

11

FABRICATION MÉCANIQUE

USINAGE SUR MACHINES-OUTILS À COMMANDE NUMÉRIQUE

*PROGRAMME D'ÉTUDES
5224*

FABRICATION MÉCANIQUE

USINAGE SUR MACHINES-OUTILS À COMMANDE NUMÉRIQUE

PROGRAMME D'ÉTUDES 5224

Le programme *Usinage sur machines-outils à commande numérique* conduit à l'attestation de spécialisation professionnelle et prépare à l'exercice du métier de *machiniste*

Direction générale de la formation
professionnelle et technique

© Gouvernement du Québec
Ministère de l'Éducation, 1999 – 98-0926

ISBN 2-550-33962-2

Dépôt légal – Bibliothèque nationale du Québec, 1999

Le présent programme d'études *Usinage sur machines-outils à commande numérique* est édicté en vertu de l'article 461 de la *Loi sur l'instruction publique* (L.R.Q., c.-I-13-3).

Il a été soumis aux comités confessionnels du Conseil supérieur de l'éducation, conformément aux dispositions du paragraphe a) de l'article 23 de la *Loi sur le Conseil supérieur de l'éducation* (L.R.Q., chapitre C-60) tel que remplacé par l'article 569 du chapitre 84 des lois de 1988.

ÉQUIPE DE PRODUCTION

Coordination

Denis Laroche
Claude Proulx
Responsables du secteur de formation
Fabrication mécanique

Conception et rédaction

Robert Cabot
Enseignant et spécialiste de contenu

Avec la collaboration de
Guy Larente
Yvan Péloquin
Jacques Tremblay
René Tousignant
Membres de l'équipe d'harmonisation

Soutien technique

Louise Blanchet
Conseillère technique en élaboration de
programmes

Avec la collaboration de
Julie Audet
Manon Paquette
Conseillères techniques en élaboration de
programmes

Révision linguistique

Sous la responsabilité des
Services linguistiques du ministère de
l'Éducation

Éditique

Martine Demers
Agente de secrétariat
Direction générale de la formation
professionnelle et technique

Remerciements

La réalisation de cet ouvrage a été rendue possible grâce à de nombreux collaborateurs des milieux du travail et de l'éducation.

Le ministère de l'Éducation remercie les personnes suivantes, qui ont contribué à l'élaboration du programme *Usinage sur machines-outils à commande numérique* :

Milieu du travail

Yvon Alix
Ajustage ALTech inc.
Cowansville

André Bolduc
Atelier d'usinage Marmen inc.
Cap-de-la-Madeleine

Rénald Chênevert
Verbom inc.
Valcourt.

Denis Deshaies
Usinage Meloche
Valleyfield

Richard Gosselin
Entreprise Solstice ltée
Saint-Hubert

Carmy Hayes
Centre d'adaptation de la main-d'œuvre en
aérospatiale du Québec (CAMAQ)
Montréal

