la langue anglaise dans une situation quotidienne et professionnelle.

Les Programmes Officiels du cycle terminal du lycée définissent les contenus linguistiques, les connaissances et les compétences qui doivent être renforcés et approfondis au cours des deux années de la Section de Technicien Supérieur. On soulignera l'importance de deux domaines particuliers :

- l'acquisition d'un corpus lexical spécifique à la spécialité professionnelle doit se fonder sur le renforcement des savoir-faire tels que l'inférence du sens des mots de leur contexte, l'analyse de la syntaxe et des catégories grammaticales, etc. L'utilisation du dictionnaire et la mémorisation de listes lexicales ne se substitueront pas à cet entraînement fondamental.
- la maîtrise de la prononciation doit être une priorité, aussi bien en matière de compréhension que d'expression. C'est parce qu'elle permet d'avoir accès au sens et de le transmettre qu'elle est importante et c'est dans ce sens qu'elle doit être enseignée. Les Programmes Officiels du lycée donnent des indications précises à ce sujet.

Il est demandé aux étudiants de STS d'acquérir les compétences nécessaires pour être capables de téléphoner en anglais, dans un contexte professionnel ; l'enjeu est d'autant plus important que ces compétences ne sont ni différentes, ni exclusives des compétences qui doivent être développées en amont dans l'apprentissage des langues vivantes.

Les professeurs trouveront dans le Cadre Européen de Référence le détail des tâches impliquant les compétences et connaissances en question. L'élève qui aura atteint le niveau B2 au baccalauréat sera capable de téléphoner en anglais, seules les connaissances lexicales spécifiques à la spécialité professionnelle devront être acquises. Si ce niveau n'est pas atteint à l'entrée en STS il sera indispensable de poursuivre l'apprentissage de la langue générale pour que l'étude du lexique spécialisé soit utile. L'opposition entre "langue générale" et "langue de spécialité" peut avoir des effets pervers car c'est bien la première qui sous-tend la seconde, pas l'inverse. L'apprentissage sera par contre plus efficace si les exercices eux-mêmes et leurs supports (écrits, iconographiques et audiovisuels) se distinguent des exercices et des supports académiques habituellement utilisés jusqu'en classe de terminale.

La "langue de spécialité" doit être comprise en termes de supports et d'exercices (tâches/activités) plutôt qu'en termes de contenus linquistiques à proprement parler.

Le "dialogue en langue anglaise" (épreuve E63 : *Présentation du rapport de stage industriel* - 10 minutes d'échanges en anglais) doit être envisagé dans la même logique : évaluer la capacité du candidat à communiquer. Il ne s'agit pas de concentrer l'évaluation de l'anglais sur la forme mais bien sur le contenu. Les erreurs de grammaire, de lexique et de prononciation qui ne feraient pas obstacle à la compréhension doivent être sinon totalement banalisées, tout au moins considérées comme secondaires par rapport à l'objectif fondamental de cette épreuve. Le Cadre Européen de Référence donnera les indicateurs nécessaires pour ce type d'évaluation.

3.3. S3. Mathématiques

L'enseignement des mathématiques dans les sections de techniciens supérieurs "Industrialisation des produits mécaniques" se réfère aux dispositions de l'arrêté du 8 juin 2001 fixant les objectifs, les contenus de l'enseignement et le référentiel des capacités du domaine des mathématiques pour les brevets de technicien supérieur.

Les dispositions de cet arrêté sont précisées pour le BTS "Industrialisation des produits mécaniques" de la façon suivante :

Axes directeurs

Objectifs spécifiques à la section

L'étude de phénomènes continus issus des sciences physiques et de la technologie est essentielle dans la formation des techniciens supérieurs en industrialisation des produits mécaniques. Ils sont décrits mathématiquement par des fonctions obtenues le plus souvent comme solutions d'équations différentielles.

Une vision géométrique des problèmes doit imprégner l'ensemble de l'enseignement car les méthodes de la géométrie jouent un rôle capital en analyse et dans leurs domaines d'intervention : apports du langage géométrique et des modes de représentation.

La connaissance de quelques méthodes statistiques, notamment pour contrôler la qualité d'une fabrication, est indispensable dans cette formation.

Organisation des contenus

C'est en fonction de ces objectifs que l'enseignement des mathématiques est conçu ; il peut s'organiser autour de *quatre pôles* :

- une étude des *fonctions usuelles* (exponentielles, puissances et logarithme) et la résolution d'*équations différentielles* dont on a voulu marquer l'importance, en relation avec les problèmes d'évolution :
- la résolution de *problèmes géométriques* rencontrés dans le domaine technologique, y compris en conception et fabrication assistées par ordinateur, permettant de développer la vision dans l'espace et la maîtrise des solides usuels ;
- une initiation au *calcul des probabilités*, suivie de notions de *statistique inférentielle* débouchant sur la construction des tests statistiques les plus simples utilisés en contrôle de qualité ;
- une valorisation des aspects numériques et graphiques pour l'ensemble du programme, une initiation à quelques méthodes élémentaires de l'analyse numérique et l'utilisation à cet effet des moyens informatiques appropriés: calculatrice programmable à écran graphique, ordinateur muni d'un tableur, de logiciels de calcul formel, de géométrie ou d'application (modélisation, simulation...).

Organisation des études

L'horaire est de 2 heures + 1 heure en première année et de 1 heure + 1 heure en seconde année.

3.4. S4. Sciences physiques appliquées

L'enseignement des sciences physiques appliquées est assuré par un professeur de sciences physiques et chimiques ou un professeur de physique appliquée. Cet enseignement de sciences appliquées doit permettre de fournir aux élèves une culture générale de base et un vocabulaire dans le domaine des systèmes d'entraînement (depuis le réseau d'alimentation jusqu'au moteur) utilisés dans le domaine du BTS IPM pour leur permettre de communiquer avec les spécialistes.

Cet enseignement est entièrement assuré en travaux pratiques, les différentes notions étant introduites grâce à l'expérimentation ou à l'utilisation d'outils de simulation.

3.4.1. Remarques

Le niveau taxonomique 3 correspond à une maîtrise de lois, de démarches permettant d'utiliser, de manipuler des règles, des principes en vue d'un résultat à atteindre. Il s'agit de maîtriser un « savoir faire ». Ceci peut se résumer par la formule : « l'élève sait faire ». Dans le cas du programme de sciences physiques appliquées, ce savoir faire correspond à un savoir faire expérimental. Tous les items du programme au niveau 3 correspondent donc à des activités expérimentales.

Les différentes parties du programme sont étroitement liées. Il ne faut donc pas en faire une lecture linéaire. Le programme indique les connaissances à maîtriser par les élèves à la fin de leur scolarité. Il relève de la responsabilité du professeur d'organiser sa progression à partir de thèmes ou

d'applications et non à partir de savoirs tout en s'assurant que toutes les connaissances de base, tous les savoirs et tous les savoir-faire attendus aient bien été tous enseignés.

L'utilisation de l'outil informatique sous ses différents aspects doit être aussi systématique que possible en travaux pratiques : tableurs pour les calculs et les modélisations, logiciels d'acquisition et de traitement des signaux, logiciels de simulation, ... Les tableurs grapheurs seront utilisés pour représenter de manière graphique des résultats et pour établir des modèles à partir de résultats expérimentaux. L'utilisation des logiciels de simulation doit permettre d'explorer des points difficiles à mettre en œuvre d'un point de vue expérimental ou de gagner du temps en évitant des tâches répétitives (étude de l'influence d'un paramètre). Elle ne doit en aucun cas se substituer à l'expérience. Ces logiciels permettent aussi d'éviter les calculs fastidieux et de donner la priorité à l'analyse des résultats sur la méthode de résolution.

Chaque séance de travaux pratiques correspond à une situation de mise en œuvre qui sera dans la mesure du possible associée à une application du domaine du BTS IPM. Elle sera conçue pour mobiliser les capacités d'action et de réflexion de l'élève et doit permettre de construire des savoirs nouveaux.

Il faut bien distinguer les travaux pratiques :

- de formation, qui répondent à la préoccupation précédente et ont pour objectif l'acquisition de compétences. Les objectifs (tant techniques que pédagogiques) doivent être fixés au début du travail, les ressources de connaissances ou les données techniques doivent être fournies. Dans tous les cas une synthèse, destinée à mettre en ordre les savoirs et savoir-faire nouveaux, doit conclure les séances de travaux pratiques. Enfin, il serait logique que ces travaux pratiques ne soient pas notés ou, au plus, qu'ils contribuent simplement à alimenter partiellement une note de comportement devant un problème ainsi que des méthodes de travail et de restitution des résultats et des enseignements tirés. Une activité de "travaux pratiques de formation" doit être adaptée à chacun en fonction de son parcours et des difficultés révélées aux séquences précédentes. Même si le thème général et le travail à effectuer restent les mêmes d'un groupe à l'autre, d'une semaine à l'autre, il faut laisser, dans le temps imparti, de la place à des activités de "remédiation". Bien évidemment, cette "remédiation" ne peut être construite qu'après identification des besoins et sur le thème prévu, c'est-à-dire d'une séquence à l'autre et en aucun cas une fois pour toutes et pour tous, indifféremment.
- d'évaluation, qui permettent aux élèves de se situer par rapport aux objectifs d'apprentissage qui leur ont été assignés et au professeur d'évaluer l'efficacité de son enseignement, comme le niveau de performance atteint par son auditoire.

3.4.2. Recommandations

• Chapitre S4.1. Analyse du comportement dynamique d'un système électromécanique

Il s'agit d'aborder les problèmes de dynamique des systèmes électromécaniques en se limitant aux constantes de temps. L'élève doit être en mesure de comparer les constantes de temps électriques et les constantes de temps mécaniques. Le lien avec les moments d'inertie sera établi.

S4.1	Analyse du comportement dynamique d'un o	votème électromécanique	Nive		aux	′
34.1	Analyse du comportement dynamique d'un s	ysteme electromecamque	1	Nive 2	3	4
	Comportement des systèmes : régime transitoire et permanent, constante de temps.	Connaître le vocabulaire.				
	 Mesurage de constantes de temps électrique et mécanique pour les applications suivantes : charge d'un condensateur sous tension constante, courant dans une bobine soumise à un créneau de tension, montée en vitesse d'une machine électrique. 	 Etre capable de déterminer de manière expérimentale la constante de temps. Etre capable de comparer les différentes constantes de temps, les temps caractéristiques (période,) des différents éléments d'une chaîne. 				

• Chapitre S4.2. Régimes sinusoïdaux.

Cette partie doit être abordée sous l'angle énergie et puissance. Les mesures de puissance seront effectuées de manière prioritaire sur des convertisseurs de puissance (par exemple élément de chauffage pour un circuit résistif, moteur asynchrone pour un circuit RL, ...). L'accent sera mis sur la notion de facteur de puissance comme élément de mesure du « rendement » de l'installation électrique. L'utilisation de la notation complexe est exclue.

64.0	Dámin ag aim ag aide ag			Nive	aux	
S4.2	Régimes sinusoïdaux		1	2	3	4
	 Étude expérimentale des dipôles élémentaires vus sous l'angle de la conversion de l'énergie électrique en énergie thermique, magnétique, électrostatique. Mesurages de valeurs efficaces, de déphasage, des puissances active, réactive, apparente. Détermination du facteur de puissance. 	 Etre capable de mesurer une tension, une intensité, une puissance. Etre capable de déterminer un facteur de puissance. Le facteur de puissance d'une installation est défini comme le rapport de la puissance active par la puissance apparente. 				
	 Systèmes triphasés équilibrés. Sécurité électrique : schémas de liaison à la terre et appareils de protection. 	 Connaître la structure d'un réseau triphasé: phases, neutres, tensions simple et composée, courants en ligne. Connaître l'expression des puissances actives et apparentes. On ne s'intéresse pas à la structure interne des récepteurs triphasés. Connaître la différence entre masse et terre. Savoir que, dans l'industrie, seule une personne habilitée peut intervenir sur une installation électrique. On se limitera aux systèmes triphasés équilibrés. On se limitera à la description des schémas TT, TN, IT, au rôle des protections. On n'abordera pas le dimensionnement de ces protections. 				

• Chapitre S4.3. Régimes périodiques.

Il s'agit, là aussi en s'appuyant sur des activités expérimentales, de d'aboutir à la maîtrise des différentes grandeurs (instantanée, moyenne, efficace) et des moyens de mesure associés. Le lien entre puissance active et composition harmonique des courants et des tensions sera mis en évidence. L'étude de l'influence de la composition harmonique sur le facteur de puissance permettra d'introduire l'intérêt du filtrage et du prélèvement sinusoïdal. L'étude du circuit RLC amènera l'occasion de faire un lien avec le comportement des systèmes mécaniques (vibrations, résonance mécanique). L'utilisation d'outils de simulation pourra enrichir l'étude expérimentale.

S4.3	Pásimos náriodiques		Niveaux			
54.5	Régimes périodiques			4		
	Description des signaux périodiques.	Connaître le vocabulaire décrivant les signaux périodiques (période, fréquence,).				
		Savoir qu'un signal périodique peut se décomposer en une somme d'une composante continue, de signaux sinusoïdaux de fréquence multiple du signal (fondamental, harmoniques). Ce savoir sera introduit en utilisant les outils de calcul ou de simulation.				
	Mesurages de valeurs efficace, moyenne, des puissances active, réactive,	Etre capable d'utiliser un multimètre RMS. Etre capable d'utiliser un				
	apparente.	dispositif de visualisation de signaux temporels (oscilloscope, systèmes				
	Détermination d'un facteur de forme, d'un taux d'ondulation. Analyse spectrale expérimentale, influence des harmoniques sur le facteur de puissance.	d'acquisition,).				
	Comportement fréquentiel d'un circuit RLC série, résonance.					

• Chapitre S4.4. Structure des systèmes asservis.

Il s'agira de mettre en oeuvre des montages illustrant des asservissements de vitesse, de position et d'observer la réponse d'un système asservi à une commande en forme d'échelon. Cette partie sera traitée en coordination avec l'enseignement de Sciences Industrielles.

Les différents types de capteurs présents dans les machines à commande numérique seront étudiés (capteurs numériques et analogiques absolus avec contact, capteurs numériques absolus sans contact (optique ou inductif) rotatifs (resolver) ou linéaires (inductosyn), capteurs relatifs. Les CNA et CAN seront étudiés d'un point de vue fonctionnel sans entrer dans les aspects technologiques. On s'intéressera à la fonction réalisée et aux conséquences quant à la dégradation de l'information. Ces composants permettent d'illustrer les notions de quantification et d'échantillonnage. Les différentes technologies ne seront pas étudiées.

S4.4	Structure des systèmes asservis		Niveaux		(
34.4	Structure des systèmes asservis		1	2	3	4
S4.4.1	La chaîne de commande					
	Chaîne directe, chaîne de retour, représentation par schéma bloc : intérêt des systèmes bouclés, compromis précision – rapidité - stabilité.	Connaître la définition des différents termes.				
S4.4.2	Les capteurs Pour les capteurs suivants : - capteur de position, - capteur thermique: thermistance, - capteur de vitesse, - capteur de couple, - capteur d'accélération (de vibration), - capteur de tension - capteur de courant: pince	Il ne s'agit pas de faire un catalogue exhaustif de chaque type de capteur. Ils seront introduits au fur et à mesure des applications utilisées dans les TP.				

	Passage de l'analogique au numérique, quantification, échantillonnage.		
\$4.4.3	Les conversions analogique numérique et numérique analogique.		
	 Modes de transmission de l'information : le signal électrique, optique (infrarouge). Mise en œuvre. 		
	Caractéristiques : étendue de mesure, sensibilité, rapidité, précision.		
	ampéremétrique. Phénomènes physiques : capteurs actifs, passifs.		

• Chapitre S4.5. Machines électriques : principe et pilotage.

La machine à courant continu ne doit pas fait l'objet d'une étude exhaustive. Elle permet simplement de mettre en évidence la possibilité de piloter le couple et la vitesse de manière séparée, chose qu'on cherchera aussi à faire avec une machine alternative associée à un convertisseur.

L'utilisation d'outils de simulation permettra de compléter l'étude expérimentale des modules d'électronique de puissance et du comportement dynamique des ensembles convertisseur-moteur-charge.

L'étude des associations convertisseurs machines sera abordée à partir des applications, de leurs critères de performance attendue (couple, vitesse, cycle, ...) et des considérations technico-économiques. Cette partie sera traitée en coordination avec l'enseignement de Sciences Industrielles.

S4.5	Machines électriques : principes et pileters		Niveaux				
54.5	Machines électriques : principes et pilotage	1	2	Niveaux 2 3 4	4		
	machines à courant continu, asynchrones, synchrones (à bobinage, à aimant permanent (brushless), moteur couple, moteur linéaire): comparaison des performances. • Caractéristiques couple-vitesse de diverses charges mécaniques: charges à	rnir une culture générale sur moteurs utilisés dans les acontrés dans le BTS IPM. ble de relever la tique couple-vitesse d'une ble de déterminer le point de ement d'un ensemble moteur-					
	Point de fonctionnement, critères de stabilité.						
	Principe de pilotage des différents types de machines : commande en couple, commande en vitesse.						
	commandes de puissance hacheurs, l'objet d'une ét	seurs ne doivent pas faire tude détaillée. Ils ne sont vus t de vue fonctionnel.					

4. LES ENSEIGNEMENTS TECHNOLOGIQUES ET PROFESSIONNELS – Recommandations et stratégies

4.1. La chaîne numérique dans les activités professionnelles

Les informations exploitées et émises au cours des phases de conception, d'industrialisation et de réalisation qui conduisent de l'expression d'un besoin au produit industriel manufacturé répondant à ce besoin sont majoritairement numériques. Ces informations sont générées, enrichies et transformées au fur et à mesure des activités d'études de conception et d'industrialisation pour devenir en fin de parcours des informations de commande (commande numérique) des moyens de réalisation (MOCN, MMT, robots, ...). Le « fil » collecteur et conducteur de ces informations constitue un véritable chaînage de données informatiques, il est donc dénommé « chaîne numérique ».