Fabien Lauzé
Atelier d'usinage Aero ltée
Montréal

Martin Bergeron
Cammec La Baie
Ville de la Baie

Alain Chabot
Rotobec inc.
Sainte-Justine

Richard Leblanc
Valmet-Canada inc.
Lachine

Bernard Marceau
IBM Bromont
Bromont

Guy Parenteau
Usinage Vincent
Tracy

Paul-André Rousseau
S. Huot inc.
Québec

Luc St-Jean
Automatech Ind.
Granby

Jean Valin
Industrie Guérette inc.
Longueuil

Claude Boisvert
Bombardier Canadair
Saint-Laurent

François Desbiens
Société Messier Dowty
Saint-Janvier

François Gaudreau
Air/Terre équipement
Granby

Milieu de l'éducation

René Bourgeois
CS Côte-du-sud

Pierre Boucher
CS Saint-Jérôme

Gaston Carignan
CS de Manicouagan

Herman D'Anjou
CS de Portneuf

Raymond Dion
CS Lac-Saint-Jean

Luc Gélinas
CS de la Mauricie

Normand Julien
CS de La Jeune-Lorette

Yves Brousseau
CS Saint-Hyacinthe

François Laroche
CS catholique de Sherbrooke

Serge Lefebvre
CS District de Bedford

Ellamine Letaief
CS du Sault-Saint-Louis

Ghislain Magny
CS Harricana

Pierre Malenfant
CS de Rivière-du-Loup

Benoît Manseau
CS de Hull

Gaétan Meilleur
CS de l'Industrie

TABLE DES MATIÈRES

PRÉSENTATION DU PROGRAMME	1
HARMONISATION DES PROGRAMME D'ÉTUDES	3
VOCABULAIRE	11

PREMIÈRE PARTIE

1	SYNTHÈSE DU PROGRAMME D'ÉTUDES	15
2	BUTS DE LA FORMATION	17
3	COMPÉTENCES VISÉES	19
	MATRICE DES OBJETS DE FORMATION	20
4	OBJECTIFS GÉNÉRAUX	21
5	OBJECTIFS OPÉRATIONNELS	23
5.1	DÉFINITION DES OBJECTIFS OPÉRATIONNELS	23
5.2	GUIDE DE LECTURE DES OBJECTIFS OPÉRATIONNELS	24

DEUXIÈME PARTIE

MODULE 1 :	MÉTIER ET FORMATION	29
MODULE 2 :	INTERPRÉTATION DE DESSINS COMPLEXES LIÉS À LA COMMANDE NUMÉRIQUE	35
MODULE 3 :	MATHÉMATIQUES LIÉES A L'USINAGE SUR MACHINES-OUTILS À COMMANDE NUMÉRIQUE.....	39
MODULE 4 :	PROGRAMMATION MANUELLE D'UN TOUR À COMMANDE NUMÉRIQUE..	43
MODULE 5 :	USINAGE DE PIÈCES SIMPLES AU TOUR À COMMANDE NUMÉRIQUE	47
MODULE 6 :	PROGRAMMATION MANUELLE D'UN CENTRE D'USINAGE	55
MODULE 7 :	USINAGE DE PIÈCES SIMPLES AU CENTRE D'USINAGE	59
MODULE 8 :	PROGRAMMATION AUTOMATIQUE	67
MODULE 9 :	USINAGE COMPLEXE AU TOUR À COMMANDE NUMÉRIQUE	71
MODULE 10 :	USINAGE COMPLEXE AU CENTRE D'USINAGE.....	79
MODULE 11 :	NOUVELLES ORGANISATIONS DU TRAVAIL.....	87
MODULE 12 :	PRODUCTION EN SÉRIE.....	91
MODULE 13 :	INTÉGRATION AU MARCHÉ DU TRAVAIL.....	99

PRÉSENTATION DU PROGRAMME

Le programme *Usinage sur machines-outils à commande numérique* a été conçu suivant un cadre d'élaboration des programmes qui exige, notamment, la participation des milieux du travail et de l'éducation.

Le programme est défini par compétences, formulé par objectifs et découpé en modules. Il est conçu selon une approche globale qui tient compte à la fois de facteurs tels les besoins de formation, la situation de travail, les finalités, les buts ainsi que les stratégies et les moyens pour atteindre les objectifs.

Dans le programme, on énonce et structure les compétences minimales que l'élève, jeune ou adulte, doit acquérir pour obtenir son attestation de spécialisation professionnelle. Ce programme doit servir de référence pour la planification de l'enseignement et de l'apprentissage ainsi que pour la préparation du matériel didactique et du matériel d'évaluation.

La durée totale du programme est de 885 heures réparties en 13 modules; de ce nombre, 570 sont consacrées à l'acquisition de compétences liées directement à la maîtrise des tâches du métier et 315 à l'acquisition de compétences plus larges. Cependant, il existe un tronc commun entre le présent programme ASP 5224 et le programme *Techniques d'usinage*, DEP 5223 puisque ce dernier comporte une formation de base en usinage sur machines-outils à commande numérique. Ainsi, les élèves qui ont obtenu leur diplôme d'études professionnelles et qui souhaitent se spécialiser en usinage sur machines-outils à commande numérique se voient reconnaître les compétences déjà acquises. Dans ce cas, la formation à la spécialité est répartie en 5 modules, et sa durée est réduite à 420 heures, dont 330 sont consacrées à l'acquisition de compétences liées à la maîtrise des tâches du métier et 90 à l'acquisition de compétences générales.

La durée des modules varie de 15 à 120 heures (multiple de 15). Cette durée comprend le temps consacré à l'évaluation des apprentissages aux fins de la sanction des études et à l'enseignement correctif.

Le programme se divise en deux parties. La première, d'intérêt général, constitue une vue d'ensemble du programme de formation; elle comprend cinq chapitres. Le premier chapitre synthétise, sous forme de tableau, l'information essentielle. Le deuxième définit les buts de la formation, le troisième traite des compétences visées et le quatrième, des objectifs généraux. Enfin, le cinquième chapitre apporte des précisions au sujet des objectifs opérationnels. La seconde partie vise davantage les personnes touchées par l'application du programme. On y décrit les objectifs opérationnels de chacun des modules. On y formule également, à l'intention des utilisatrices et des utilisateurs, des suggestions concernant l'approche pédagogique ainsi que des éléments de contenu qui se rapportent à chacune des compétences du programme. Cette information est offerte à titre indicatif.

Dans ce contexte d'approche globale, deux documents accompagnent le programme : le *Guide d'évaluation* et le *Guide d'organisation matérielle et pédagogique*.

HARMONISATION DES PROGRAMMES D'ÉTUDES

Le programme de formation professionnelle *Usinage sur machines-outils à commande numérique, 5224*, relève du secteur *Fabrication mécanique*. Il a été conçu et rédigé dans le contexte d'un projet d'harmonisation de différents programmes de ce secteur de formation. Il s'agit des programmes de formation technique *Techniques de génie mécanique* et *Techniques de construction aéronautique* ainsi que des programmes de formation professionnelle *Dessin industriel* et *Techniques d'usinage*.

L'harmonisation des différents programmes a été effectuée dans une perspective de continuité des filières de formation. Elle a pour objectif premier de favoriser la poursuite des études en optimisant la démarche et les efforts de la personne durant sa formation, qu'il s'agisse d'un retour aux études ou d'une réorientation. Elle permet effectivement de faciliter le passage d'un programme à un autre ou d'un ordre d'enseignement à un autre et d'éviter ainsi le chevauchement des apprentissages.

Des tableaux d'équivalences ont été conçus dans le but de mettre en relief les liens existant entre les différents programmes ayant fait l'objet d'une harmonisation. Ces tableaux sont présentés ci-après.

Il convient de mentionner que les équivalences entre les programmes peuvent prendre différentes formes. Ainsi, quelques compétences sont communes à plusieurs programmes d'études. Leur contenu est alors identique, et on leur attribue le même code de matière lorsqu'elles se trouvent dans des programmes relevant d'un même ordre d'enseignement. Il peut aussi arriver qu'une compétence corresponde à la somme de plusieurs des compétences d'un autre programme ou qu'une compétence soit jugée équivalente à une compétence d'un autre programme par l'équipe de rédaction, sans pour autant être libellée de façon identique. Les tableaux ci-après illustrent l'ensemble de cette information. Pour tous les autres cas, il appartiendra à l'établissement d'accueil d'évaluer les acquis scolaires des personnes et de les reconnaître.

Les tableaux qui suivent concernent chacun des programmes touchés par l'harmonisation. On y trouve, dans la colonne de gauche, les codes et les énoncés des compétences du programme visé. Les colonnes de droite renferment les codes des compétences équivalentes des autres programmes. Ainsi, la personne ayant acquis une ou plusieurs compétences du programme en question devrait se voir reconnaître la ou les compétences équivalentes, dans un autre programme, si elle choisit d'y poursuivre sa formation.

La personne ayant acquis une ou des compétences du programme *Usinage sur machines-outils à commande numérique* (5224) peut se voir reconnaître la ou les compétences jugées équivalentes dans l'un des programmes ci-dessous, si elle choisit d'y poursuivre sa formation.

Tableau 1 Équivalences du programme *Usinage sur machines-outils à commande numérique*