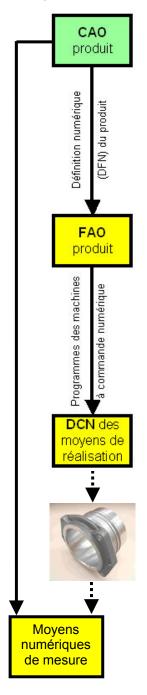
4.1.1. La forme minimale de la chaîne numérique (voir schéma ci-contre)

La Définition Numérique DFN, encore appelée maquette numérique, du produit issue du logiciel de Conception Assistée par Ordinateur CAO en fin de phase de conception est transmise au logiciel de Fabrication Assistée par Ordinateur FAO. Cette définition numérique correspond à la géométrie nominale du produit. Après analyse et découpage de cette géométrie, des propositions de façonnage issues d'une banque d'entités de fabrication (désignées par certains logiciels par « Features ») peuvent être fournies automatiquement par le logiciel de FAO. La définition du processus (choix des moyens mobilisables capables, élaboration de l'ordonnancement des phases et des opérations, définition des conditions de travail, ...), est faite par le technicien à partir de l'analyse des spécifications du produit. Ces informations sont des données technologiques d'entrée introduites manuellement par le technicien au cours du traitement de FAO. Le développement des produits logiciels conduit désormais au traitement informatique de DFN spécifiées. Le traitement informatique par logiciel de FAO de la relation DFN spécifiée - entités de fabrication - moyens mobilisables capables sera bientôt possible.

Les informations issues du traitement de FAO sont destinées à être des consignes de commande des actionneurs asservis en position et/ou en vitesse (axes table machine-outil, axes tourelle porte-outil, axes robot de chargement, axes palettiseur, moteur broche, actionneur magasin outil, ...) des moyens de réalisation du produit. La traduction de ces informations dans un langage spécifique au Directeur de Commande Numérique DCN de chacun des moyens est confiée à une interface informatique de sortie du logiciel de FAO, le post-processeur. Le résultat de cette traduction constitue un programme en langage codé couramment appelé programme-pièce ou programme-machine.

Lors de la phase de métrologie du produit, la définition numérique issue du logiciel de CAO est transmise à l'application logicielle associée au moyen de mesure. Après analyse du modèle spécifié et définition du mode opératoire de mesure, les informations sont transmises à la machine à mesurer qui va extraire, par prélèvement et traitement du nuage de points, un modèle géométrique image de la pièce réelle. Ces deux derniers modèles sont alors superposés pour déterminer les écarts en vue de qualifier, ou non, le produit.

Cette forme minimale de la chaîne numérique suffit dans la majorité des cas traités relevant des fabrications en petite série non renouvelable.



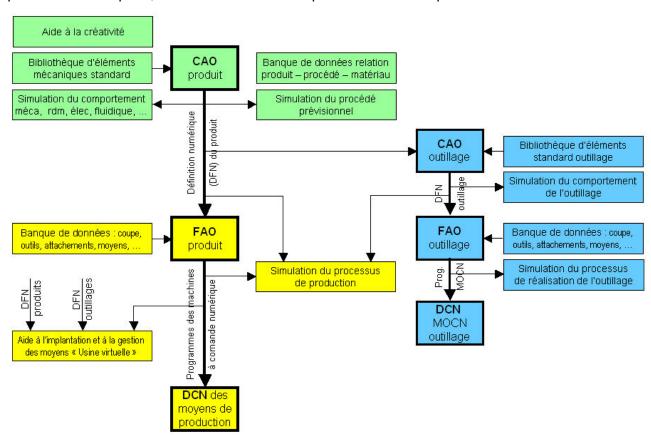
4.1.2. La forme complétée de la chaîne numérique

Aujourd'hui, l'offre en matière d'outils numériques est riche et accessible techniquement et financièrement :

- modeleurs volumiques;
- calculs numériques ;
- simulation numérique de comportement (mécanique, fluidique, rhéologique, ...);
- bases de données (relation produit-matériau-procédé; bibliothèques d'éléments standard; bases de matériaux, de procédés, de conditions de travail, de couple outil-matière, de comportement physico-chimiques; ...);
- fabrication assistée par ordinateur ;
- logiciels métiers spécifiques ;
- commande numérique des moyens de production, de mesure et/ou de contrôle ;
- implantation et gestion des moyens (l'usine numérique) :

- ...

Pour raccourcir les boucles de conception-validation, il faut éviter les essais physiques longs et coûteux sur prototypes ou à partir de préséries. Le développement des outils de simulation numérique permet de remplacer totalement certains essais dans une multitude de métiers. Le schéma ci-dessous correspond à une forme complétée de la chaîne numérique intégrant ces outils et montrant l'évolution des données numériques au fur et à mesure des activités conduites dans les phases de conception, d'industrialisation et de production mécanique.



En fonction de la présence de liaisons entrantes et/ou sortantes, chaque rectangle de ce schéma correspond à une application logicielle chargée :

- d'une simple exploitation de données numériques (Ex : DCN, Simulation,...);
- d'une simple fourniture de données numériques (Ex : Bibliothèque d'éléments,...) ;
- d'une transformation de données numériques (Ex : CAO, FAO).

Les rectangles sans liaison entrante et/ou sortante correspondent à des aides informatiques qui ne sont pas directement connectées au « fil » conducteur et collecteur des informations numériques.

Cette forme complétée de la chaîne numérique est particulièrement adaptée à la production de masse (Ex : automobile) ou à la réalisation en petite série non renouvelable à forte valeur ajoutée.

4.1.3. L'exploitation de la chaîne numérique

Pour une pièce donnée, il convient de distinguer la partie de la chaîne numérique qui conduit à la conception détaillée du produit de celle qui conduit à la réalisation et au contrôle de celui-ci. L'une concerne le concepteur, l'autre le fabricant.

La conception et la préindustrialisation du produit sont réalisées par étapes à l'aide des modeleurs volumiques paramétrés variationnels :

- squelette pour l'architecture générale et l'encombrement,
- squelette détaillé pour les fonctionnalités cinématiques, pour quelques études de pré dimensionnement et pour la partition éventuelle des études,
- volume approché intégrant les fonctionnalités des liaisons pour les études de dimensionnement statique, dynamique, résistance, déformations élastiques, thermiques, etc...
- volume détaillé intégrant les fonctionnalités des liaisons pour les simulations des procédés (première transformation et usinage si nécessaire) et, éventuellement, pour le prototypage,
- volume détaillé avec mise en plan incluant les spécifications dimensionnelles, géométriques, d'état des surfaces, de dureté, etc...

Pour une pièce donnée, le résultat final de cette conception par étapes est la <u>maquette</u> <u>numérique spécifiée</u>. Elle constitue un contrat pour le fabricant.

La phase d'industrialisation du produit exploite cette maquette et concerne :

- la conception des outillages, réalisée également à l'aide d'un modeleur volumique,
- la conception des processus et le choix détaillé des moyens de production,
- la validation des choix par simulation du moyen de production,
- la configuration et la mise en œuvre des moyens de production,
- le contrôle sur MMT ou autre moyen adapté aux spécifications attendues.

Il est important de se préoccuper de la portabilité du modèle numérique initial et des pertes éventuelles qu'il peut subir lors des changements de format (transfert, exploitation, équipements). C'est la clé de la continuité de la chaîne numérique et donc de sa validité.

Pour le technicien, les écarts géométriques entre la pièce obtenue et le modèle numérique initial qui découlent de ces pertes sont à prendre en compte comme une source de dispersion dans le processus de réalisation. Il apparaît indispensable de pouvoir les apprécier.

Concernant l'usinage, l'évolution technologique des directeurs de commande numérique conduit les constructeurs à développer de nouvelles structures logicielles utilisant des formats d'échange de plus en plus performants. Ils tendent à minimiser, voire supprimer, ces écarts.

La complexité de l'estimation de ces écarts est fonction du type de surface générée. Pour des surfaces réglées, le modèle géométrique d'étude est simple (par exemple : connaissance de la génératrice d'un cylindre dans le cas du tournage). Pour des surfaces dites complexes ou gauches un modèle plus complexe de la définition de la surface est nécessaire.

Aujourd'hui, les logiciels qui composent la chaîne numérique disposent d'outils permettant de choisir les tolérances de « re-calcul » (redéfinition de la maquette) lors des changements de format. La valeur des tolérances influe directement sur la taille du fichier ainsi « re-généré ». Il apparaît donc indispensable de maîtriser cette relation [écarts géométriques – tolérances de « re-calcul » – poids des fichiers] lors des changements de format.

Ces concepts seront d'autant mieux compris que l'on se réfèrera aux différentes géométries présentes :

- la géométrie absolue issue de la maquette numérique de conception ;
- sa représentation absolue intégrant les tolérances dimensionnelles et géométriques (maquette spécifiée) aujourd'hui, certaines applications logicielles de CAO permettent de créer une géométrie spécifiée dans la maquette numérique de conception ;
- la géométrie réelle de la pièce usinée ;
- la géométrie mesurée qui est l'image de la géométrie réelle par l'appareil de mesure et éventuellement son calculateur.

Sachant que c'est cette dernière géométrie qui doit être comparée à la maquette spécifiée pour qualifier le processus ou/et la pièce après interprétation.

Rappel concernant les éléments géométriques d'une pièce, ou les différentes géométries associées à une pièce :

La norme ISO 14660 définit les éléments géométriques d'une pièce en fonction des trois domaines suivants :

- Dans le domaine de la spécification, les éléments géométriques correspondent à la(aux) représentation(s) donnée(s) de la « future » pièce imaginée par le concepteur (maquette nominale qui modélise la pièce par des éléments géométriques théoriquement exacts il s'agit d'un ensemble d'entités géométriquement parfaites.
- Dans le domaine de la pièce, les éléments géométriques correspondent à la géométrie réelle de la pièce.
- Dans le domaine de la vérification, les éléments géométriques appartiennent à la représentation d'une pièce construite à partir d'un échantillonnage de points relevés (avec une incertitude estimée) par des instruments de mesure – chaque élément géométrique obtenu est une approche de l'élément réel, obtenue par extraction d'un nombre fini de points de cet élément réel.

Dans la formation du TS IPM, ces concepts sont à aborder en S5.31. Représentation d'un ensemble mécanique et chaîne numérique (voir 4.2. S5. Étude des produits et des outillages).

4.2. S5. Étude des produits et des outillages

Les enseignements de l'étude des produits et des outillages sont fortement liés aux enseignements relatifs à l'industrialisation, même s'ils s'appuient sur des concepts de construction mécanique classiques.

L'analyse de solutions constructives existantes et la réalisation de nouveaux projets d'outillages serviront de support à cet enseignement dans lequel les travaux pratiques prendront une place prépondérante.

♦ Chapitre S5.1. Fonctionnalité des produits

S 5.1.1. Analyse fonctionnelle

Il s'agit à la fois d'un rappel des notions de 1ére et de terminale, mais surtout d'un approfondissement des outils et méthodes pour les utiliser dans deux situations professionnelles :

 le dialogue avec le concepteur durant lequel l'analyse du produit à réaliser doit être intégrée et comprise par le TS IPM; les relations avec les concepteurs d'outillage ainsi que la qualification des outillages pour lesquelles il faudra rédiger avec précision un cahier des charges d'outillage et maîtriser les caractéristiques et spécifications attendues de celui-ci.

Une ou deux études de cas sous forme d'analyse de produits existants suffira à rappeler les concepts. L'essentiel de la formation se fera par la rédaction de cahiers des charges d'outillage.

S 5.1.2. Fonctionnalités des liaisons

Il s'agit aussi pour le TS IPM d'être, d'une part, un interlocuteur avisé avec le concepteur et, d'autre part, de maîtriser les fonctionnalités des solutions constructives des outillages de fabrication et/ou de contrôle.

Il n'est pas question de faire des leçons catalogue des solutions existantes. Il s'agit de choisir des études de cas couvrant la typologie des solutions constructives citées pour donner une méthode transférable d'analyse et faire émerger les caractéristiques des liaisons qui vont avoir une incidence forte sur la fabrication.

S 5.1.3. Caractérisation des pièces d'un point de vue matériau/procédé

Ce paragraphe est fortement complémentaire au 5.1.2.. Les mêmes études de cas conduiront à la formalisation des caractéristiques attendues et à la hiérarchisation de celles-ci selon des critères donnés.

Cet enseignement pourra s'appuyer sur les acquis de pré bac et ne pourra pas être déconnecté des enseignements S7. Procédés.

Les études de cas abordées s'attacheront à prendre en compte le dialogue avec les spécialistes de première transformation (forge, fonderie, emboutissage, extrusion, etc....) et le dialogue avec le concepteur. Dans tous les cas, le TS IPM doit identifier et argumenter les caractéristiques ayant des incidences sur les procédés et éventuellement les processus d'usinage, d'assemblage, de contrôle.

S 5.1.3. Spécifications dimensionnelles et géométriques des pièces

La conception détaillée du produit conduit, pour chaque pièce, à un codage des spécifications dans un langage normatif et univoque (le langage ISO est à ce jour la seule proposition existante). Si les spécifications, définies par le concepteur, visent avant tout le respect des fonctionnalités du produit, elles peuvent être discutées avec le spécialiste d'industrialisation qui connaît les moyens et les coûts de production. Il est, en outre, le spécialiste du contrôle et doit valider la capacité à contrôler la spécification attendue.

Cet enseignement gagnera à être développé conjointement par l'enseignant de construction et par l'enseignant chargé de la partie métrologie en appui sur des études de cas balayant les spécifications classiques: dimensions tolérancées, coaxialités, localisations, perpendicularité, parallélisme.

Chapitre S5.2. Conception des outillages

Ce chapitre ne peut être déconnecté du S 7.6.3. relatif aux diverses typologies d'outillages et à leurs systèmes d'attachements.

Cet enseignement vise essentiellement la construction de savoir-faire méthodologiques qui conduisent, à partir de l'analyse de la pièce, à :

- concevoir un outillage simple,
- rédiger un cahier des charges d'outillage,
- valider l'aptitude à l'emploi d'un outillage donné.

La construction de ces savoir-faire s'appuie sur un inventaire structuré des contraintes à satisfaire et sur la connaissance des principes d'outillages existants.

Dans ce cadre, l'utilisation des bases de données techniques et économiques est un passage obligé.

♦ Chapitre \$5.31. Représentation d'un ensemble mécanique et chaîne numérique

Le sous chapitre S 5.3.1. est relatif à la schématisation, sous diverses formes, en tant que support de la communication technique et de dialogue avec les concepteurs ou les autres acteurs du développement et de la production. Il est nécessaire de rappeler quelques normes, mais il s'agira avant tout de privilégier la pertinence du choix du type de schéma et sa clarté au regard de l'objectif visé.

Pour les savoirs S 5.3.2. et S 5.3.3., il faut replacer les activités du TS IPM dans le contexte de la chaîne numérique évoquée par ailleurs :

- sur l'utilisation des modeleurs 3D, pour la conception d'outillages simples combinés avec des éléments et attachements standard. Le technicien doit maîtriser la conception par assemblage utilisant les bibliothèques appropriées et la conception dans l'assemblage pour intégrer les fonctionnalités des liaisons avec les pièces d'outillage à réaliser et pouvoir simuler. L'apprentissage du choix des paramètres et des conditions géométriques, pour la construction d'une maquette fonctionnelle et « robuste », doit être renforcé même si le concept a déjà été abordé en pré bac. Ce savoir est indispensable pour l'exploitation de la maquette dans le cadre du dialogue avec le concepteur qui travaille avec cette même approche lors des modifications du produit et/ou de son évolution vers une famille de produits.
- A propos de l'exploitation de la maquette numérique de conception détaillée pour la FAO et la fabrication, sans être un spécialiste en informatique et en calcul numérique, le TS IPM doit connaître la nature de la transformation géométrique : « polygonage », courbe approchée, etc.... Il doit, en effet, juger de la compatibilité de cette transformation avec les capacités des machines et avec les spécifications attendues.
- Il en est de même, lors de la phase contrôle, pour le choix des moyens et pour l'interprétation des résultats.

Cela impose un travail très complémentaire avec le professeur de mathématiques, et une coordination forte entre les enseignants de Sciences et Technologie Industrielle. C'est aussi la condition pour que le TS IPM n'effectue pas de contresens dans l'utilisation des moyens numérisés : maquettes issues de modeleur 3D, logiciels de FAO, post processeurs de transfert, machines et directeurs de commande, machines à mesurer et logiciels associés.

4.3. S6. Mécanique industrielle

Au-delà de la nécessaire culture théorique qu'un TS IPM doit posséder, son activité le conduit à se préoccuper, de stabilité et de déformation des pièces et des outillages lors des phases de fabrication, de trajectoire outil et de cinématique des machines, de puissance de coupe, etc...

L'enseignement de mécanique industrielle proposé s'appuie sur la démarche technicienne d'étude du comportement des systèmes mécaniques : modélisation du réel, application des lois de la mécanique (cinématique, statique, résistance et élasticité des matériaux, dynamique et énergétique), interprétation des résultats pour agir sur :

- le choix dans une solution d'outillage,
- la rédaction d'un cahier des charges d'outillage,
- un choix de caractéristiques et de performance d'une machine,
- un choix de paramètres de coupe,
- un choix d'outil,
- ...

Les études de cas, **sous forme de travaux pratiques**, issues de ces problèmes techniques sont largement recommandées pour donner du sens à cet enseignement.

♦ Chapitre S6.1. Etude cinématique des mécanismes

Le programme vise à fournir aux étudiants les savoirs de base en cinématique pour maîtriser, de manière analytique et/ou graphique : les trajectoires, les paramètres de coupe, les temps d'usinage, la génération des surfaces par composition des mouvements,...

En conséquence, les applications privilégieront ce type de problème technique.

♦ Chapitre S6.2. Etude statique des pièces et des composants

Le choix d'un modèle d'étude est déterminant pour le traitement d'une étude de statique, d'où l'attention particulière à apporter à cet enseignement.

Le principe fondamental de la statique doit être abordé de manière spatiale. Par ailleurs, la résolution « manuelle » de problèmes de statique ne concerne que des problèmes simples excluant toute résolution dans l'espace, celle-ci étant réservée à l'utilisation de logiciels spécifiques. Pour les résolutions graphiques planes seules les problèmes limités à 3 actions mécaniques seront abordés.

Les études de cas relatives à la stabilité des pièces face aux efforts de coupe, aux efforts de serrage sur les porte-pièce sont à privilégier pour donner du sens à cette partie du programme.

♦ Chapitre S6.3. Résistance et déformation des pièces et des composants

Cet enseignement est proposé au niveau 2 taxonomique car il ne s'agit pas de former des spécialistes en calcul de structures mais des techniciens qui sachent identifier une sollicitation et lire des résultats relatifs à une étude de résistance ou de déformation. Les études de cas supports de la formation seront majoritairement issues des problèmes de déformation de pièces usinées, d'outils et des comportements des porte- pièce lors du serrage des pièces ou lors de l'usinage.