DE →		VERS			
USINAGE SUR MACHINES-OUTILS À COMMANDE NUMÉRIQUE (ASP) 5224		Dessin industriel (DEP) 5225	Techniques de génie mécanique (DEC) 241.A0	Techniques d'usinage (DEP)¹ 5223	Techniques de construction aéronautique (DEC) 280.B0
372011	Se situer au regard du métier et de la démarche de formation			372011	
372292	Interpréter des dessins complexes liés à l'usinage sur machines-outils à commande numérique				
372303	Résoudre des problèmes mathématiques liés à l'usinage sur machines-outils à commande numérique			372182	
372194	Effectuer la programmation manuelle d'un tour à commande numérique		0133	372194	011Z
372214	Effectuer la programmation manuelle d'un centre d'usinage		012W	372214	
372314	Effectuer de la programmation automatique		0135		
372206	Usiner des pièces simples au tour à commande numérique		012V	372206	
372226	Usiner des pièces simples au centre d'usinage			337226	
372328	Effectuer des travaux d'usinage complexe au tour à commande numérique				
372338	Effectuer des travaux d'usinage complexe au centre d'usinage				
372153	S'adapter aux particularités des nouvelles organisations du travail	372153	012X	372153	0127
372346	Usiner les pièces d'une production en série en usinage sur machines-outils à commande numérique				
372354	S'intégrer au marché du travail			372286	

1. Le programme *Usinage sur machines-outils à commande numérique* mène à l'obtention d'une attestation de spécialisation professionnelle. Il exige des élèves s'y inscrivant qu'elles et ils soient titulaires d'un diplôme d'études professionnelles en *Techniques d'usinage* ou qu'elles et ils aient suivi une formation et possèdent des acquis expérimentaux équivalents. De fait, il n'est pas concevable qu'une personne ayant suivi le programme de spécialisation poursuive sa formation dans le programme de base. Les équivalences figurant dans le tableau n'ont pour but que de mettre en lumière les compétences qui seraient reconnues aux titulaires du nouveau DEP qui s'inscriraient à la formation spécialisée.

La personne ayant acquis une ou des compétences du programme *Techniques d'usinage* (5223) peut se voir reconnaître la ou les compétences jugées équivalentes dans l'un des programmes ci-dessous, si elle choisit d'y poursuivre sa formation.

Tableau 2 – Équivalences du programme *Techniques d'usinage*

DE		VERS			
TECHNIQUES D'USINAGE (DEP) 5223		Dessin industriel (DEP) 5225	Techniques de génie mécanique (DEC) 241.A0	Usinage sur MOCN (ASP) 5224	Techniques de construction aéronautique (DEC) 280.B0
372011	Se situer au regard du métier et de la démarche de formation			372011	
372024	Résoudre des problèmes mathématiques liés à l'usinage conventionnel				
372035	Interpréter des dessins techniques	372035	012F		
372041	Prévenir les risques d'atteinte à la santé et à la sécurité au travail				
372054	Effectuer le relevé et l'interprétation de mesures	372054	012P		
372066	Effectuer des travaux d'atelier				
372072	Interpréter de l'information technique concernant les matériaux et les procédés de fabrication				
372083	Produire des croquis		012G		
372096	Effectuer des travaux de tournage cylindrique extérieur		012Q		011S
372105	Effectuer des travaux de tournage cylindrique intérieur				
372125	Usiner des filets au tour				
372118	Effectuer des travaux d'usinage parallèle et perpendiculaire sur fraiseuse				
372133	Effectuer des travaux de perçage et d'alésage sur fraiseuse		012R		
372178	Effectuer des travaux d'usinage angulaire et circulaire sur fraiseuse				
372144	Rectifier des surface planes				
372153	S'adapter aux particularités des nouvelles organisations du travail	372153	012X	372153	0127
372162	S'initier au milieu du travail				
372182	Résoudre des problèmes mathématiques liés à l'usinage sur machines-outils à commande numérique			372303	
372194	Effectuer la programmation manuelle d'un tour à commande numérique		0133	372194	
372214	Effectuer la programmation manuelle d'un centre d'usinage		012W	372214	
372206	Usiner des pièces simples au tour à commande numérique		012V	372206	
372226	Usiner des pièces simples au centre d'usinage			372226	
372238	Effectuer des travaux de tournage complexe				
372248	Effectuer des travaux de fraisage complexe				
372255	Usiner les pièces d'une production en série en usinage conventionnel (au choix de l'établissement)				
372265	Effectuer des travaux d'usinage sur aléseuse (au choix de l'établissement)				
372271	Explorer les possibilités de créer son emploi				
372286	S'intégrer au marché du travail			372354	

La personne ayant acquis une ou des compétences du programme *Dessin industriel* (5225 peut se voir reconnaître la ou les compétences jugées équivalentes dans l'un des programmes ci-dessous, si elle choisit d'y poursuivre sa formation.

Tableau 3 – Équivalences du programme *Dessin industriel*

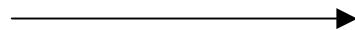
DE →		VERS			
DESSIN INDUSTRIEL DEP 5225		Techniques de génie mécanique (DEC) 241.A0	Techniques d'usinage (DEP) 5223	Usinage sur MOCN (ASP) 5224	Techniques de construction aéronautique (DEC) 280.B0
372311	Se situer au regard du métier et de la démarche de formation				
372324	Résoudre des problèmes appliqués au dessin industriel				
372035	Interpréter des dessins techniques	012F	372035		
372335	Produire des croquis	012G	372083		011U
372356	Produire les dessins de détail de pièces mécaniques	012N			
372395	Produire des dessins d'ensemble	012U			
372345	Exploiter un poste de travail informatisé	012M			
372364	Représenter des organes de liaison				
372373	Représenter la disposition et le mouvement des pièces d'un mécanisme				
372386	Interpréter de l'information technique concernant les matériaux et les procédé de fabrication		372072		
372407	Exploiter les fonctions spécialisées d'un logiciel de dessin assisté par ordinateur	013C			
372054	Effectuer le relevé et l'interprétation de mesures	012P	372054		
372414	Déterminer des tolérances dimensionnelles	012S			
372421	Corriger un dessin				
372436	Représenter des organes de transmission				
372446	Produire des dessins de développement	013B			
372456	Modéliser un objet en trois dimensions	013D			
372466	Produire les dessins de détail d'un mécanisme				
372476	Schématiser des canalisations industrielles et des circuits				
372482	Utiliser des moyens pour trouver ou créer son emploi		372271		
372495	Produire les dessins d'un système mécanique				
372507	Dessiner le bâti d'une machine				
372153	S'adapter aux particularités des nouvelles organisations du travail	012X	372153	372153	0127
372517	Concevoir un objet technique simple				
372526	S'intégrer au marché du travail				

La personne ayant acquis une ou des compétences du programme *Techniques de génie mécanique* (241.A0) peut se voir reconnaître la ou les compétences jugées équivalentes dans l'un des programmes ci-dessous, si elle choisit d'y poursuivre sa formation.

Tableau 4 – Équivalences du programme *Techniques de génie mécanique*

DE		VERS			
TECHNIQUES DE GÉNIE MÉCANIQUE (DEC) 241.A0		Dessin industriel (DEP) 5225	Techniques d'usinage (DEP) 5223	Usinage sur MOCN (ASP) 5224	Techniques de construction aéronautique (DEC) 280.B0
012D	Analyser la fonction de travail				
012E	Résoudre des problèmes appliqués à la mécanique industrielle	372324	372024		011Q
012F	Interpréter des dessins techniques	372035	372035		
012G	Produire des croquis	372335	372083		011U
012N	Produire les dessins de détail de pièces mécaniques	372356			
012U	Produire des dessins d'ensemble	372395			
012H	Interpréter de l'information technique concernant les matériaux et les procédés de fabrication	372386	372072		
012J	Analyser les forces internes et externes exercées sur un objet mécanique				011W
012K	Planifier l'application de traitements thermiques				
012L	Effectuer la conception technique des liaisons d'un objet				
012M	Exploiter un poste de travail informatisé	372345			
012P	Effectuer le relevé et l'interprétation de mesures	372054	372054		
012S	Déterminer des tolérances dimensionnelles	372414			011T
012T	Déterminer les tolérances géométriques requises pour un assemblage				
012Q	Conduire un tour conventionnel		372096 372105		011S
012R	Conduire une fraiseuse conventionnelle		372118		
012V	Conduire une machine-outil à commande numérique		372206 372226	372206 372226	
012W	Effectuer la programmation manuelle d'un centre d'usinage		372214	372214	011Z
0133	Effectuer la programmation manuelle d'un tour à commande numérique		372194	372194	
0135	Effectuer de la programmation automatique			372314	
012X	S'adapter aux particularités des nouvelles organisations du travail	372153	372153	372153	0127
012Y	Établir la séquence des opérations relatives à des procédés de fabrication				0129
0134	Élaborer une gamme de fabrication				
012Z	Contrôler la qualité des produits				
0130	Modifier le concept des composants d'un équipement industriel				
0131	Effectuer la conception technique de l'outillage nécessaire au projet de fabrication				012A
0132	Effectuer une veille technologique				
0136	Produire l'outillage nécessaire à la réalisation du projet de fabrication				
0137	Planifier l'entretien d'un parc de machines				