Chapitre S6.4. Comportement dynamique et énergétique des équipements

L'approche de la dynamique du solide en mouvement de rotation autour d'un axe fixe est nécessaire pour aborder l'usinage lorsque les vitesses de rotation deviennent importantes : inertie des mors, équilibrage des outils tournants, etc....

Les concepts de puissance et énergie mécanique visent davantage la compréhension des caractéristiques des machines et des motorisations associées. C'est ce qui justifie la recommandation d'une étroite collaboration entre l'enseignant de construction et l'enseignant de Sciences physiques appliquées.

4.4. S7. Procédés

L'étude des différents procédés d'obtention de pièces mécaniques ne se veut pas exhaustive. Il ne s'agit en aucun cas d'amener le technicien supérieur IPM à un niveau d'expertise des différents procédés. L'activité professionnelle identifiée pour celui-ci est la fabrication de pièces mécaniques par usinage.

Néanmoins, il ne peut ignorer les procédés de première transformation dont sont issus les pièces brutes qu'il aura à usiner, ni les procédés d'assemblage et de traitement qui seront consécutifs aux usinages réalisés (éventuellement imbriqués dans la gamme de transformation du produit).

Les savoirs S7 sont étroitement liés aux savoirs S5.1.3. relatifs à l'analyse des relations existant entre le produit, les procédés mis en œuvre et les matériaux qui le constituent.

♦ Chapitre S7.1. : Élaboration des pièces métalliques semi-ouvrées

Il s'agit de mettre en évidence au travers d'exemples industriels les incidences que vont avoir les procédés de première transformation sur l'usinage, le traitement et l'assemblage des pièces métalliques. Le TS IPM doit être à même de discuter avec le concepteur et les spécialistes de l'obtention des pièces de façon à remettre en cause des choix qui induisent des difficultés supplémentaires à l'usinage, ou au contraire, de proposer l'obtention de certaines formes par usinage en remplacement de procédés de première transformation complexes. L'optimisation du coût global de fabrication d'un produit doit être la préoccupation première du technicien supérieur.

Les connaissances des limites et des performances des différents procédés de transformation pourront être acquises efficacement au travers de visites d'entreprises et d'interventions de professionnels spécialistes des différents procédés.

On se limitera aux procédés cités dans le chapitre S7.1.

♦ Chapitre \$7.2. : Élaboration des pièces en matières synthétiques

Les pièces en matières synthétiques ne sont que très rarement usinées après mise en œuvre de procédés spécifiques. Par conséquent, l'étude de l'incidence du procédé de transformation de ces matières sur l'usinage présente peu d'intérêt. Par contre, l'étude de l'incidence du procédé de transformation sur les procédés d'assemblage et de traitement est à aborder.

La pièce en matériau de synthèse représente une alternative à la pièce métallique usinée. Le TS IPM ne peut en ignorer les principaux procédés d'élaboration de ce type de pièces.

♦ Chapitre S7.3. : Procédés d'assemblage

Les procédés d'assemblage sont fréquemment complémentaires de l'usinage de pièces mécaniques. Les opérations d'assemblage peuvent précéder ou suivre des opérations d'usinage. Le TS IPM doit avoir une connaissance suffisante des différents procédés d'assemblage cités dans le chapitre S7.3. pour en connaître les incidences sur de telles opérations d'usinage.

Un enseignement reposant sur des travaux pratiques est à privilégier de façon à éviter une énumération longue, fastidieuse et peu intéressante pour l'étudiant. Des produits industriels supports de manipulation, où des opérations d'assemblage précèdent ou suivent des opérations d'usinage, doivent être étudiés durant la formation.

♦ Chapitre 7.4. : Matériaux rencontrés en production mécanique

La connaissance des matériaux est indissociable de la connaissance des procédés de transformation, quels qu'ils soient. Par conséquent, le chapitre S7.4. est fortement lié à tous les autres chapitres du savoir S7. mais aussi au chapitre S5.1.3..

Le niveau de maîtrise méthodologique est à atteindre pour les matériaux de coupe. En effet, le TS IPM doit être en mesure de choisir un matériau de coupe en fonction des sollicitations mécaniques, thermiques et chimiques que celui-ci va subir lors d'une opération d'usinage. La relation procédé - matériau devient ici ternaire : procédé - matériau usiné - matériau de coupe. Ce niveau ne peut-être atteint qu'au travers de travaux pratiques d'usinage ou de projets mettant en œuvre différents matériaux de coupe et différentes matières d'œuvre usuelles de l'industrie mécanique (acier de construction, aciers à outil, aciers inoxydables, alliages d'aluminium, alliages de cuivre, matériaux de synthèse, ...). Ce chapitre est à aborder au travers de données techniques fournies par les fabricants d'outils. Il est souhaitable de ne pas privilégier un fabricant de façon à faire clairement la différence entre une composition chimique de matériau d'outil et une désignation de nuance donnée par un fabricant.

La caractérisation mécanique et métallurgique des matériaux est indissociable du chapitre S7.5. Traitement des pièces. Dans le cadre de travaux pratiques d'usinage dont l'objectif est le choix

d'outils et de conditions de coupe, il est indispensable de caractériser par des essais mécaniques simples le matériau à transformer. Des essais de dureté et, éventuellement, une caractérisation chimique du matériau, doivent impérativement précéder ce type de travail pratique.

♦ Chapitre 7.5. : Traitement des pièces

L'obtention d'une pièce mécanique quelle qu'elle soit, comporte très souvent des opérations de traitement (traitement thermique, traitement mécanique de parachèvement, revêtement). Il est indispensable que le TS IPM ait les connaissances nécessaires pour analyser l'incidence des différents traitements sur les opérations d'usinage qu'il a en charge.

Le niveau de maîtrise d'outil est à atteindre pour les traitements thermiques des pièces en acier car ils ont une incidence forte sur leur usinabilité et sur la qualité géométrique obtenue. La conduite de travaux pratiques d'usinage sur des pièces industrielles prétraitées est donc indispensable.

♦ Chapitre 7.6. : Obtention des pièces par usinage

Pour le sous-chapitre S7.6.1., les principes physiques de la coupe peuvent être abordés de façon magistrale, mais doivent impérativement être mis en évidence au travers de manipulations ou d'expérimentations dans le cadre du projet de qualification de processus. Il est préférable d'aborder ces aspects de l'usinage par la réalisation de pièces industrielles, plutôt qu'à partir d'expérimentations sur des éprouvettes.

Pour le sous-chapitre S7.6.2., l'étude des outils de coupe doit être abordée en s'appuyant sur les données fournies par les fabricants d'outils. Il est préférable d'aborder ce sous-chapitre à partir d'observations faites lors de travaux pratiques d'usinage, plutôt qu'au travers d'une liste exhaustive des différents produits commercialisés. Par conséquent, il est indispensable de varier les fabricants d'outils de coupe et d'attachements de façon à donner aux étudiants une vision de la technologie disponible la plus complète possible.

Le sous-chapitre S7.6.3., relatif aux outillages de prise de pièce, est en étroite relation avec le chapitre S5.2. Conception des outillages. Si celui-ci s'attache essentiellement à l'analyse de solutions d'outillage, de façon à amener l'étudiant à définir un cahier des charges, le sous-chapitre S7.6.3. apporte le complément indispensable relatif au comportement des outillages de prise de pièce lors des opérations d'usinage. Il est indispensable d'aborder les différents aspects de ce sous-chapitre au travers de travaux pratiques prenant appui sur des exemples industriels. Il sera particulièrement intéressant de retenir comme support de travail pratique des pièces et porte pièces ayant fait l'objet d'une analyse en conception des outillages, de façon à pouvoir établir une adéquation entre l'analyse menée et les résultats expérimentaux obtenus.

La modélisation géométrique des machines d'usinage, abordée dans le sous-chapitre S7.6.4., vise à initier les étudiants à l'utilisation d'un outil mathématique permettant d'identifier une partie des écarts dimensionnels et géométriques constatés entre la géométrie souhaitée et la géométrie mesurée sur la pièce produite. Pour ceci on travaillera en relation avec le professeur de mathématique qui formalisera les outils utiles pour caractériser les écarts entre deux géométries dans l'espace. Il est souhaitable d'utiliser un formalisme indépendant de toute commande de machine. A l'occasion de travaux pratiques de production, l'étudiant établira le lien entre le formalisme mathématique (vectoriel, torsoriel, matriciel,...) et le langage spécifique au directeur de commande numérique mis en œuvre.

L'identification et la quantification au travers d'expérimentations des limites et des performances des moyens de production, doit permettre au TS IPM de prévoir des choix d'outils, de stratégies d'usinage et des conditions de coupe qui seront en adéquation avec les performances des moyens retenus et du modèle spécifié de la pièce à produire.

4.5. S8. Conception des processus

♦ Chapitre S8.1. : Chaîne numérique et conception des processus

L'interactivité offerte par l'utilisation des logiciels de FAO et la simulation réaliste des usinages qu'elle permet, favorisent l'appropriation des savoirs technologiques associés à la conception des processus.

Lors de la mise en œuvre des logiciel de FAO, il est impératif de sensibiliser les étudiants à la problématique du format des fichiers importés (arborescence de construction, problème d'orientation pièce / au repère, calage des origines programmes, géométries difficiles à récupérer pour les formes complexes, etc...).

Afin de valider une grande variété de processus d'usinage, il est nécessaire d'avoir en banque de données, non seulement, la cinématique des MOCN de l'établissement, mais aussi, celle de machines complexes (tour bi-broche, CU 5axes, ...) dont ne dispose pas le centre de formation.

Les modèles numériques des outils et outillages standard ou spécifiques doivent pouvoir être importés dans l'environnement numérique de FAO.

La mesure ou le contrôle du produit sur MMT peut être élaborée dans le même environnement.

Un module d'élaboration de document doit aussi faire partie du logiciel de FAO afin que le technicien méthode en conception des processus puisse finaliser sa tâche par l'édition du dossier complet de mise en production.

♦ Chapitre S8.2. : Élaboration d'avant projets

L'enseignement d'avant-projet est abordé dans deux situations d'enseignement distinctes qui concernent, d'une part, l'élaboration d'un processus prévisionnel en « Étude des produits et des outillages » et, d'autre part, l'élaboration du processus détaillé en « Industrialisation » en prenant en compte les contraintes technico-économiques liées à l'environnement industriel de la pièce considérée.

Ces deux situations d'enseignement doivent être inscrites dans une continuité technique et une cohérence pédagogique en relation avec le savoir S8.2..

Les situations d'enseignement devront privilégier des études de cas conçues à partir d'un dossier de préindustrialisation d'une pièce mécanique issue du milieu industriel.

Elles devront en outre présenter progressivement à l'étudiant une grande variété de morphologies de pièces mécaniques ainsi que de multiples cinématiques d'usinage *(en liaison avec S7.6.4.)* représentatives de la réalité industrielle.

Il est recommandé de ne pas démarrer l'apprentissage à l'aide d'études trop difficiles. Par contre, en fin de formation, il est indispensable de faire travailler les étudiants sur des processus plus complexes afin de voir au moins en simulation, des usinages sur des moyens de production modernes (tour bi-broche, CU 5 axes, usinage en panoplie multi phase, etc...).

♦ Chapitre S8.3. : Données de fabrication

Les études de cas industriels doivent permettre d'appréhender l'ensemble des données qui régissent la production (capabilités des moyens, cotes fabriquées, cotes de brut, cotes de réglages, temps,...). Ces études doivent conduire à la rédaction détaillée du dossier de production nécessaire à la réalisation du produit.

♦ Chapitre S8.4. : Aspects technico économiques

Une attention particulière dans l'élaboration du dossier de production doit être apportée afin que tous les éléments nécessaires à l'élaboration de la phase concernée soient connus (coût du porte pièce, coût outils, temps de production unitaire et série, coût horaire du moyen de production, etc...).

4.6. S9. Qualité et contrôle

♦ Chapitre S9.1. : La qualité dans l'entreprise

Les savoirs S9.1.1. liés à l'organisation et à la gestion de la qualité sont abordés au niveau taxonomique 2, niveau d'expression. En effet, si les choix liés à la politique qualité de l'entreprise sont du ressort de spécialistes, le TS IPM est un acteur important du système qualité. Il est souhaitable d'aborder ces savoirs en première année de façon à faciliter le travail d'observation et d'identification du système qualité lors du stage en entreprise. En début de seconde année, une analyse comparative des différents systèmes observés par les élèves pourra être conduite.

Le chapitre S9.1.2. aborde les savoirs relatifs à la maîtrise statistique du processus. Ces savoirs sont particulièrement importants dans le cadre des fonctions que peut remplir le TS IPM dans l'entreprise. L'exploitation de ces savoirs dans le cadre du projet de qualification de processus en seconde année est l'un des points clés de la formation. Il est de la responsabilité de l'équipe pédagogique de vérifier la pertinence de la méthodologie utilisée par les élèves lors de cette activité (échantillons initiaux, préséries, calculs des coefficients d'aptitude...etc.).

En ce qui concerne S9.1.3. Le suivi et l'amélioration de la qualité, il est important de noter le caractère transversal que présente l'utilisation des nombreux outils de la qualité. Dans le cadre de sa fonction au sein du processus d'industrialisation, le TS IPM est fréquemment responsable du choix de ces outils.

Il ne s'agit donc pas ici d'être exhaustif mais plutôt de présenter certains outils incontournables sous forme d'étude de cas en première année, de façon à permettre aux étudiants d'exploiter au mieux ces outils en seconde année, dans le cadre des différents projets qu'ils ont à conduire.

♦ Chapitre S9.2. : La conformité d'une pièce au regard des spécifications

Le TS IPM est un spécialiste du contrôle des produits. Il doit donc en premier lieu maîtriser parfaitement la lecture du tolérancement normalisé.

Cet enseignement doit s'appuyer sur des études de cas de difficulté progressive tout au long de la formation et, il est indispensable qu'il soit réalisé conjointement par les professeurs de construction et de fabrication. Cela permet, tout d'abord, de prouver le caractère univoque du décodage des spécifications quelque soit le point de vue, mais, également, de faciliter l'identification des relations coût/fonction et coût/contrôle.

Les apprentissages liés à la métrologie doivent, de même, être conduits tout au long des deux années de formation. Il est important que dès la première année, les étudiants aient une représentation juste des défauts d'une pièce (différence entre modèle et réel) car il s'agit d'une compétence transversale nécessaire pour d'autres domaines (notion de dispersion, influence sur la chaîne numérique, capabilités,...). L'enseignement doit s'appuyer sur des activités pratiques permettant, par la manipulation, de visualiser et d'identifier correctement « l'image du réel » ainsi que les zones d'écarts tolérés associées aux spécifications.

Les incertitudes de mesurage doivent êtres abordées parallèlement à la présentation des différents moyens et protocoles de contrôles, afin de justifier de façon technico-économique le choix de ces derniers en fonction des cas rencontrés.

4.7. S10. Gestion de production

Les apprentissages liés à ce chapitre *S10.Gestion de production* ont la particularité de ne pas être ciblés par un enseignement spécifique mais d'être dispensés au travers de l'ensemble des activités d'enseignement du domaine technologique et professionnel à l'exception, peut-être, de l'étude des produits et des outillages.

En effet les connaissances liées à « l'organisation de l'unité de production » seront largement abordées en **industrialisation** et exploitées lors des séquences de **production**. Pour ce qui concerne « la gestion de l'unité de production », on privilégiera également les acquisitions de base lors de l'enseignement d'**industrialisation**, mais une exploitation en **gestion technique et économique d'une affaire** sera indispensable.

Le projet, développé lors du **stage en milieu professionnel**, s'appuiera largement sur ces acquis. Il convient donc d'organiser ces activités d'enseignement par l'ensemble de l'équipe de professeurs afin d'éviter toute redondance et d'installer une progressivité dans les apprentissages ainsi qu'une cohérence nécessaire.

♦ le chapitre \$10.1. : Organisation de l'unité de production

Comme l'indique son titre, le champ d'investigation privilégié de ce chapitre est une unité de production moderne, il est donc important que la démarche utilisée pour formaliser les contenus de la formation ait une dimension pratique.

Une approche par travaux pratiques ou mini-projets mettra en œuvre les scénarios choisis pour développer les trois domaines visés :

- la typologie des fabrications et, en particulier, son influence sur l'organisation de la production (cotée au niveau 3) ;
- l'organisation des moyens de production et, en particulier, la méthode SMED ;
- le suivi de la production avec ses indicateurs.

Dans une organisation pédagogique s'appuyant sur la réalisation de projets, le temps accordé à ce chapitre peut varier d'un étudiant à un autre. Toutefois, il est important que cette différentiation soit limitée pour garantir une structuration homogène des connaissances auprès de l'ensemble des étudiants de la section.

Le rapport de stage en milieu professionnel constitue le support privilégié de l'évaluation dans ce domaine.

♦ Chapitre \$10.2. : Gestion de l'unité de production

Pour ce chapitre, le secteur préparation du travail constitue le lieu de formation idéal pour permettre l'exploitation d'outils modernes de gestion (GPAO), la tenue de planning et la prise de décision consécutives à ces études.

Une approche par travaux dirigés ou mini-projets mettra en œuvre les trois domaines visés :

- la gestion des flux de fabrication et, en particulier, la gestion des stocks (niveau3);
- l'analyse quantitative et temporelle des contraintes de gestion permettant aux étudiants de s'approprier les méthodes les plus utilisées dans le milieu industriel (niveau 4);
- la planification et l'ordonnancement avec une approche active de ces activités (niveau 3).

Là aussi, le temps consacré à chacun des items peut être variable. Toutefois, à l'acquisition de savoir-faire liés à l'outil, on privilégiera une approche structurée des apprentissages permettant de caractériser les différentes méthodes et de dégager leurs conditions d'utilisation et les critères de choix.

Le dossier relatif au traitement d'une affaire et le rapport de stage en milieu professionnel constituent les supports privilégiés de l'évaluation dans ce domaine.

4.8. S11. Gestion technique et économique d'une affaire

Organisé dans un volume horaire contraint, l'enseignement d'économie et gestion en section de technicien supérieur IPM vise cependant un double objectif :

- apporter aux individus en formation les principaux repères économiques et juridiques nécessaires pour situer leur rôle et leur activité dans les organisations où ils sont appelés à travailler;
- acquérir les savoirs de base à mobiliser pour la gestion technique et économique d'une affaire, tant dans leur dimension technique de gestion que méthodologique.