DE



VERS

TECHNIQUES DE GÉNIE MÉCANIQUE (DEC) 241.A0		Dessin industriel (DEP) 5225	Techniques d'usinage (DEP) 5223	Usinage sur MOCN (ASP) 5224	Techniques de construction aéronautique (DEC) 280.B0
0138	Entretien des machines de fabrication				
0139	Organiser le travail pour une production de moyenne série				
013A	Coordonner un projet de fabrication de moyenne série				
013B	Produire des dessins de développement	372446			
013C	Exploiter les fonctions spécialisées d'un logiciel de dessin assisté par ordinateur	372407			
013D	Modéliser un objet en trois dimensions	372456			
013E	Élaborer des circuits hydrauliques et pneumatiques de machines industrielles				
013F	Effectuer la conception technique d'un système de canalisations industrielles				
013G	Effectuer la conception technique d'un système industriel				
013H	Effectuer la conception technique de bâtis de machines				
013J	Élaborer des circuits automatisés de base				
013K	Automatiser un système industriel				
013L	Coordonner un projet de conception				

La personne ayant acquis une ou des compétences du programme *Techniques de construction aéronautique* (280.B0) peut se voir reconnaître la ou les compétences jugées équivalentes dans l'un des programmes ci-dessous, si elle choisit d'y poursuivre sa formation.

Tableau 5 – Équivalences du programme *Techniques de construction aéronautique*

DE →		VERS			
TECHNIQUES DE CONSTRUCTION AÉRONAUTIQUE (DEC) 280.B0		Dessin industriel (DEP) 5225	Techniques de génie mécanique (DEC) 241.A0	Techniques d'usinage (DEP) 5224	Usinage sur MOCN (ASP) 5223
011P	Analyser les fonctions de travail				
011Q	Effectuer des calculs appliqués à l'aéronautique	372324			
011R	Interpréter des dessins techniques reliés à l'aéronautique	372035	012F	372035	
011S	Exploiter les possibilités des procédés d'usinage		012Q 012R		
011T	Assurer la conformité des caractéristiques dimensionnelles et géométriques des composants d'aéronefs	372414	012S 012T		
011U	Produire et modifier des croquis, des dessins techniques et des modèles reliés à l'aéronautique	372335 372356 372395	012G 012N 012U		
011V	Exploiter les possibilités des procédés de formage				
011W	Optimiser la performance des matériaux utilisés en aéronautique		012K		
011X	Établir des relations entre les caractéristiques de fonctionnement d'un aéronef et les principes de construction				
011Y	Concevoir et modifier une pièce primaire d'un composant d'aéronef				
011Z	Produire et modifier des programmes pour les machines à commandes numériques		012W 0133 0135		372194 372214 372314
0120	Exploiter les possibilités de la mise en forme des matériaux composites				
0121	Établir des relations entre les caractéristiques des systèmes d'un aéronef et les décisions de conception et de planification				
0122	Exploiter les possibilités des procédés d'assemblage				
0123	Concevoir et modifier des composants d'aéronef				
0124	Effectuer la recherche et le traitement de l'information technique				
0125	Élaborer des concepts et des procédures de réparation de structures				
0126	Contribuer à l'optimisation du processus manufacturier	372153	012X	372153	372153
0127	Interagir avec le personnel dans des situations de travail variées				
0128	Assurer le contrôle de la qualité		012Z		
0129	Élaborer et modifier des gammes de fabrication		0134		
012A	Concevoir et modifier l'outillage de fabrication de composants d'aéronefs		0131		
012B	Élaborer et modifier des cahiers de montage				
012C	Concevoir et modifier l'outillage nécessaire à l'assemblage de composants d'aéronefs				

VOCABULAIRE

Buts de la formation

Intentions éducatives retenues pour le programme. Il s'agit d'une adaptation des buts généraux de la formation professionnelle pour une formation donnée.

Compétence

Ensemble intégré de connaissances, d'habiletés de divers domaines, de perceptions et d'attitudes permettant à une personne de réaliser adéquatement une tâche ou une activité de travail ou de vie professionnelle.

Objectifs généraux

Expression des intentions éducatives en catégories de compétences à faire acquérir à l'élève. Ils permettent le regroupement d'objectifs opérationnels.