Le référentiel des savoirs S11. Gestion technique et économique d'une affaire comporte 5 parties :

- S11.1. L'entreprise de production,
- S11.2. Le cadre juridique,
- S11.3. Éléments généraux de gestion de l'entreprise,
- S11.4. Coûts et coûts de revient constatés,
- S11.5. Devis, facturation, budgets.

Chaque partie du référentiel des savoirs S11. est accompagnée de commentaires qui donnent le sens de l'étude concernée et précisent le bornage des connaissances correspondantes.

Chaque item de connaissance est assorti d'un indicateur d'acquisition des savoirs et des compétences, coté de 1 à 4, précisant le niveau fixé par le référentiel, depuis la simple « information » (niveau 1), jusqu'à la « maîtrise méthodologique » (niveau 4). (Cf. page 29 du référentiel)

Les parties S11.1. et S11.2. correspondent prioritairement au premier des deux objectifs. Il s'agit, en effet, d'apporter une information générale sur le contexte économique et juridique dans lequel s'organise l'activité de production du secteur de la spécialité du diplôme.

◆ Chapitre S11.1.: L'entreprise de production (volume horaire indicatif : 5 heures)

Le choix de l'entrée privilégiée que constitue « l'entreprise de production » repose sur des considérations pédagogiques en relation avec le volume horaire qui peut être consacré à cet objet, ce qui conduit à renoncer à aborder le thème d'un point de vue macro économique. Après une introduction générale, cette approche vise à familiariser l'apprenant avec les mécanismes internes de l'entreprise, ses fonctions et leur système et supports d'information.

L'enseignant pourra recourir à une pédagogie de la découverte reposant sur l'observation directe d'entreprises réelles et/ou l'exploitation des ressources documentaires fournies par la presse spécialisée ou celles de l'Internet. L'étude des théories de l'entreprise ne serait ni cohérente, ni compatible avec les objectifs visés.

L'ensemble des items est coté au niveau « information » (niveau 1).

◆ Chapitre S11.2. : Le cadre juridique (volume horaire indicatif : 10 heures)

Cette partie comporte deux rubriques dont les finalités didactiques peuvent être distinguées :

- Les notions de droit civil, commercial et fiscal (volume horaire indicatif: 5 heures) visent à apporter au technicien supérieur IPM les concepts juridiques de base et les éléments de terminologie nécessaires pour agir avec discernement dans la gestion économique d'une affaire en prenant en compte les règles relatives à la responsabilité contractuelle, à la propriété industrielle et à la fiscalité. La notion d'obligation juridique doit être présentée en référence aux contrats commerciaux les plus courants que l'on rencontre dans le domaine de spécialité.
- Les notions de droit social (volume horaire indicatif : 5 heures) sont présentées pour apporter au futur salarié l'information juridique de base nécessaire à la perception des relations et des

effets qui découlent d'un contrat de travail, ainsi que la connaissance des organes de représentation collective des salariés et de leur rôle.

L'ensemble des items est coté au niveau « information » (niveau 1).

Chapitre S11.3. : Éléments généraux de gestion de l'entreprise (volume horaire indicatif : 5 heures)

Cette partie a pour finalité de présenter les éléments de terminologie indispensables pour aborder ensuite la comptabilité de gestion (ou « comptabilité analytique »). Il ne s'agit donc en aucun cas d'une initiation à la comptabilité financière (ou « comptabilité générale »).

Les objectifs se limitent à l'identification des principales notions sous jacentes :

- au bilan : image instantanée du patrimoine, logique de « stock » de valeurs, emplois, ressources, postes principaux ;
- à la constitution du résultat : logique de « flux » de valeurs, principaux produits et charges.

L'objectif visé et le volume horaire imparti excluent l'étude des comptes, a fortiori celle des écritures comptables. Une approche par l'observation de supports documentaires d'entreprises réelles du secteur de la spécialité est préconisée.

L'ensemble des items est coté au niveau « information » (niveau 1).

♦ Chapitre S11.4. : Coûts et coûts de revient constatés (volume horaire indicatif : 16 heures)

Cette partie qui porte sur la comptabilité de gestion (ou « comptabilité analytique ») comporte 3 rubriques dont l'enchaînement séquentiel constitue une progression pédagogique possible.

L'étude des coûts complets (S11.4.1., volume horaire indicatif : 10 heures) s'appuie sur le cadre de comptabilité analytique que proposait le plan comptable général 1982, notamment pour ce qui concerne le traitement des charges indirectes (méthode des centres d'analyse). Ce mode de traitement ne doit pas être présenté comme une solution universelle et aboutie ; il doit permettre, compte tenu des limites de connaissances fixées (exclusion du cas des prestation croisées entre centres d'analyse) de montrer comment les charges indirectes peuvent être intégrées aux coûts ; il doit permettre également d'observer les biais que cette méthode peut introduire dans la détermination des coûts, notamment lorsque les charges indirectes représentent une proportion croissante des charges totales.

L'étude des coûts partiels (S11.4.2., volume horaire indicatif : 4 heures) est limitée à la distinction des charges variables et des charges fixes et à la méthode du « direct costing ». Elle permet notamment d'apporter une certaine réponse aux critiques de la méthode des centres d'analyse et d'élargir la réflexion des apprenants à des modes de gestion plus réactifs.

Les marges et résultats (S11.4.3., volume horaire indicatif : 4 heures) sont étudiés en référence aux méthodes précédemment abordées, c'est à dire aux coûts complets et aux coûts partiels.

L'ensemble des items de la référence S11.4 est coté au niveau « expression » (niveau 2). L'objectif visé consiste donc, non seulement à apporter une information, mais aussi à acquérir des moyens d'expression et de communication en référence aux objets étudiés. Il convient donc d'accorder une importance déterminante à la rigueur de la terminologie enseignée, ce qui justifie de s'appuyer sur une méthodologie éprouvée et encore largement utilisée par les entreprises dans les processus de détermination des coûts.

L'acquisition des notions théoriques de base doit naturellement être fondée sur des méthodes actives, notamment la résolution de cas d'application réalistes et concrets, mais simplifiés pour ne conserver de la réalité que les données les plus utiles aux apprentissages. Cela exclut toute complexité calculatoire et implique de recourir le plus souvent possible à des situations réelles transposées qui pourront trouver leur source dans les terrains de stage, les entreprises où se déroulent les contrats de formation en alternance ou bien l'expérience passée des formés en

situation de perfectionnement ou de reconversion. L'emploi du tableur, pour la résolution des cas et la réalisation des simulations en fonction d'hypothèse variables qu'il facilite, est préconisé.

♦ Chapitre S11.5. : Devis, facturation et budget (volume horaire indicatif : 24 heures)

Cette dernière partie du référentiel des savoirs, dont l'étude approfondie se situe en deuxième année de formation, même si certains points ont pu être abordés précédemment de manière incidente, comporte des objectifs différenciés en fonction des items concernés.

Pour certains items (notion de prix de cession interne, notion d'écart), il s'agit d'une simple information (niveau 1), de façon à permettre au futur salarié de se repérer dans un environnement économique non réduit à des relations client/fournisseur ordinaires (notion de prix de cession interne) ou bien encore d'être sensibilisé aux méthodes du contrôle de gestion auxquelles sont exposées une part croissante des salariés des entreprises (notion d'écart).

Pour d'autres items (coûts prévisionnels, seuil de rentabilité, devis, facture), la cotation au niveau 3 indique qu'on vise l'acquisition de la maîtrise de procédés et d'outils d'étude ou d'action. En effet, le traitement économique d'une affaire, tel qu'il est défini dans le référentiel des activités professionnelles, prévoit précisément une autonomie du technicien supérieur IPM dans la réalisation des tâches correspondant à ces objets. Les études conduites s'appuieront sur les notions préalablement acquises (cf. S11.4.) dans une perspective d'actions tournées vers l'avenir justifiant l'approche prévisionnelle proposée.

L'étude du budget d'un service d'entreprise vise le niveau 2, soit l'acquisition de moyens d'expression et de communication. Elle doit permettre au futur salarié de se situer dans une organisation structurée (par exemple un service), en s'appropriant les composantes et en participant, par le dialogue, avec le responsable du service à l'élaboration de l'outil de pilotage opérationnel que représente le budget prévisionnel.

Le volume horaire indicatif proposé pour cette partie (24 heures) est important puisqu'il représente la plus grande part de l'horaire dont l'enseignant d'économie et gestion a la charge en seconde année de formation (1 heure hebdomadaire, ou 30 heures annuelles). Cet horaire permet de développer une pédagogie active conduite en collaboration étroite avec l'enseignant de génie mécanique qui bénéficie d'un horaire équivalent.

L'exploitation des situations retenues pour la sous épreuve E62 fournit la matière pour produire l'étude de la demande de réalisation (cf. définition de la sous épreuve E62) dans une approche inter disciplinaire facilitée par l'organisation de la grille horaire de formation.

Le cadre horaire doit permettre également d'exercer les futurs candidats à la présentation de l'étude produite et de développer les compétences en communication professionnelle évaluées à cette occasion.

4.9. S12. Systèmes de production et maintenance

Le professeur choisira de mettre en œuvre des activités pratiques dans le cadre des enseignements de « **Production** », pour identifier des situations typiques des savoirs S12.1., 12.2. et 12.3., et confronter l'étudiant à des problèmes techniques industriels.

♦ Chapitre S12.1. : Intégration numérique des systèmes de production

La connaissance de la typologie des différents réseaux locaux industriels, ainsi que leur architecture matérielle a pour objectif de permettre au technicien supérieur dans le contexte particulier des systèmes de communication des machines outils à commande numérique de mettre en œuvre la communication, le téléchargement et l'exploitation des données de production (programmes ISO, données de gestion de production, ...).

♦ Chapitre \$12.2. : Architecture des équipements de production numérique

La connaissance des constituants et de leurs fonctions au sein des chaînes d'énergie et d'information d'un axe numérique doit permettre au technicien supérieur d'analyser le comportement de la machine-outil et, le cas échéant, d'apporter un diagnostic de premier niveau sur un dysfonctionnement.

♦ Chapitre \$12.3. : Maintenance préventive

Le technicien supérieur en Industrialisation de produits mécaniques, doit avoir une culture de la mise en œuvre des différentes stratégies et actions de maintenance. Même si il n'est pas forcément acteur de cette maintenance, il doit en assurer le suivi et l'exploiter pour en tirer les conséquences sur la production.

4.10. S13. Sécurité – Environnement

Les travaux pratiques d'industrialisation et de production et les activités conduites lors du stage en milieu professionnel constituent des situations privilégiées pour mettre en œuvre les savoirs **S13.1**. **Santé et sécurité au travail** et **S13.2**. **Protection de l'environnement et risques industriels** respectivement nécessaires à l'acquisition des compétences *C27*. *Identifier les risques liés à la sécurité des personnes, définir et mettre en œuvre les mesures de prévention adaptées* et *C31*. *Appliquer les règles de protection de l'environnement*.

Pour atteindre cet objectif, l'enseignement de la prévention des risques professionnels doit s'appuyer sur guatre points fondamentaux :

• La compréhension

La compréhension doit porter sur :

- l'articulation des différents éléments qui constituent une situation de travail et sur leur incidence en terme de risque pour les personnes et pour l'environnement ;
- le processus d'apparition des dommages (accidents ou des atteintes à la santé).

Ce souci d'apporter de la compréhension répond à un double objectif :

- permettre aux étudiants d'avoir une représentation du risque de dommage proche de la réalité et donc de prendre conscience de leur exposition ;
- donner les clés pour pouvoir maîtriser les risques.

Cette compréhension est un élément fondamental pour éviter que la prévention soit perçue uniquement comme un ensemble de règles à respecter.

La méthodologie

La méthodologie est essentielle pour permettre l'appréhension des risques quelle que soit la situation de travail.

Différentes démarches de prévention peuvent être utilisées en fonction de la situation :

- Démarche d'analyse d'un accident :
- Démarche de maîtrise des risques ;
- Démarche ergonomique.

Toutes ces démarches contribuent de manière différente à la prévention des risques. Il importe qu'elles soient perçues de façon cohérente dans leur spécificité, leur complémentarité, mais aussi dans leurs limites. Si les trois démarches sont abordées, la

démarche de maîtrise des risques est privilégiée en vertu de sa capacité à s'appliquer simplement dans une très grande majorité de situations.

L'intégration dans les pratiques professionnelles

Si l'intérêt d'une méthodologie est essentiel, sa mise en application constitue le seul moyen pour la traduire en compétence à assurer sa propre sécurité et santé au travail et contribuer à celles des différents acteurs présents dans une situation de travail donnée.

La démarche de maîtrise des risques est abordée dès le début de la 1ère année de formation afin de permettre aux étudiants de l'intégrer dans toutes leurs activités. Il est indispensable que cette intégration soit évaluée tout au long de la formation. Tous les enseignants intervenant en activités pratiques doivent être formés à cette démarche.

• La connaissance des principaux risques

Chaque risque constitue un champ de connaissances très important. Par conséquent, il est indispensable de bien délimiter les savoirs relatifs à chaque famille de risque.

Pour permettre de situer chaque risque dans une approche transversale, les enseignants utilisent le vocabulaire spécifique à la démarche de maîtrise des risques : phénomène dangereux/danger, situation dangereuse, événement dangereux, dommage, mesure de prévention.

Il s'agit donc de rendre les étudiants capables d'appréhender les risques professionnels inhérents à leurs situations de travail. L'identification des risques doit être menée en situation réelle.

Démarche pédagogique

L'enseignement s'appuie sur des situations concrètes (atelier du lycée, visite d'entreprises, stage en milieu professionnel, étude de cas réels, ...) et fait appel à une pédagogie active.

La démarche de prévention doit privilégier la recherche d'informations (observations directes, mesures instrumentales, interviews,...), l'analyse de l'information recueillie amenant à l'évaluation des risques et, surtout, à la proposition de solutions adaptées.

Cette démarche active a pour objet de développer chez l'étudiant une aptitude à se construire une image pertinente du risque, à choisir un comportement sûr et à mettre en œuvre des actions adaptées.

Évaluation des compétences

L'évaluation des compétences en matière de prévention des risques professionnels doit s'effectuer à partir de situations représentatives de l'activité professionnelle, dans le cadre des épreuves d'examen validant les compétences du domaine professionnel du diplôme.

Le stage en milieu professionnel de fin de première année, pendant lequel les étudiants sont immergés dans une entreprise et où ils se voient confier, durant la première période, une tâche d'exécution, permettra à bon nombre d'entre eux de découvrir sur le terrain les problèmes d'environnement.

5. MISE EN ŒUVRE DU PROGRAMME

5.1. Rappel des horaires d'enseignement

	Hora	aire de 1 ^{ère} ann	ıée ⁽¹⁾	Hor	aire de 2 ^{ème} an	née
	Semaine	a + b + c ⁽²⁾	Année ⁽³⁾	Semaine	a + b + c ⁽²⁾	Année ⁽³⁾
1. Culture générale et expression	3	3 + 0 + 0	90	3 ⁽⁴⁾	3+0+0	108
2. Anglais	2	1+1+0	60	2	0 + 2 + 0	72
3. Mathématiques	3	2+1+0	90	2	1+1+0	72
4. Sciences physiques appliquées	2	0+0+2	60	2	0+0+2	72
5. Étude des produits et des outillages	6	2 + 0 + 4 ⁽⁵⁾	180	6	2 + 0 + 4 ⁽⁵⁾	216
6. Industrialisation	6	2+0+4	180	6	2+0+4	216
7. Production	8	0+0+8	240	8	0+0+8	288
8. Gestion technique et économique d'une affaire	1	1 ⁽⁶⁾ + 0 + 0	30	2	0 + 0 + 2 ⁽⁷⁾	72
Total	31 h	11 + 2 + 18	930 h	31 h	8 + 3 + 20	1116 h

- (1): Les horaires ne tiennent pas compte des 8 semaines de stage en milieu professionnel.
- (2): a : cours en division entière, b : travaux dirigés ou pratiques de laboratoire, c : travaux pratiques d'atelier.
- (3): L'horaire annuel est donné à titre indicatif.
- (4): En 2ème année, au-delà des 3 heures hebdomadaires, un volume horaire de 36 HSE (équivalent à 1 HSA) est mis à disposition du professeur de français pour des interventions visant à la préparation de la soutenance du rapport de stage industriel (interventions prévues en petits groupes).
- (5): Enseignement partagé par deux professeurs:
 - un professeur de Mécanique ou de Génie mécanique construction (2 heures) ;
 - un professeur de Génie mécanique ou de Génie mécanique productique (2 heures).
- (6): Enseignement dispensé par un professeur d'Économie gestion.
- (7): Enseignement partagé par deux professeurs :
 - le professeur d'Économie gestion (1 heure) ;
 - le professeur de Génie mécanique chargé de l'enseignement 6. Industrialisation et/ou 7. Production (1 heure).

5.2. Commentaires sur les horaires d'enseignement

Culture générale et expression : 36 HSE supplémentaires (en plus des 3 heures par semaine) pour des interventions visant à la préparation de la soutenance du rapport de stage industriel (interventions prévues en petits groupes).

Pour mettre en œuvre cette disposition une réflexion et une organisation de l'équipe pédagogique s'imposent sous la responsabilité du chef des travaux, notamment pour la construction de l'emploi du temps, afin de rechercher des plages horaires compatibles avec l'emploi du temps des étudiants et des professeurs.

Anglais: Il y a lieu de noter que l'enseignement en deuxième année ne comporte qu'un enseignement en groupes (travaux dirigés ou pratiques de laboratoire).

Mathématiques : Cet enseignement ne comporte qu'une heure en classe entière en deuxième année au lieu de deux en première année.

Sciences physiques appliquées : Enseignement exclusivement en travaux pratiques d'atelier, en première et en deuxième année.

Etude des produits et des outillages : Cet enseignement comprend deux heures de cours, classe entière dispensé par le professeur de mécanique ou de génie mécanique construction et 4 heures de travaux pratiques d'atelier dont les enseignements sont partagés par deux professeurs, le professeur de mécanique ou de génie mécanique construction et un professeur de génie mécanique ou de génie mécanique productique. C'est pendant les deux heures de cours que seront effectuées les synthèses pour les enseignements de Mécanique industrielle et d'Étude des produits et des outillages.