Objectifs opérationnels

Traduction des intentions éducatives en termes pratiques pour l'enseignement, l'apprentissage et l'évaluation. Dans le contexte d'une approche par compétences, il s'agit de la traduction des intentions éducatives en compétences à acquérir, selon les exigences.

Module

Unité constitutive ou composante d'un programme d'études comprenant un objectif opérationnel.

Unité

Étalon servant à exprimer la valeur de chacune des composantes (modules) d'un programme d'études en attribuant à ces composantes un certain nombre de points pouvant s'accumuler pour l'obtention d'un diplôme; l'unité correspond à quinze heures de formation.

PREMIÈRE PARTIE

1 SYNTHÈSE DU PROGRAMME D'ÉTUDES

Nombre de modules : 13
Durée en heures : 885
Valeur en unités : 59

Usinage sur machines-outils à commande numérique
Code du programme : 5224

CODE	N°	TITRE DU MODULE	DURÉE (heures)	UNITÉS
372011	1	Métier et formation	15	1
372292	2	Interprétation de dessins complexes liés à la commande numérique	30	2
372303	3	Mathématiques liées à l'usinage sur machines-outils à commande numérique	45	3
372194	4	Programmation manuelle d'un tour à commande numérique	60	4
372206	5	Usinage de pièces simples au tour à commande numérique	90	6
372214	6	Programmation manuelle d'un centre d'usinage	60	4
372226	7	Usinage de pièces simples au centre d'usinage	90	6
372314	8	Programmation automatique	60	4
372328	9	Usinage complexe au tour à commande numérique	120	8
372338	10	Usinage complexe au centre d'usinage	120	8
372153	11	Nouvelles organisations du travail	45	3
372346	12	Production en série	90	6
372354	13	Intégration au milieu de travail	60	4

- Quinze heures valent une unité.

Ce programme conduit à une attestation de spécialisation professionnelle en *Usinage sur machines-outils à commande numérique*.

2 BUTS DE LA FORMATION

Les buts de la formation en *Usinage sur machines-outils à commande numérique* sont définis à partir des buts généraux de la formation professionnelle et en tenant compte, en particulier, de la situation de travail.

1 Rendre la personne efficace dans l'exercice d'une profession

- Lui permettre d'exécuter correctement, et en obtenant des résultats acceptables dès l'entrée sur le marché du travail, les tâches et les activités inhérentes à l'usinage sur machines-outils à commande numérique.
- Lui permettre d'évoluer convenablement dans son travail en favorisant :
 - l'acquisition des habiletés intellectuelles lui permettant de porter un jugement éclairé sur son travail et de prendre les décisions qui conviennent;
 - l'acquisition de l'habileté à planifier et à organiser son travail en fonction des délais fixés;
 - l'acquisition de l'habileté à résoudre des problèmes de mathématiques liés à l'usinage sur machines-outils à commande numérique et à effectuer de la programmation manuelle et automatique;
 - le développement du sens des responsabilités et l'acquisition d'habitudes relatives à l'autocontrôle;
 - une préoccupation constante pour la santé et la sécurité au travail;
 - la minutie et la précision dans l'exécution du travail;
 - le développement du sens de l'observation et de la perception spatiale;
 - le développement de la capacité à comprendre des directives;
 - le renforcement de la capacité à établir des relations interpersonnelles, à communiquer et à travailler en équipe;
 - l'utilisation du vocabulaire technique, en français et en anglais.

2 Favoriser l'intégration de la personne à la vie professionnelle

- Lui permettre de connaître le marché du travail en général ainsi que le contexte particulier du métier.
- Lui permettre de connaître les nouvelles facettes de l'organisation du travail.
- Lui permettre de connaître ses droits et ses responsabilités comme travailleuse ou travailleur.

3 Favoriser l'évolution et l'approfondissement de savoirs professionnels chez la personne

- Lui permettre d'accroître sa capacité à s'adapter au changement.
- Lui permettre de développer son autonomie pour mieux s'informer, se documenter et apprendre de nouvelles technologies.
- Lui permettre de comprendre les principes sous-jacents aux techniques utilisées.
- Lui permettre de développer sa capacité à effectuer des travaux d'une plus grande complexité.
- Lui permettre d'avoir une préoccupation constante pour l'excellence ainsi que les attitudes fondamentales pour le succès professionnel.