Pour les travaux pratiques, un travail interdisciplinaire s'impose entre les deux professeurs. A ce titre deux situations peuvent se présenter :

- Pour une division et donc deux groupes, les deux professeurs assurent leur enseignement simultanément, sur des supports d'étude (étude de cas par exemple) communs, dans une organisation pédagogique qu'il conviendra de définir.
- Pour une demi-division, plusieurs solutions possibles :
 - a Intervention des deux professeurs successivement sur une période de deux heures pendant la séance de 4 heures attribuée aux étudiants,
 - b Intervention de chaque professeur une semaine sur deux et pendant 4 heures.

Quelque soit la solution retenue, le travail d'équipe est impératif.

Industrialisation : cet enseignement comporte 2 heures division entière (cours) et 4 heures de travaux pratiques d'atelier assurés par un (ou deux pour une division entière) professeur de génie mécanique ou de génie mécanique productique.

Production : 8 heures de travaux pratiques d'atelier assurés par un (ou deux pour une division entière) professeur de génie mécanique ou de génie mécanique productique.

Gestion technique et économique d'une affaire :

- Une heure en première année, division entière, assurée par le professeur d'économie et gestion.
- Deux heures de travaux pratiques d'atelier partagées entre le professeur d'économie et gestion et le professeur de génie mécanique productique. Un travail interdisciplinaire s'impose entre les deux professeurs. A ce titre deux situations peuvent se présenter :
 - Pour une division entière et donc deux groupes, les deux professeurs assurent leur enseignement simultanément, sur des supports d'étude (étude de cas par exemple) communs, dans une organisation pédagogique qu'il conviendra de définir.
 - Pour une demi-division, plusieurs solutions possibles :
 - a Intervention des deux professeurs successivement sur une période de une heure pendant la séance de 2 heures attribuée aux étudiants;
 - b Intervention de chaque professeur une semaine sur deux et pendant 2 heures.

Quelle que soit la solution retenue, l'interdisciplinarité devra être recherchée.

Remarque importante sur l'organisation des services des professeurs de STI

Pour garantir une continuité pédagogique, un même professeur de génie mécanique productique doit assurer, l'enseignement dans au moins deux composantes. Exemples :

- Étude des produits et des outillages (4h) et Industrialisation (4h + 2h);
- ou Étude des produits et des outillages (4h) et Production (8h);
- ou Industrialisation (4h + 2h) et Production (8h);
- ou ...

6. ORGANISATION DES ENSEIGNEMENTS

6.1. Axes directeurs pour la formation

Dix axes directeurs pour réussir la formation!

1 - Un travail d'équipe impératif de tous les professeurs.

Cette nouvelle formation implique impérativement la mise en place, dès la première année, d'une équipe pédagogique organisée afin d'articuler au mieux les différents enseignements. Les programmes de chaque discipline ont été élaborés à partir du référentiel de certification.

A ce titre, chaque discipline du programme participe à l'acquisition des compétences nécessaires pour la qualification du futur technicien supérieur en industrialisation des produits mécaniques.

L'organisation pédagogique devra être concertée, dés le début de la première année, entre tous les professeurs, sous la responsabilité pédagogique du Chef de travaux et du Chef d'établissement.

2 - L'exploitation des supports d'étude communs.

Pour former efficacement les étudiants aux démarches industrielles décrites plus haut, il convient, durant la formation, de favoriser l'exploitation de supports communs dans le cadre des activités :

- de travaux pratiques d'atelier pour les enseignements en « Etude des produits et des outillages », entre le professeur de construction et le professeur de fabrication ;
- de STI et d'Economie gestion, en deuxième année, pour les enseignements relatifs à la « Gestion technique et économique d'une affaire ».

3 - La recherche d'une maîtrise rapide, des moyens et des équipements.

Les étudiants doivent maîtriser la mise en œuvre des moyens et des équipements, dès la fin de la 1ère année. A ce titre, la situation d'évaluation relative à l'unité U61 « Lancement d'une production », sera mise en place dès la rentrée de septembre de la deuxième année. En aucun cas elle ne pourra se dérouler après le premier trimestre de la seconde année.

4 - De nombreuses activités de réalisation à privilégier en 1ère année.

Au terme de la 1ère année, la maîtrise des moyens de production impose des activités d'apprentissage nombreuses et variées à partir de la réalisation de pièces ou d'ensembles réels. Les productions qualifiées par les étudiants les années précédentes, peuvent être exploitées avantageusement pour la construction des apprentissages des étudiants de première année.

5 - La recherche d'une maîtrise rapide, des caractéristiques des procédés.

Les compétences du technicien supérieur IPM, mobilisables en préindustrialisation dans l'étude de la relation matériau / procédé, exigent des connaissances approfondies des caractéristiques des procédés d'obtention des pièces mécaniques. Les connaissances qu'il doit mobiliser en industrialisation, lors de la conception et de la qualification des processus, concernent, particulièrement les procédés de réalisation par enlèvement de matière et de traitement des matériaux.

Les activités de travaux pratiques d'industrialisation doivent permettre la construction des apprentissages liés à ces compétences. Ces apprentissages s'effectuent dès les premières semaines de la première année à partir de l'analyse et de l'étude de cas industriels. Les deux heures de cours classe entière sont utilisées avec profit pour effectuer les synthèses relatives à ces études de cas et à ces analyses.

Les savoirs relatifs aux caractéristiques des procédés pourraient être dispensés, sous le contrôle du professeur, à partir d'exposés effectués par les étudiants exploitant des cas concrets de production industrielle de pièces ou de produits.

6 - La construction des apprentissages à partir d'étude de cas.

Les apprentissages liés à l'étude des solutions techniques dans le cadre de « L'étude des produits et des outillages », à l'étude des procédés dans le cadre de l'industrialisation, à la gestion technique et économique d'une affaire, doivent s'appuyer impérativement en 1ère année, sur des études de cas industriels. A ce titre, la base de données « Outillages », diffusée il y a quelques années pour le BTS productique mécanique a toujours sa place dans le cadre de la préparation au BTS IPM

7 - La conception des processus, cœur du métier du BTS IPM.

La conception des processus impose :

- l'identification des cinématiques machine et de leurs capacités de génération associées,
- l'identification des outils et des outillages nécessaires pour l'obtention d'une géométrie donnée.

Les apprentissages liés aux deux points ci-dessus se feront avantageusement à partir d'études de cas industriels (réels ou simulés, exploitation de logiciels de réalité virtuelle), exploitant des machines multi axes ou polymorphes.

- la maîtrise de la mise en œuvre des outils informatiques d'aide à la décision (CFAO, Bases de données)

Si ces outils logiciels apportent une aide significative dans la conception des processus, il convient cependant de faire acquérir aux étudiants des réflexes leur permettant de vérifier les domaines d'application de ces outils, les hypothèses sur lesquelles ils s'appuient et la véracité des propositions qu'ils formulent.

8 - Une bonne connaissance des procédés de traitement des pièces.

Quelles que soient les pièces utilisées en construction mécanique, rares sont celles qui ne subissent pas un traitement thermique ou thermochimique au cours de leur processus de fabrication. A ce titre, il convient de ne pas négliger cette partie du programme et ainsi de donner aux étudiants toutes les compétences nécessaires pour apprécier l'incidence d'un traitement sur les procédés de transformation ou d'assemblage.

9 - Une grande maîtrise de la qualité et du contrôle.

Au-delà des connaissances liées à l'organisation, la gestion et la maîtrise de la qualité, dés la première année il conviendra de placer les élèves en situation d'apprentissage, notamment dans le cadre des activités de production, pour appréhender l'ensemble des connaissances relatives à « la conformité d'une pièce au regard des spécifications ». Les fabrications effectuées par les étudiants seront les supports privilégiés. Lors des activités de conception des processus, l'étudiant devra également acquérir les connaissances nécessaires à l'identification des spécifications de fabrication à surveiller en cours de production, ainsi qu'à la définition des montages d'autocontrôle associés.

10- Le stage en entreprise, composante à part entière de la formation.

La durée du stage en entreprise (8 semaines) représente une part non négligeable du parcours de formation de l'étudiant. A ce titre, le lieu de stage, sa préparation, son exploitation par l'étudiant et par l'équipe pédagogique sont autant de paramètres qu'il y a lieu de traiter avec rigueur pour assurer l'efficience de cette période en entreprise.

6.2. Mise en place d'une organisation pédagogique

6.2.1. Enseigner dans une formation professionnelle

Compte tenu, de l'évolution des contenus d'enseignement et des pratiques pédagogiques, de l'évolution des modalités d'accès aux diplômes et de certification, « Enseigner dans une formation professionnelle » implique pour tous les professeurs, la connaissance, voire la maîtrise, de toutes les composantes qui participent à la formation et à la qualification du jeune diplômé. Ainsi depuis la compréhension du référentiel des activités professionnelles jusqu'à la mise en œuvre de l'évaluation des étudiants, les enseignants doivent conduire une importante réflexion pour s'approprier les contenus des référentiels et définir leur enseignement, construire et organiser les parcours de formation, définir les stratégies pédagogiques et les situations d'évaluation.

La construction d'un diplôme professionnel s'inscrit dans une démarche structurée qui à partir de taches professionnelles (référentiel des activités professionnelles) permet de définir un référentiel de certification qui constitue la base contractuelle de chaque formation.

Cependant et aussi structurés que peuvent être ces documents, ils ne définissent en rien comment le professeur doit s'y prendre pour mettre en œuvre son enseignement. L'équipe pédagogique, les professeurs sont alors confrontés à la compréhension et à l'analyse de ces différentes données afin de définir les activités d'enseignement et leur donner du sens pour les étudiants :

- Comment construire un plan de formation harmonieux et progressif permettant d'organiser les apprentissages en respectant le cadre réglementaire ?
- Comment organiser la formation et prendre en compte les acquis en milieu professionnel ?
- Comment définir les stratégies pédagogiques et construire les situations d'évaluation, notamment en CCF ?

L'exploitation des référentiels conduit donc l'équipe pédagogique à :

- Elaborer un projet pédagogique associant si possible l'ensemble des disciplines ;
- Formuler des objectifs pédagogiques classés éventuellement par centres d'intérêts, à partir des compétences, savoirs et savoir-faire ;
- Construire un parcours de formation à partir de ces objectifs pédagogiques ;
- Opérationnaliser les objectifs et choisir les supports de formation ;
- Définir les contextes d'évaluation.

A partir de ce travail collectif qui régit toute la formation et qui constitue le contrat entre l'équipe pédagogique et les étudiants, chaque professeur doit :

- Préparer ses séquences d'enseignement (cours, activités pratiques, synthèses) en fonction des objectifs et des supports techniques retenus ;
- Choisir et mettre en œuvre les stratégies pédagogiques ;
- Gérer la progression de chaque jeune.

Enseigner dans une formation professionnelle représente donc une préparation importante associant analyse des référentiels et réflexion didactique.

6.2.2. Les situations d'enseignement en STI

Les stratégies pédagogiques dans les enseignements technologiques et professionnels sont articulées autour de trois situations de formation.

- Les travaux pratiques d'atelier, là ou il faut maîtriser un geste, une machine, une méthode pour obtenir un résultat parfaitement défini et caractérisé... C'est par le résultat conforme aux attentes de son travail et la liberté d'action qui lui est laissée que l'élève prend confiance en lui, se valorise et découvre que le conceptuel et l'abstrait peuvent être utiles... De plus ce sont les scénarios d'apprentissage relatifs aux situations de travail qui devraient être le centre des activités confiées aux élèves

- L'expérimentation, la manipulation pour découvrir et comprendre les concepts fondamentaux, fondateurs des connaissances... parce qu'il faut savoir prendre le temps d'expérimenter, de se tromper, d'imaginer plusieurs solutions pour se construire la juste représentation d'une loi physique, d'un concept technique, d'une démarche technologique...
- Les temps de cours, qui servent à présenter un concept et à synthétiser des connaissances appréhendées dans des phases actives... Un élève comprend mieux une explication s'il peut avoir une bonne représentation mentale de ce dont lui parle son professeur.

6.2.3. Les différentes activités de travaux pratiques

Plusieurs types d'activités peuvent être confiés aux élèves, en fonction des objectifs pédagogiques fixés par le professeur. Il s'agit :

- **d'activités d'observation,** identifier désigner décrire reconnaître constater Cette activité permet d'appréhender tes phénomènes observés de manière qualitative.
- d'activités d'expérimentation, conduire des essais produire simuler mesurer -....

 Cette activité permet d'appréhender les phénomènes observés de manière quantitative.
- d'activités de manipulation, réaliser câbler installer associer monter, démonter Cette activité permet, par exemple, de comprendre : l'agencement des composants ou
 des éléments la chronologie d'opérations.
- d'activités de réalisation, de validation ou d'évaluation, choisir construire mettre au point – faire - Cette activité permet à l'élève de fédérer des connaissances afin de mieux les assimiler.

Procédant d'une démarche pédagogique, ces activités ont pour finalités :

- de faciliter l'appropriation des connaissances par l'action des élèves, (réalisation, observation, expérimentation, manipulation) ;
- de formaliser et structurer ces connaissances à travers des activités de synthèse, (validation, évaluation), et ce à partir de pédagogies inductives ou déductives mettant en œuvre des travaux pratiques ou des travaux dirigés;
- de mettre en œuvre des évaluations en cohérence avec les objectifs visés.

6.2.4. Particularité des enseignements professionnels

Dans les formations professionnelles (Bac pro, BTS) la finalité pédagogique est avant tout centrée sur la recherche d'une professionnalisation opérationnelle plus ou moins immédiate, pour laquelle l'activité de TRAVAUX PRATIQUES de REALISATION, de CONCEPTION ou de MAINTENANCE, ... (porteuse de méthodes pour «faire» et de concepts pour «comprendre») est primordiale, sans pour autant négliger les autres formes d'activités (voir paragraphe précédent sur les activités).

A ce titre, si la recherche de préoccupations pédagogiques communes à tous les élèves (par centres d'intérêts par exemple) s'impose, ces préoccupations devraient être centrées prioritairement pour les enseignements relatifs à la mise en oeuvre, sur la mise en place de scénarios professionnels progressifs, choisis par l'équipe pédagogique en fonction des connaissances, principes et méthodes qu'ils permettent de faire émerger.

Remarques:

- Dans tous les cas, il ne devrait pas y avoir d'activité pédagogique en technologie sans problème technique authentique posé. La résolution de problèmes évite des descriptifs déconnectés des contextes réels (leçon de choses).
- Le problème technique posé s'appuie sur un cahier des charges et sur des données fournies dans un dossier technique et l'activité proposée doit répondre à un besoin à satisfaire.

- Les solutions aux problèmes techniques posés font apparaître des règles, des principes, des méthodes qui conduisent vers des savoirs et des lois généralisantes.

6.2.5. Réflexions sur l'organisation des enseignements

Si l'organisation générale des enseignements doit prendre en compte toutes les disciplines qui participent à l'acquisition des compétences du référentiel de certification, cette organisation est impérative dans le cadre des enseignements technologiques et professionnels.

Ainsi, il convient de mettre en place une ingénierie pédagogique concourante et coordonnée, entre l'enseignement de construction et de fabrication¹.

A ce titre, deux données de départ sont à considérer :

- Afin d'assurer la continuité pédagogique pour l'ensemble des enseignements techniques, un même professeur de GM Productique doit assurer son enseignement dans au moins deux composantes (« Industrialisation » et « Production » par exemple).
 - Nota: Pour la deuxième année, il conviendra d'ajouter une heure dans le cadre de la « Gestion technique et économique d'une affaire ».
- Les axes directeurs (voir détail paragraphe précédent) suivants doivent être pris en compte :
 - 1 un travail d'équipe impératif de tous les professeurs.
 - 2 l'exploitation de supports d'étude communs,
 - 3 la recherche d'une maîtrise rapide, des moyens et des équipements,
 - 4 de nombreuses activités de réalisation à privilégier en 1ère année.
 - 5 la recherche d'une maîtrise rapide des caractéristiques des procédés,
 - 6 la construction des apprentissages à partir d'étude de cas,

Ainsi, le parcours de formation des deux années pourrait être « découpé » en 4 phases distinctes.

Remarque: Les enseignements, division entière, relatifs à la « Mécanique », ne sont pas pris en compte dans cette analyse, mais il est évident qu'ils doivent être articulés avec ceux d' « Etude des produits et des outillages ».

• Une phase d'APPRENTISSAGE (Durée 15 semaines environ).

Cette phase peut être considérée comme une phase d'identification et de mise en œuvre des fondamentaux liés à la formation du technicien en industrialisation. Elle doit permettre de placer l'étudiant dans des activités d'observation, d'analyse, de réalisation, lui permettant de construire sa base de connaissances :

- en « Étude des produits et des outillages » dans le cadre de l'analyse fonctionnelle et de l'étude des procédés, par exemple ;
- en industrialisation, par la connaissance des cinématiques machine et l'analyse de processus industriels, par exemple;
- en production, par la réalisation de pièces diverses et variées, à partir de dossiers de fabrication existants, afin d'acquérir une maîtrise de mise en œuvre (construction des savoirs fondamentaux liés aux machines, à la coupe, à la mesure et au contrôle.

• Une phase d'APPROFONDISSEMENT (Durée 15 semaines environ).

Au cours de cette phase, il s'agit d'élargir l'appropriation des fondamentaux au niveau des connaissances du technicien supérieur :

Mais aussi :

Entre les enseignements de mécanique et de sciences physiques appliquées et de mathématiques.

Entre les enseignements de STI et d'Econome gestion.

Entre les enseignements de STI et de langue dans le cadre du rapport de stage

- en « Étude des produits et des outillages » dans le cadre de l'identification des fonctions des modeleurs ou de l'analyse de solutions pour la conception des outillages, par exemple;
- en « Industrialisation », par la connaissance la caractérisation des procédés de traitements des pièces ou de l'identification des modes de gestion de la qualité, par exemple;
- en « Production », par l'identification des performances des machines ou du comportement des outils et outillages, par exemple.

• Une phase d'INTÉGRATION (Durée 15 semaines environ)

Cette phase, située au début de la deuxième année, doit permettre d'exploiter les connaissances acquises dans les phases d'apprentissage et d'approfondissement :

- en « Étude des produits et des outillages » dans le cadre de la recherche de solutions simples d'outillages ou bien de choix dans le cadre de la relation produit/matériau/procédé, par exemple;
- en « Industrialisation », par l'exploitation de la chaîne numérique dans le cadre de la mise en œuvre du projet de qualification de processus, par exemple ;
- en « Production », par la mise en place de scénarios d'évaluation dans le cadre du « Lancement d'une production ».

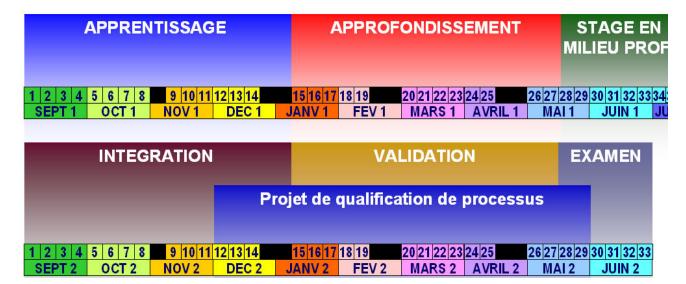
La soutenance du rapport de stage pourrait avoir lieu au terme de cette phase.

Une phase de VALIDATION (Durée 15 semaines environ)

Au cours de cette phase, il convient de faire la synthèse des connaissances acquises et de procéder à des remédiations éventuelles :

- en « Étude des produits et des outillages », développement de projets permettant de préparer les étudiants à l'épreuve « Etude de préindustrialisation » ;
- en « Industrialisation », par la mise en place de scénarios dans le cadre de l'évaluation de l'épreuve « Conception de processus » :
- en « Production », par le développement du « Projet de qualification de processus ».

Nota: Cette organisation n'exclue pas des activités d'analyse et de synthèse dans toutes les phases. En effet, à chaque étape il y un certain équilibre à rechercher entre activités d'analyse et activités de synthèse. En deuxième année de formation, plusieurs activités de synthèse se veulent résolument orientées vers la démarche de projet où les étudiants, individuellement ou en groupe, ont à résoudre une problème technique en réinvestissant leurs acquis.



6.2.6. Proposition d'organisation générale des enseignements STI

S'appuyant largement sur les réflexions ci-dessus, le document ci-après présente, comme exemple et non comme modèle, une organisation générale des enseignements de STI. Cette proposition, certes modeste, devrait donner aux équipes pédagogiques les bases d'une réflexion pour mettre en place leurs propres modalités d'organisation des enseignements.

NOTA : Il est impératif d'articuler les enseignements entre les 3 composantes ci-dessus

	Etudo produito et des				
		Etude produits et des outillages	Industrialisation	Production	
		Les 120 h de cours sont consacrées à l'enseignement de la mécanique. Travaux pratiques et travaux dirigés pour environ : 120h prof de GM const 120h prof de GM prod	120h de cours (Professeur de Génie Mécanique Productique) 240 h de travaux pratiques (Professeur de GM Prod – 1 groupe)	480 h de travaux pratiques (Professeur de Génie Mécanique Productique – 1 groupe))	
De Sept. À fin Janvier	A P P R E N T I S S A G E	En travaux pratiques et à partir de l'analyse et de l'étude de quelques produits industriels : Par le professeur de construction : 30h . Analyse fonctionnelle : S511 . Fonctionnalité des liaisons : S5.1.2 . Les outils d'expression .: S5.3.1 . Les fonctions des modeleurs : S532 Et simultanément Par le professeur de fabrication : 30 h . Procédés : S71 – S72 – S73	Cours 30h: . Matériaux rencontrés en production S74 . Types de fabrications S 1011 . Obtention des pièces usinage S76 . Machines d'usinage S764 . Sécurité S 1311 En travaux pratiques et à partir de l'analyse et de l'étude de processus relatifs à des produits industriels: 60h . Elaboration d'avant projets S82 . Données de fabrication S83 . Chaîne numérique S81	Travaux pratiques 80 h Cette première période doit permettre aux étudiants de maîtriser l'ensemble des machines et des équipements relatifs à la fabrication : - Lancement de fabrications à partir de dossiers de production existants ; - Contrôle des pièces et réglages. Des synthèses permettront de conforter les connaissances sur : . Obtention des pièces par usinage S76 . La conformité S92	
De Février Au 15 mai	A P P R O F O N D I S S E M E N T	En travaux pratiques et à partir de l'analyse et de l'étude de quelques produits industriels : Par le professeur de construction : 30h . Les fonctions des modeleurs : S532 . Les spécifications S5.1.4 . Caractéristiques des pièces : S5.1.3 . Conception des outillages S521 S522 Et simultanément Par le professeur de fabrication : 30 h . Procédés : S72 . Outillages S763 . Relation métrologie toléranc. S921	Cours 30h: . Obtention des pièces usinage S76 . Traitement des pièces S75 . Environnement des machines S765 . Organisation suivi S1012 - S1023 . Organisation gestion qualité S 911 . Sécurité S131 En travaux pratiques et à partir de l'analyse et de l'étude de processus relatifs à des produits industriels: 60h . Elaboration d'avant projets S82 . Données de fabrication S83 . Chaîne numérique S81	Travaux pratiques 80 h A partir de travaux pratiques de manipulations, d'expérimentations, de validation, cette période doit permettre, à partir de fabrications de types industriels de : - Identifier les performances des machines; - Identifier le comportement des outils et outillages; - Identifier, définir et mettre en œuvre des protocoles de mesure et de contrôle. Des synthèses permettront de conforter les connaissances sur : S764 - S761 - S 762 - S763 - S92.	
De Sept. À fin Janvier	I N T E G R A T I O N	Dans le cadre de minis projets : Par le professeur de construction : 30h Principes de conception d'un outillage S523 Les outils d'expression: S5.3.1 Exploitation de modèles 3D S533 Par le professeur de fabrication : 30h Outillages S763 Caractéristiques des pièces : S5.1.3	Cours 30h: . Choix, maitrise contrôle S923 . Aspects technico économiques S84 . Gestion de l'unité de production S102 Dans le cadre de minis projets: 60h . Elaboration d'avant projets S82 . Données de fabrication S83 . Chaîne numérique S81	Travaux pratiques 80 h Une première partie de cette période sera utilisée pour exploiter les acquis du stage industriel et préparer la soutenance en relation avec le professeur de français et d'anglais (20h). Jusqu'à fin novembre, des travaux pratiques de production de pièces seront mis en œuvre, ils seront pris en compte pour l'évaluation de l'épreuve « Lancement d'une production ». Mise en œuvre du projet de qualification de processus (validé fin octobre).	
De fin Février Au 15 mai	V A L I D A T I O N	Projets de préindustristrialisation. Ces projets confiés aux étudiants seront pilotés par les deux professeurs, ils permettront de conforter les connaissances sur les chapitres : . Procédés : S71 – S72 – S73 . Caractéristiques des pièces : S5.1.3 . Les spécifications S5.1.4	Cours 30h: Gestion de l'unité de production S102 Protection environnement S132 Projets d'industrialisation pris en compte pour l'évaluation de l'épreuve « Conception de processus »	Au cours de cette période et dans le cadre des activités pratiques les étudiants seront amenés à : - Suite du projet de « Qualification de processus » ; - Préparer leur projet de « Traitement d'une affaire » en relation avec le professeur d'économie gestion. Des synthèses permettront de conforter les connaissances sur : S83 – S92	

7. LA CERTIFICATION DES COMPETENCES PROFESSIONNELLES

7.1. E4 – Étude de préindustrialisation

Le support de l'épreuve est constitué par une ou plusieurs pièces issues du même ensemble mécanique. Le contexte de production est précisé : taille des lots, coût prévisionnel, délai, contexte éventuel de co-traitance ou de sous-traitance, moyens disponibles.

Les compétences évaluées sont : C01 – C03 – C04 - C05 – C06

Conseils aux auteurs pour l'élaboration de cette épreuve d'une durée de 6 heures :

On donne	On demande	Conseils pour l'élaboration des sujets
Le dossier de conception préliminaire du produit, de la pièce spécifiée, de données sur les matériaux, les procédés et sur le contexte de production.	Partie 1 : Étude de la relation « produit – procédé – processus prévisionnel » - caractériser une ou des pièces de l'ensemble à réaliser par l'analyse de ses fonctionnalités et mettre ces caractéristiques en relation avec le couple matériau – procédé envisagé ; - décrire ou comparer le processus prévisionnel, en fonction des moyens disponibles et, éventuellement, à acquérir ; - analyser la morphologie de la pièce brute ; - définir les principes d'outillage des procédés d'enlèvement de matière et éventuellement d'assemblage ; - proposer des modifications éventuelles de la géométrie de la pièce au regard des procédés envisagés et argumenter d'un point de vue technique et économique pour tout ce qui est relatif à la production mécanique.	Les sujets s'appuient sur des problèmes techniques authentiques. Le dossier technique comprend le plan d'ensemble ou du sous-ensemble auquel se rapporte (nt) la (ou les) pièce(s) étudiée(s). Le dossier technique ne comprend que les informations nécessaires à la résolution des problèmes techniques proposées. Les auteurs privilégient la pertinence des problèmes techniques à résoudre plus que l'exhaustivité des compétences à valider.
Une représentation spécifiée de la pièce, d'un processus prévisionnel, des contraintes de production (taille des lots, coûts, délais) et des données nécessaires sur les moyens techniques	Partie 2 : Spécification technique. décrire les formes et décoder des spécifications à obtenir ; spécifier les moyens techniques nécessaires au regard des formes et des spécifications à obtenir : type de machine de production, forme des outils, moyens de contrôle ; rédiger un cahier des charges d'outillage (porte-outils, porte-pièces, outillage de contrôle, outillage d'assemblage) et notamment les spécifications d'aptitude à l'emploi ; justifier l'aptitude à l'emploi des équipements et outillages envisagés au regard de leur comportement mécanique : mouvements, trajectoires, efforts et puissances mis en jeu, caractéristiques d'inertie, résistance, déformations; choisir des solutions mobilisant des moyens techniques différents (machines, outils, outillages), argumenter ce choix au regard du cahier des charges imposé et identifier les incidences sur la définition du produit.	Cette partie du sujet s'appuie systématiquement sur un dessin de conception détaillée d'une ou plusieurs pièces issues de l'ensemble mécanique déjà utilisé dans la première partie. On adjoint au dossier tout ou partie nécessaire d'un processus prévisionnel pour la ou les pièces objet de l'étude. Le dossier technique ne comprend que les informations nécessaires à la résolution des problèmes techniques proposées. Les auteurs privilégieront la pertinence des problèmes techniques à résoudre plus que l'exhaustivité des compétences à valider. Cette épreuve ne vise pas à valider les capacités calculatoires du candidat, mais à évaluer son sens de l'analyse et son aptitude à effectuer des choix.

7.2. E51 – Conception de processus

Les compétences évaluées sont : C09 - C10 - C11 - C16

Conseils aux professeurs pour la définition de la situation d'évaluation :

On donne	On demande	Conseils pour la définition de la situation d'évaluation
Un dossier de technique d'une pièce définissant : - le modèle numérique spécifié de la pièce, - la morphologie et les caractéristiques de la pièce en fin de transformation primaire (pièce brute), - les géométries intermédiaires des phases concernées, - le contexte de la production, - un processus prévisionnel de production, - les principes d'outillages associés (modèles numériques définissant l'encombrement) -des bases de données techniques (machines, outils, porte-outils, coupe, contrôle). Et à l'aide : - d'une configuration informatique associée à un logiciel de Fabrication Assistée par Ordinateur (FAO); - d'un logiciel de simulation d'usinage.	Partie 1 : Définition du processus de production de la pièce. - analyse des spécifications de la pièce à obtenir et du processus prévisionnel ; - éventuellement, adaptation du processus prévisionnel au contexte de l'entreprise et à l'organisation envisagée (monoposage ou multiposage, monophase ou multiphase, monoproduction ou multiproduction); - définition des outils; - définition des spécifications de fabrication de chaque phase et des spécifications de la pièce brute; - choix des machines en fonction de leurs performances et de l'organisation retenue, et identification des spécifications à surveiller. Partie 2 : Définition du processus détaillé d'une ou plusieurs phases. - définition des stratégies d'usinage (parcours d'outils, accostage, conditions de coupe); - génération et édition du programme d'usinage ; - validation par simulation du programme d'usinage dans le contexte de mise en œuvre.	L'étude à réaliser s'appuie impérativement sur des supports industriels. Dans le cas du CCF, le support industriel choisi pour un candidat ne saurait être étendu à l'ensemble des autres candidats. Dans cette partie, l'évaluation porte sur les points suivants: - la chronologie des phases et/ou des opérations, - le choix des outils, - les spécifications de fabrication, - le choix des machines en adéquation avec leurs capacité et capabilité l'identification des spécifications critiques. A ce stade de l'épreuve l'étude est limitée à une phase ou plusieurs opérations du processus de production de la partie 1. Cette étude doit pouvoir être traitée avec le dispositif de FAO ordinairement utilisé par le candidat. Ce dispositif doit comporter l'ensemble des fonctionnalités permettant de résoudre l'intégralité des problèmes techniques posés dans l'épreuve (configuration machine, porte-pièce, post-processeur). L'évaluation porte sur : - le choix des stratégies d'usinage, - la définition des trajectoires outils, - la validation par simulation dans le contexte de mise en œuvre, - la conformité du programme, - l'aptitude du candidat à utiliser les outils FAO et de simulation d'usinage.
	Partie 3 : Préparation de la mise en production. - élaboration de fiches outils et de documents de réglage ; - définition et choix des types de contrôle, de la gamme de contrôle et des modes opératoires associés ; - définition des paramètres de suivi statistique de processus ; - définition de l'organisation du poste.	Dans cette partie de l'épreuve le candidat définit le contrôle des spécifications de fabrication relatives à une phase ou une opération du processus établi dans la partie 1. Le candidat édite à l'aide du logiciel de FAO, l'ensemble des documents opératoires nécessaires à la mise en production de la pièce, conformément au travail réalisé dans les parties 1 et 2. La conception d'un moyen spécifique de contrôle n'est pas envisageable. Un document renseigné concernant les procédures de réglage, et l'organisation du poste doit être établi.

7.3. E52 – Présentation du projet de qualification de processus

Les compétences évaluées sont : C02 – C12 – C13 – C14 - C15

Conseils aux professeurs :

On donne	On demande	Conseils pour le choix des projets et l'organisation
Ce projet s'appuie sur un problème d'industrialisation relevant d'un contexte réel d'entreprise : la ou les pièces à produire sont issues du milieu industriel et les moyens de production sont équivalents à ceux mobilisés par l'entreprise. Il s'agit de valider des solutions retenues dans le processus détaillé dans le respect du plan de qualité de l'entreprise. Cette validation (qualification du processus) est effectuée à partir d'essais réels, et éventuellement simulés, conduisant à proposer des solutions et des améliorations au processus détaillé initial.	Partie 1 : Présentation du projet et du travail effectué. Durant cette phase, le candidat présente : - le projet qui lui a été confié (le processus détaillé initial et les hypothèses de faisabilité associées) ; - le contexte et les contraintes de production ; - le ou les problèmes techniques à résoudre ; - les propositions d'actions ; - les problèmes rencontrés et les solutions envisagées ; - la justification de ses choix ; - les améliorations technico-économiques obtenues au niveau du processus ; - les réalisations concrètes associées. Partie 2 : Présentation de la ou des solutions retenues. Le candidat procède à une démonstration réelle et éventuellement simulée, présentant la ou les solutions retenues pour un ou plusieurs problèmes techniques qui lui ont été posés, validant ou non les hypothèses initiales et faisant apparaître les améliorations technico-économiques obtenues au niveau du processus. Dans le cas particulier d'un processus industriel en entreprise, le candidat peut présenter à la commission d'évaluation la ou les solutions retenues dans le contexte du processus réel en situation de	L'organisation retenue doit permettre à la commission d'évaluer les compétences définies cidessus, et acquises par le candidat durant toute la durée du projet de qualification de processus. C'est pourquoi, la commission d'évaluation s'appuie sur le rapport de projet élaboré par le candidat ainsi que sur la présentation réalisée. Il est impératif que le dossier, ainsi que la soutenance, répondent au(x) problème(s) posé(s) au candidat dans son contrat individuel et exposent la démarche mise en œuvre. La démonstration de la qualification en mode production de la phase, dont l'étude fait l'objet, permettra de justifier les choix retenus. La pertinence des actions mises en œuvre par le candidat, son implication dans la démarche de projet, ainsi que la méthodologie utilisée sont essentielles dans cette épreuve. Il est impératif que des revues de projet jalonnent le parcours du candidat, afin de ne pas laisser le candidat s'engager sur de fausses pistes. Le projet de qualification de processus est un support d'évaluation mais il est surtout un des temps forts de la formation.
	production.	

Contenu du dossier présenté à la commission de validation inter-académique

Cette commission a pour but de valider la réalité industrielle des produits étudiés ainsi que la pertinence des études proposées.

L'équipe pédagogique doit donc présenter pour chaque produit étudié un dossier d'industrialisation constitué par les données économiques, les données de définition, les processus détaillés proposés ainsi que les problèmes qu'ils soulèvent.

Pour chaque candidat, un contrat individuel est établi. Celui-ci doit lister l'ensemble des données du processus détaillé ainsi que le (ou les) problème(s) technique(s) sur lequel le candidat devra centrer son étude.

Un tableau de synthèse présentant l'ensemble des problèmes techniques abordés permettra de s'assurer que les études menées par les candidats au sein d'un même groupe abordent un large champ de domaines techniques.

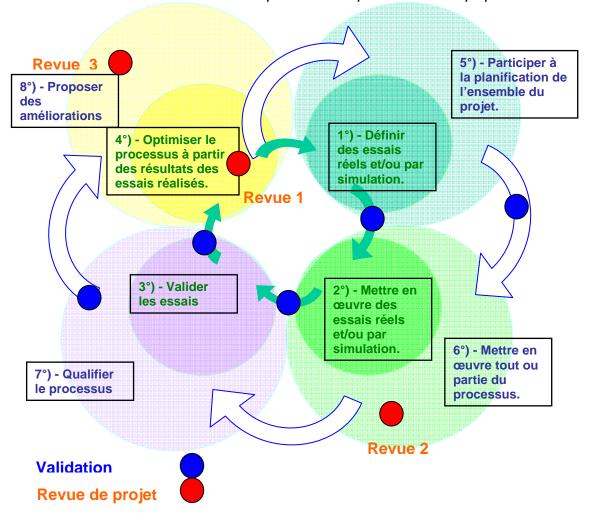
Positionnement des revues de projet en cours de formation

Il est de la responsabilité de l'équipe pédagogique de valider les différentes étapes du déroulement du projet. Cette validation doit également permettre aux candidats d'identifier les tâches du technicien « qualification de processus » dans le processus d'industrialisation. Certaines de ces étapes doivent donc faire l'objet d'une revue de projet.

Ces revues de projet doivent s'inscrire dans la progression pédagogique mise en place. C'est à l'enseignant de retenir celles qui présentent un caractère pertinent pour justifier la participation de l'ensemble du groupe (par exemple : un compte-rendu d'essai de coupe d'un matériau spécial ; la mise en œuvre d'un procédé nouveau ; une recherche intéressante de causes assignables lors de la qualification d'un processus ; ...etc.)

Le schéma ci-dessous propose une situation possible des revues au sein du déroulement du projet. Trois revues de projet peuvent êtres retenues et servir, ainsi, de support pour l'évaluation du candidat par l'équipe pédagogique.

- Étape n°1 : Définir des essais réels et/ou par simulation
- Étape n°2 : Mettre en œuvre des essais réels et/ou par simulation
- Étape n°3 : Valider les essais
- Étape n°4 : Optimiser le processus à partir des résultats des essais réalisés
 - Revue n°1 : Validation des essais et des conséquences sur le processus.
- Étape n°5 : Participer à la planification de l'ensemble du projet
- Étape n°6 : Mettre en œuvre tout ou partie du processus
 - Revue n°2 : Validation de la réalisation en mode production.
- Étape n°7 : Qualifier le processus
- Étape n°8 : Proposer des améliorations
 - Revue n°3: Présentation des procédures de qualification et des propositions d'amélioration.



7.4. E61 – Lancement d'une production

Les compétences évaluées sont : C17 - C18 - C20 - C21

Conseils aux professeurs pour la définition de la situation d'évaluation :

On donne	On demande	Conseils pour la définition de la situation d'évaluation
Un dossier technique (documents et fichiers numériques) définissant un processus de production pour une ou plusieurs phase donnée et comportant les éléments suivants : - un programme de pilotage du moyen de production à commande numérique (celui-ci pourra être issu d'un système de FAO) ; - un document de synthèse définissant, opération par opération, les conditions de coupe des outils ; - les définitions de mise et de maintien en position de la (ou des) pièce(s) comportant les caractéristiques dimensionnelles et géométriques des porte-pièces ; - les spécifications de fabrication ; - la définition détaillée des ensembles outils / porte-outils mis en œuvre (les spécifications dimensionnelles utiles pour les assemblages outils / porte-outils seront précisés : longueur minimale de sortie d'outil si l'assemblage est réglable, dimension nominale des grains réglables) ; - les protocoles de mise en œuvre des moyens de mesure.	On demande: de configurer le moyen de production conformément aux spécifications; d'appliquer une stratégie de réglage visant à produire le plus rapidement possible des pièces géométriquement conformes; de mesurer la ou les pièces produites; d'identifier les causes d'éventuels dysfonctionnements; d'apporter les corrections qui s'imposent. Les moyens matériels à mettre en œuvre sont: une machine à commande numérique non équipée; les outils et porte-outils définis dans le dossier technique (les ensembles porte-plaquette et plaquettes pourront être fournis séparément, les ensembles outils/porte-outils ne seront pas fournis assemblés); le porte-pièces à installer (le porte-pièces peut-être universel, dédié ou constitué d'éléments modulaires assemblés, et dans ce dernier cas, il sera fourni assemblé et conforme aux exigences du dossier technique). un lot de pièces; tous les moyens de mesure usuels en production: moyens de métrologie au marbre, colonne de mesure numérique, machine à mesurer tridimensionnelle, projecteur de profil, rugosimètre	Cette évaluation doit faire l'objet d'une attention particulière de la part des auteurs des sujets mais aussi des évaluateurs pour garantir aux candidats des situations équitables. Le support de mise en œuvre retenu doit s'inspirer impérativement d'un support industriel et ne saurait en aucun cas se limiter à un exercice académique sans lien évident avec un problème technique réaliste. Pour le CCF, la situation d'évaluation devra être située dès le premier trimestre de la deuxième année du cursus de formation de l'étudiant de STS IPM. Le choix des supports techniques utilisés doit être effectué en adéquation avec le contexte professionnel dans lequel devra évoluer le technicien « méthode –atelier ». Les phases à mettre en œuvre devront comporter l'une au moins des difficultés suivantes : - mise en œuvre d'un centre de fraisage 4 ou 5 axes, ou d'un centre de tournage comportant des outils motorisés, - opérations différentes réalisées avec un même outil avec des conditions de coupe différentes, - réalisation d'un élément avec plusieurs pièces : panoplie de pièces identiques ou de pièces différentes, - réalisation en une seule phase de plusieurs pièces : panoplie de pièces identiques ou de pièces différentes, - réalisation ne portera pas sur la mise au point de telle ou telle opération (ceci aura été fait au préalable et consigné dans les données techniques mise à disposition du candidat), mais se concentrera sur le réglage du moyen de production pour garantir la conformité des pièces au cahier des charges. La mise en œuvre de moyens de mesure spécifiques au lancement est souhaitable. L'analyse des résultats de mesure et sa conséquence sur le réglage du moyen de production sont la finalité de cette épreuve.

7.5. E62 - Traitement d'une affaire

Les compétences évaluées sont : C07 - C08 - C19 - C23 - C25

Conseils aux professeurs :

On donne	On demande	Conseils pour le choix des projets et l'organisation
Le support de l'épreuve est relatif à une demande de réalisation (usinage ou/et assemblage), dans le contexte d'une optimisation "coût – qualité – délais" : - de quelques exemplaires d'une pièce, - ou d'une petite série non renouvelable de pièces, - ou d'un seul exemplaire d'un ensemble (cas d'un outillage). À partir d'une demande de réalisation comportant les données suivantes : - la définition de la pièce ou de l'ensemble à réaliser, - la quantité à fabriquer, les délais demandés, - les contraintes liées à la qualité (traçabilité, taux de rebut acceptable, dérogations, conditionnement spécifique), - le contexte de l'entreprise (données techniques et économiques, taux de charge, procédures d'élaboration des devis, sous-traitance et cotraitance).	Partie 1: Etude de la demande de réalisation. Le candidat doit: - évaluer la faisabilité technique de la demande par une mise en relation des équipements nécessaires et de la diversité et des performances du parc machine disponible; - évaluer la faisabilité du point de vue du taux de charges des moyens, en adaptant, si nécessaire, le planning dans le respect du délai de livraison en prenant en compte les différents paramètres de disponibilité, de préparation et d'exploitation des équipements; - calculer un coût prévisionnel en prenant en compte les différents paramètres liés à la démarche économique de l'entreprise de référence afin d'établir un devis; - formaliser une réponse écrite à la demande de réalisation, incluant l'offre de prix et de délai, en utilisant les précautions d'usage liées aux contraintes juridiques et commerciales. Partie 2: Présentation de l'étude. Le candidat doit, devant la commission d'évaluation (durée maximale : 20 minutes): - présenter son étude; - expliciter les consignes (la nomenclature des phases, les procédures de réglage, l'adaptation du planning) qu'il transmettrait lors d'une réunion aux professionnels chargés de la réalisation.	Le professeur d'Économie - gestion de la section doit impérativement être associé, dés le départ, à la constitution du dossier de la demande de réalisation et, donc, à la définition des données. La demande de réalisation et le contexte de l'entreprise doivent correspondre à une réalité industrielle. En fonction de l'importance de l'étude, donc du volume global du travail, l'élaboration du dossier de l'offre de réalisation pourra être confiée à un ou plusieurs candidats. Dans le cas d'une étude confiée à plusieurs candidats : - l'équipe pédagogique visera une répartition équilibrée du volume de travail; - le travail attendu, défini dans un contrat individuel, permettra à chaque candidat d'accomplir la totalité des activités définies ci-contre – il est donc nécessaire que l'étude permette de différencier des « sousréalisations » justifiant l'exécution de chacune de ces activités. Dans une section, il est souhaitable d'avoir la plus grande diversité d'offres à traiter : - types de produit (prototype, outillages, pièces de rechange,); - procédés de réalisation (usinage, assemblage, traitement,); - contraintes économiques (unitaire, petite série, en interne, sous-traitance,). L'utilisation de l'outil informatique (logiciels d'élaboration de devis, de GPAO,) est possible, voire souhaitée. Le candidat devra toutefois être capable, lors de la présentation de l'étude, de montrer qu'il connaît, pour le problème posé, une méthode de résolution sans assistance informatique.

7.6. E63 – Présentation du rapport de stage industriel

7.6.1. Objectif

Tout étudiant doit faire un stage en milieu professionnel, d'une durée de 8 semaines, afin de compléter et d'améliorer sa perception du milieu industriel. Ce stage se déroule entre la 1^{ère} année et la 2^{ème} année.

7.6.2. Choix de l'entreprise

Le stage doit s'effectuer dans une entreprise susceptible d'employer un titulaire du diplôme et dont l'activité est en adéquation avec le référentiel des activités professionnelles. Les types d'entreprises à privilégier sont celles où l'on retrouvera les fonctions de :

Technicien responsable de production

<u>Définition du métier</u>: Participe à la détermination des objectifs de production dont il est responsable (coûts, délais, qualité, quantité). Organise, met en oeuvre, optimise et suit la fabrication en fonction de ces objectifs. Contribue à l'élaboration de la politique d'évolution des moyens de production et à l'amélioration des produits et des procédés. Assume des responsabilités techniques variables selon la taille de l'entreprise, sa localisation, les quantités produites, le nombre de références, le niveau et l'organisation hiérarchique, le degré d'automatisation... Anime et dirige des équipes d'ouvriers. Gère le budget de son service, et parfois l'ensemble d'une unité de production.

Technicien méthode d'ordonnancement/planning

• <u>Définition du métier</u>: Définit et décrit les processus de fabrication des produits industriels, à partir d'un dossier technique établi par le bureau d'études. Evalue les coûts de production et les temps d'exécution des tâches. Planifie la fabrication. Optimise les délais de réalisation et l'utilisation des moyens de production en minimisant les coûts. Veille à l'adéquation entre capacités de production et charges de travail. Assure le suivi de la fabrication. Peut se spécialiser en méthodes ou en ordonnancement-planification (planning). Peut aussi participer au choix des méthodes de fabrication et à l'amélioration des outils de production.

Gestionnaire des stocks

 <u>Définition du métier</u>: Conçoit, organise ou participe à la définition des stratégies les plus rationnelles pour assurer le cheminement d'un produit depuis sa production jusqu'à sa distribution avec un souci constant d'optimisation du rapport qualité-service-coût. Exerce des fonctions d'encadrement et de coordination de différentes fonctions dans l'entreprise.

Animateur/Technicien qualité :

 <u>Définition du métier</u>: Intervient sur tout problème d'organisation générale en milieu administratif ou industriel, pour simplifier et renforcer la productivité et la qualité des modes de fonctionnement (amélioration, innovation). aide à la conception, à la préparation, à la structuration et accompagne les projets d'amélioration de l'entreprise, intervient pour la conception et l'aménagement de postes de travail, en vue de prévenir les risques et d'améliorer les conditions de travail.

La recherche d'un stage fait partie de la formation. Il appartient donc à chaque étudiant d'effectuer les démarches nécessaires pour trouver un lieu de stage, en négocier le contenu avec le maître de stage, (des éléments d'aide sur le contenu du stage, les conditions, etc., sont fournis aux étudiants par l'équipe pédagogique). Cette dernière doit veiller à informer l'entreprise d'accueil des objectifs du stage et des compétences qu'il vise à développer.

7.6.3. Suivi du stage

Un membre de l'équipe pédagogique rend visite à l'étudiant stagiaire et au tuteur en entreprise au moins une fois en cours du stage. Dans le cas de stages très éloignés du centre de formation, exceptionnellement ces contacts peuvent s'effectuer par mail, téléphone ou fax.

7.6.4. Le contenu du stage

Le stage doit permettre une implication professionnelle du stagiaire sur un sujet de l'entreprise dans le contexte de l'entreprise. Son objectif est de permettre à l'étudiant de faire preuve de ses aptitudes techniques, professionnelles et sociales (rapports humains, travail d'équipe, ..). Le sujet du stage doit être le plus proche possible des compétences à développer, notamment celles relatives à des propositions d'organisation et d'amélioration de la gestion des moyens (productivité et disponibilité) et des stocks.

Toutefois l'observation pure et simple du fonctionnement d'une entreprise est une composante importante et incontournable du stage.

7.6.5. Le déroulement du stage

Pendant le stage en entreprise, l'étudiant a obligatoirement la qualité d'étudiant stagiaire et non de salarié.

En cas de problème, de quelque nature qu'il soit, (maladie, difficulté technique, relations dans l'Entreprise, sujet modifié ou inadapté...) l'étudiant doit en informer immédiatement l'établissement.

Chaque étudiant en stage doit garder présent à l'esprit qu'il porte en permanence « l'image de son établissement de formation ». Par conséquent, il contribue à donner une représentation positive ou négative, non seulement de lui-même mais aussi des étudiants des promotions antérieures ou futures, susceptibles d'avoir des relations (stages, emploi...) avec cette entreprise. Il doit donc éviter tout incident et faire appel aux responsables du Lycée en cas de difficultés.

En fin de stage, un certificat est remis au stagiaire par le responsable de l'entreprise ou par son représentant, attestant la présence de l'étudiant dans l'entreprise pour la durée prévue. Le candidat qui ne présentera pas cette attestation à la commission d'évaluation, ne pourra pas être admis à subir l'épreuve E6 sous-épreuve E63. Un candidat, qui, pour une raison de force majeure dûment constatée, n'effectue qu'une partie du stage obligatoire, peut être autorisé par le recteur à se présenter à l'examen, le jury étant tenu informé de sa situation.

7.6.6. Constitution du rapport de stage

Le dossier, d'environ 30 pages au maximum (hors pages de garde, sommaire, remerciements, annexes, ...) comprend **quatre parties** de poids sensiblement équivalent :

- **A- La première partie**, contient les documents relatifs à, une description générale de l'entreprise et à la présentation de son activité :
 - l'organisation de l'entreprise,
 - les aspects économiques (marché, approvisionnements, ...),
 - ses partenaires extérieurs (clients, fournisseurs, sous-traitants, etc.),
 - les relations avec les partenaires extérieurs,
 - les relations humaines dans l'entreprise.

Une description du service où l'étudiant a effectué son stage.

B - La seconde partie, liée à la participation du stagiaire au fonctionnement d'un système de production, permet à l'étudiant d'approfondir ses connaissances en liant ce qu'il peut observer ou

expérimenter en entreprise et les connaissances acquises au cours de la formation. **Au minimum deux compétences**, choisies dans la liste ci-dessous, seront retenues pour illustrer cette partie :

- C22 Suivre la production,
- C26 Établir une fiche de poste,
- C27 Établir les risques liés à la sécurité des personnes, définir et mettre en œuvre des mesures de prévention adaptées,
- C28 Transmettre des informations relatives à l'unité de production.
- C29 Gérer les moyens et les stocks de l'unité de production,
- C30 Assurer la disponibilité des biens,
- C31 Appliquer les règles de protection de l'environnement.
- **C La troisième partie**, liée à la conduite de tout ou partie d'une étude (compétence C24 cidessous citée), correspond à une démarche plus réflexive autour de la tâche confiée au stagiaire. Cette partie décrit le travail à réaliser, les éléments de solutions apportés aux problèmes techniques posés et met en valeur l'apport personnel du stagiaire.
 - C24 Identifier les marges de progrès et proposer des améliorations assorties.
- **D La quatrième partie.** Cette partie d'environ 2 pages (environ 500 mots) devra être rédigé en anglais. Cette conclusion résume le travail réalisé, ses perspectives et se termine par les autres aspects du stage (contexte de travail, expérience humaine, ...). Cet écrit ne sera pas évalué, mais servira de support à l'entretien, en langue anglaise, prévu dans le cadre de cette épreuve.

7.6.7. La soutenance

La durée de la présentation est de 30 minutes : exposé 10 minutes + entretien 10min + oral anglais 10 minutes.

Cette soutenance nécessite un travail de préparation car l'étudiant doit éviter tout résumé de son rapport. Elle permet à l'étudiant de présenter, oralement et de façon argumentée, son travail à la commission d'évaluation. Il doit faire émerger les axes essentiels de l'analyse et de la réflexion, en utilisant des supports de présentation adaptés. La soutenance a aussi pour but de familiariser l'élève aux techniques d'expression orale et d'entretien en langues française et anglaise.

Le matériel mis à disposition par le centre de formation pour cette épreuve est constitué par un micro-ordinateur, un vidéo projecteur et un environnement logiciel de présentation type « PowerPoint ».

7.6.8. L'évaluation

Différents éléments interviendront dans l'évaluation globale du stage :

- la fiche d'appréciation du maître de stage (non évaluée en tant que telle) qui sera jointe au rapport et qui constitue un élément informatif pour les membres du jury ;
- le rapport pour sa présentation et son contenu ;
- la soutenance pour sa forme, son contenu et les réponses aux questions ;
- les conclusions en anglais.

8. PRINCIPES DE L'ÉVALUATION PAR CONTRÔLE EN COURS DE FORMATION (CCF)

Les principes définis ci-après s'appliquent à l'ensemble des épreuves ou unités délivrées sous la forme du contrôle en cours de formation, quelle que soit la voie de formation empruntée par le candidat ou l'établissement dont il est issu, ceci afin de maintenir l'homogénéité de l'évaluation certificative et de garantir la qualité du diplôme.

Dans tous les cas, la définition d'une épreuve ou d'une sous-épreuve sous forme ponctuelle ou sous forme CCF a pour objectif l'évaluation des mêmes compétences terminales.

L'évaluation certificative sert à déterminer le niveau terminal atteint par le candidat par rapport au niveau requis pour l'obtention du diplôme. Il ne s'agit donc pas de mesurer les progrès réalisés par le candidat. L'évaluation certificative doit ainsi être distinguée de l'évaluation formative.

8.1. Finalités du CCF

Le but du contrôle en cours de formation est de procéder à une évaluation certificative (1) de compétences terminales (2), par sondage (3), par les formateurs (4) eux-mêmes au fur et à mesure que les formés atteignent le niveau requis (5).

- (1) **certificative**: Fait partie des épreuves de l'examen.
- (2) terminales : Il ne s'agit en aucun cas d'évaluer des compétences intermédiaires, mais bien celles qui sont visées en fin de formation, pour lesquelles il n'est pas nécessaire d'attendre la fin de toute la formation.
- (3) par sondage : On ne cherche pas à évaluer toutes les compétences (à la différence du contrôle continu).
- (4) par les formateurs : les formateurs sont ainsi habilités à procéder à l'évaluation au même titre que le jury de l'examen. Leurs propositions sont transmises au jury sans procédure d'harmonisation des notes.
- (5) à mesure que les formés atteignent le niveau requis : On certifie au fur et à mesure que les compétences sont atteintes. D'un point de vue pratique il faut se donner un « créneau de dates » dans lequel sont organisées les évaluations afin de rester dans le cadre légal de la durée de formation.

8.2. Modalités de mise en oeuvre du CCF

Principe : Les formateurs organisent, dans la continuité du processus de formation, une situation d'évaluation, pour un formé ou plus, dans le cadre du règlement d'examen, afin de certifier que les compétences visées sont acquises.

Contraintes: Par conséquent, on évalue quand c'est possible et sans interrompre le processus de formation, ceux qui ont atteint les compétences visées. Ils sont placés dans une situation d'évaluation (correspondant à une situation de travail réelle ou simulée) afin de faire la démonstration de leurs compétences. Cela doit correspondre à la définition de l'épreuve, qu'elle soit ponctuelle ou en CCF. Donc: mêmes compétences, mêmes situations de travail, mêmes données, etc.

Les compétences sont regroupées dans les unités constitutives du diplôme qui doivent être, sauf exception, évaluées en une seule situation d'évaluation : Il peut être légitime d'évaluer une unité en plusieurs fois, seulement lorsque les situations de travail demandent trop de temps (et seulement dans ce cas-là) ou qu'un enchaînement est techniquement et professionnellement nécessaire (revue de projet dans une unité de projet par exemple).

On certifie au fur et à mesure que les compétences sont atteintes: D'un point de vue pratique, il faut se donner un « créneau de dates » dans lequel sont organisées les évaluations afin de rester dans le cadre légal de la durée de formation. Mais cela ne signifie en aucun cas que tous les candidats doivent être évalués en même temps. Ceux qui sont prêts sont évalués, ceux qui ne le sont pas le sont plus tard après un complément de formation (si possible en auto formation partielle afin de ne pas ralentir le groupe). A la fin du délai prévu, tous devront avoir été évalués. Ceux qui n'ont pas atteint les compétences, recevront une note insuffisante pour obtenir l'unité visée, le jeu des compensations permettra éventuellement d'obtenir l'examen dans sa forme globale.

8.3. Caractéristiques des situations d'évaluation

Elles peuvent être des situations de travail réelles ou simulées, ou bien des situations construites pour évaluer.

La détermination de ces situations d'évaluation découle d'une nécessaire identification de situations (ou activités) caractéristiques de la qualification visée par le diplôme, sous tous ses aspects tant culturels que professionnels.

Dans le domaine professionnel, l'analyse des activités professionnelles de référence décrites dans le référentiel des activités professionnelles facilite la définition des situations d'évaluation. On sera toutefois vigilant sur le fait qu'une situation de travail peut permettre la formation et ne pas présenter les conditions nécessaires à l'évaluation.

Ces situations d'évaluation doivent être définies à partir des éléments suivants :

- les compétences à évaluer ;
- les conditions de l'évaluation ;
- la définition de l'activité à réaliser et ses conditions de réalisation ;
- la performance attendue ;
- les critères de l'évaluation.

Les conditions de réalisation de l'activité comportent des éléments relatifs au contexte technique (moyens, équipements, modes d'organisation du travail...), aux consignes et instructions, aux caractéristiques de temps et de lieu, à la situation de communication, aux relations fonctionnelles, aux outils et documents fournis, à l'étendue de responsabilité ou au degré d'autonomie...

Ces conditions de l'évaluation peuvent être différentes des conditions de réalisation de l'activité. L'ensemble de ces conditions a une influence sur la qualité de la performance. Le recours au contexte est nécessaire pour l'analyse du niveau de maîtrise des compétences attendues.

Les critères de l'évaluation peuvent porter sur le résultat obtenu et/ou sur la démarche utilisée et les stratégies mises en œuvre.

Les situations d'évaluation ne visent pas à évaluer de façon exhaustive toutes les compétences.

8.4. Évaluation finale, rôle du jury et des corps d'inspection

L'ensemble des résultats des situations donne lieu à une note correspondant à une épreuve ou à une unité. Cette note est proposée par l'équipe pédagogique au jury qui reste seul compétent pour arrêter la note finale.

Lorsque les évaluations ont lieu durant la période de formation en milieu professionnel, la proposition de note émane conjointement des enseignants et des tuteurs.

La proposition de note présentée au jury est argumentée notamment au moyen des documents ayant servi à élaborer cette proposition (ex. : grilles d'évaluation).

Les différentes informations relatives aux situations d'évaluation auxquelles le candidat a été soumis sont portées à la connaissance du jury, lequel peut émettre des observations sur la pertinence des situations choisies.

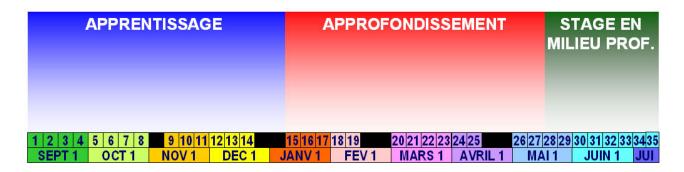
Les corps d'inspection des spécialités et des disciplines concernées veillent à la qualité et au bon déroulement des situations d'évaluation ainsi qu'à leur conformité au règlement d'examen.

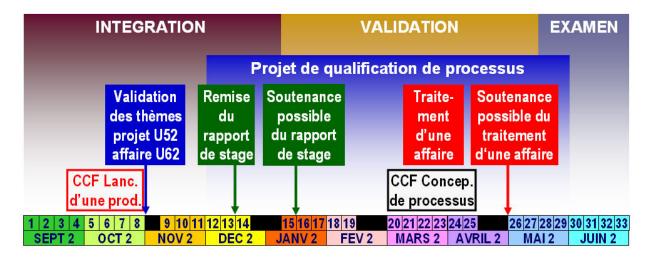
Sous le contrôle des corps d'inspection, les équipes pédagogiques devront procéder aux ajustements nécessaires pour assurer une harmonisation de la pratique du CCF. Une commission de suivi sera mise en place en tant que de besoin.

9. ORGANISATION TEMPORELLE DES SITUATIONS D'ÉVALUATION

Pour les candidats scolaires (établissements publics ou privés sous contrat), apprentis (CFA ou sections d'apprentissage habilités) et de la formation professionnelle continue dans les établissements publics habilités, l'examen du BTS IPM est constitué d'épreuves et sous-épreuves ponctuelles et de sous-épreuves relevant du CCF. Pour ces dernières, il s'agit de mettre en cohérence les objectifs de formation et les modalités proposées pour l'évaluation des candidats.

Le schéma ci-dessous propose, relativement aux enseignements technologiques et professionnels et à la certification des compétences professionnelles, une organisation temporelle des situations d'évaluation au cours de la seconde année de formation.





10. LES LIEUX D'ENSEIGNEMENT ET LES ÉQUIPEMENTS

10.1. Recommandation générale

L'évolution souhaitée du plateau technique du BTS IPM s'inscrit dans un objectif d'adaptation permanente de la formation en relation avec l'activité industrielle de référence. L'optimisation des locaux et des moyens nous incite également à une certaine prudence concernant une inflation toujours possible des surfaces et une démultiplication exagérée des équipements.

10.2. Les zones fonctionnelles d'enseignement

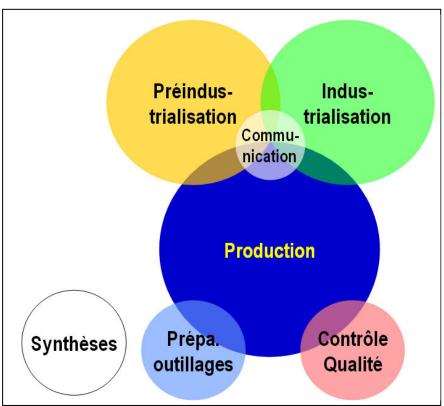
Pour ce qui concerne les locaux, il est recommandé de privilégier :

- Les plateaux techniques communs garantissant la diversification des activités et le travail d'équipe devenu indispensable (BTS IPM, Bac Pro Technicien d'Usinage et/ou BEP MPMI).
- Les structures ouvertes pour permettre une mutualisation de tout ou partie des moyens, et évolutives pour mettre en œuvre les adaptations souhaitées. Il est donc impératif d'éviter tout cloisonnement excessif.
- Les organisations proches de la réalité industrielle donnant une véritable lisibilité aux activités développées (Éliminer les aménagements en « salle de classe » pour les remplacer par des îlots).
- Les implantations aérées qui permettent un accès aisé et dans le respect des normes de sécurité. Pour ce faire il est impératif d'exclure les équipements peu ou pas utilisés.
- La mise en place d'une signalétique donnant un maximum de lisibilité aux activités développées dans la zone concernée.

Pour mettre en œuvre la stratégie d'enseignement qui a été développée tout au long de ce « Repères pour la formation et l'évaluation du BTS IPM », sept zones principales d'enseignement sont identifiées.

Le schéma ci-contre présente les relations fonctionnelles entre ces sept zones.

Sur ce schéma. le chevauchement entre deux indique zones que leur situation géographique autorise une communication physique directe. Ainsi, cinq zones chevauchent la zone « Production ». De plus, pour permettre le partage des bases de données et la mise en œuvre complète de la chaîne numérique (cf. § 4.1), ces cinq zones et la zone « Production » doivent, à l'aide informatique. d'un réseau pouvoir communiquer numériquement



Identification des lieux privilégiés pour les enseignements technologique et professionnels (pour la formation initiale sous statut scolaire)

	LOCAUX D'ENSEIGNEMENT							
Enseignements	Préindustrialisation	Industrialisation	Production	Prépa outillages	Contrôle-Qualité	Communication	Synthèses	Milieu industriel
Étude des produits et des outillages	+++	++	+	+		+	+	
Mécanique industrielle	+++					+	+++	
Procédés et mise en œuvre		++	+++	++	++	+	+	
Conception des processus	+	+++	+			+	+	
Qualité et contrôle		+	+++		++	+	+	+
Gestion de la production		+	+			+	+	++
Gestion tech. et économi. d'une affaire		+++	+			++	+	
Systèmes de production et maintenance		+	++			+	+	
Sécurité - Environnement		+	++	+		+	+	+++
Projet de qualification de processus		+++	+++	++	++	+	+	
Traitement d'une affaire		+++				+++	+	++

□ LA ZONE « PRÉINDUSTRIALISATION »

Il s'agit d'une salle jouxtant les zones d'industrialisation, de production et de communication. Elle permet le fonctionnement de groupes de travail « en plateforme » : groupes projets ou groupes produits en ingénierie concourante ou collaborative.

Cette zone permet l'étude de produits et d'outillages à partir :

- d'ensembles ou sous-ensembles mécaniques réels (produits, pièces, outillages) ;
- d'activités sur des supports virtuels : exploitation de maquettes numériques, simulation de comportement (statique, cinématique, dynamique, résistance,...), simulation de procédés, exploitation de bibliothèques et de banques de données ;
- de dossiers de conception et d'industrialisation.

Cette zone dispose de 12 stations informatiques équipées de logiciels de CAO, de simulation (comportements mécaniques, procédés), de bibliothèques et de banques de données.

□ LA ZONE « INDUSTRIALISATION »

Il s'agit d'une salle jouxtant les zones de préindustrialisation, de production et de communication.

Elle dispose de 12 stations informatiques équipées de logiciels « métiers » : CAO, FAO (avec possibilité de téléchargement des programmes pièces vers les DCN des MOCN), simulation d'usinage, bibliothèques, banques de données, GPAO, calcul de temps, calcul de devis.

□ LA ZONE « PRODUCTION »

Cette zone constitue le cœur du plateau technique de formation où l'élève (ou l'étudiant) découvre, observe, pratique, expérimente, valide et produit.

Elle est équipée de Machines-Outils à Commande Numérique MOCN de production à caractère industriel permettant de conduire simultanément :

- des activités d'apprentissage de la mise en œuvre des machines,
- des essais de mise au point et de qualification de processus,
- de lancement et de conduite de productions.

Elle est intégrée numériquement (les directeurs de commande sont en réseau avec les postes informatiques situés dans la salle d'Industrialisation pour permettre le téléchargement des programmes et la télémaintenance des MOCN par internet). Au voisinage de chaque MOCN, est prévu un espace pour les équipements périphériques et le poste de contrôle.

□ LA ZONE « PRÉPARATION DES OUTILS ET OUTILLAGES »

Cette zone se situe à proximité immédiate des zones de production et est physiquement identifiable et délimitée. Elle comprend deux zones internes dédiées, pour la première, à la préparation des outils et porte-outils, pour la seconde, à la préparation des porte-pièces.

□ LA ZONE « CONTRÔLE-QUALITÉ »

Cette zone se situe à proximité immédiate des zones de production et est physiquement identifiable et délimitée. Cette zone permet l'acquisition des concepts fondamentaux de la métrologie et du contrôle. Elle dispose d'une machine à mesurer tridimensionnelle. L'agencement et le réglage des montages de contrôle des productions sont réalisés dans cette zone.

□ LA ZONE « COMMUNICATION »

Afin de permettre, les rencontres et les échanges avec les industriels (entreprises partenaires), avec les fournisseurs et les clients, une salle de communication équipée (téléphone, fax, internet, table de réunion 8 personnes, tableau, paper board, possibilité vidéo projection, ..) est absolument nécessaire. Cette salle permettra aussi la tenue des revues de projets.

□ LA ZONE « SYNTHÈSES »

Il s'agit d'une salle banalisée permettant d'effectuer la synthèse et de dispenser la partie magistrale des enseignements technologiques et professionnels à l'ensemble des étudiants d'une section. Elle doit disposer de moyens de communication audiovisuelle (rétroprojection, vidéo-projection,...).

10.3. Les équipements pédagogiques

Pour ce qui concerne les **équipements**, il est recommandé de privilégier :

Un *complément primordial dans le domaine des machines multiaxes* (centre d'usinage 5 axes, machine de tournage 3 axes axe C, centre de tournage de plus de 3 axes, bi broches).

- Un investissement essentiel dans le domaine de la grande vitesse (CU disposant d'une fréquence de broche supérieure à 25000 tr/ min ainsi que les périphériques associés (banc d'équilibrage, de frettage, outillages adaptés...).
- Une diversification souhaitable concernant les performances des différentes machines : vitesse de broche, avance, puissance, courses, rigidité...
- Un environnement de mesure avec une machine à mesurer les coordonnées à commande numérique, un appareil à mesurer les états de surface et un appareil de mesure de dureté.
- Une continuité et une cohérence nécessaire au niveau des outils de la chaîne numérique (CAO, FAO, post processeur, simulation...).

- Des systèmes de palettisation à repositionnement rapide permettant de délocaliser l'activité de préparation des porte pièces et garantissant de ce fait une meilleure utilisation des équipements onéreux.
- Des systèmes de palettisation à repositionnement rapide permettant une activité de préparation des porte-pièces externe à la machine et garantissant de ce fait une meilleure utilisation des équipements onéreux
- Des postes informatiques (un poste pour deux étudiants minimum) permettant une activité « hors ligne » de mise au point des programmes pour répondre à la préoccupation précédente.
- Des projets d'investissements qui s'appuieraient sur une analyse des compétences et des savoirs associés permettrant de mettre en oeuvre des apprentissages non couverts par les équipements disponibles (exemple de l'assemblage).

Les équipements pédagogiques recommandés

Zones - Activités		Matériels	Туре	Nb	Commentaires
Production	Lancement de productions	CU CN	palettisé 4 axes	1	Usinage en panoplie de pièces différentes.
		CU CN UGV	4 axes ou 5 axes	1	Pièces déformables, pièces sensibles aux vibrations géométries difficiles d'accès.
		Tour CN	2 axes	1	De grande capacité avec contre pointe. De grande rigidité pour usinage de matériaux durs.
		Centre de Tournage - Fraisage CN	Machine de tournage 3 axes (dont axe C) Bi broche (une ou deux tourelles)	1	Minimum de posages et maximum d'opérations
	Ammontion	Tour CN	2 axes	2	De petite capacité puissance < 5 kW.
	Apprentissages	CU CN	3 axes	2	Cohérence des programmes FAO / DCN.
	Essais Qualification	CU CN	3 axes	1	De grande capacité puissance > 10 kW.
	ESSAIS QUAIIIICALIUIT	Tour CN	2 axes	1	Essais, mesures, capabilités, problèmes de stratégies de coupe.
		MMT	CN	1	Logiciel d'exploitation des relevés en adéquation avec le codage normalisé des spécifications. Répétabilité des mesures
Co	ontrôle - Qualité	Colonne de mesure		1	
		Projecteur de profil		1	
		Banc d'essai de dureté		1	
		Banc de mesure de la rugosité		1	
		Outils et attachements en éléments modulaires			Standard d'outils et attachements en adéquation avec les MOCN et les productions en cours et envisagées
Prép	oaration des outils et	Éléments modulaires pour porte-pièces			
	outillages	Banc de préréglage des outils		1	
		Système de palettisation à repositionnement rapide			Équipement des MOCN de production et MMT
		Banc de frettage		1	production of which
		Banc d'équilibrage		1	
		Postes informatiques		12	
		Postes informatiques		12	
Pré	eindustrialisation et ndustrialisation	Logiciel	CAO / FAO		Bibliothèque d'éléments modulaires
		Logiciel de devis			
Inc		Logiciel de gestion			
		Réseau de communication			Vers tous les postes info + MOCN + MMT
		Accès Internet			Travaux de recherche et communication en général

11. ANNEXE – Documents de validation et Fiches types

Pour ne pas alourdir le corps du document « Repères pour la formation et l'évaluation du BTS IPM », cette annexe fait partie d'un document complémentaire comprenant :

• les documents de validation en commission interacadémique des thèmes de :

- Qualification des processus (E52),	Doc IPM-V52
Traitement d'une effaire (EG2)	Doc 1014 V62

- Traitement d'une affaire (E62).

Doc IPM-V62

• les fiches types d'évaluation

E5 - Avant-projet et projet d'industrialisation

- E51 – Conception des processus	Doc IPM-E51
- E52 – Présentation du projet de qualification de processus	Doc IPM-E52

o E6 – Réalisation et production

-	
- E61 – Lancement d'une production	Doc IPM-E61
- E62 – Traitement d'une affaire	Doc IPM-E62
- E63 – Présentation du rapport de stage industriel	Doc IPM-E63