4 **Assurer la mobilité professionnelle de la personne**

- Lui permettre d'acquérir une attitude positive à l'égard des changements technologiques, des situations nouvelles et de la formation continue.
- Lui permettre de développer sa capacité à résoudre des problèmes.
- Lui permettre d'atteindre la polyvalence nécessaire pour évoluer au sein de cellules de travail.

3 COMPÉTENCES VISÉES

Les compétences visées en *Usinage sur machines-outils à commande numérique* sont présentées dans le tableau qui suit. On y met en évidence les compétences générales, les compétences particulières (ou propres au métier) ainsi que les grandes étapes du processus de travail.

Les compétences générales sont associées à des activités de travail ou de vie professionnelle. Elles portent, entre autres, sur l'application de principes techniques ou scientifiques liés au métier. Les compétences particulières visent des tâches et des activités du métier. Quant au processus de travail, il met en évidence les principales étapes de l'exécution des tâches et des activités propres au métier.

Le tableau de la page suivante est à double entrée; il s'agit d'une matrice qui permet de voir les liens qui unissent des éléments placés à l'horizontale et des éléments placés à la verticale. Le symbole (Δ) montre qu'il existe une relation entre une compétence particulière et une étape du processus de travail. Le symbole (O) marque quant à lui un rapport entre une compétence générale et une compétence particulière. Des symboles noircis indiquent, en plus, que l'on tient compte de ces liens dans la formulation d'objectifs visant l'acquisition de compétences particulières (ou propres au métier).

La logique qui a présidé à la conception de la matrice influe sur la séquence d'enseignement des modules. De façon générale, on prend en considération une certaine progression dans la complexité des apprentissages et du développement de l'autonomie de l'élève. De ce fait, l'axe vertical présente les compétences particulières dans l'ordre à privilégier pour l'enseignement et sert de point de départ pour l'agencement de l'ensemble des modules. Certains deviennent ainsi préalables à d'autres ou doivent être vus en parallèle.

MATRICE DES OBJETS DE FORMATION				PROCESSUS (grandes étapes)							COMPÉTENCES GÉNÉRALES (activités connexes dans le domaine de la technologie, des disciplines,							TOTAUX	
		OBJECTIFS OPÉRATIONNELS DE PREMIER NIVEAU	DURÉE	Interpréter les dessins et les manuels techniques	Organiser le travail	Effectuer une programmation	Effectuer le travail	Contrôler la qualité	Ranger et nettoyer	Effectuer l'entretien courant de l'équipement	Se situer au regard du métier et de la démarche de formation	Interpréter des dessins complexes liés à l'usinage sur machines-outils à commande	Résoudre des problèmes de mathématiques liés à l'usinage sur machines-outils à commande numérique	Effectuer la programmation manuelle d'un tour à commande numérique	Effectuer la programmation manuelle d'un centre d'usinage	Effectuer de la programmation automatique	S'adapter aux particularités des nouvelles organisations du travail	NOMBRE D'OBJECTIFS	DURÉE DE LA FORMATION
NUMÉROS	NUMÉRO										1	2	3	4	6	8	11		
	OBJECTIFS OPÉRATIONNELS DE PREMIER NIVEAU	T									s	c	c	c	c	c	c	7	
	DURÉE		H								15	30	45	60	60	60	45		315
5	Usiner des pièces simples au tour à commande numérique	c	90	▲	▲	▲	▲	▲	▲	○	●	●	●			○			
7	Usiner des pièces simples au centre d'usinage	c	90	▲	▲	▲	▲	▲	▲	○	●	●		●		○			
9	Effectuer de l'usinage complexe au tour à commande numérique	c	120	▲	▲	▲	▲	▲	▲	○	●	●	●		●	○			
10	Effectuer de l'usinage complexe au centre d'usinage	c	120	▲	▲	▲	▲	▲	▲	○	●	●		●	●	○			
12	Usiner les pièces d'une production en série en usinage sur machines-outils à commande numérique	c	90	▲	▲	▲	▲	▲	▲	○	●	●	●	●	●	●			
13	S'intégrer au marché du travail	s	60	△	△	△	△	△	△	○	○	○	○	○	○	○			
NOMBRE D'OBJECTIFS		6																13	
DURÉE DE LA FORMATION			570																885

t : Type d'objectif de comportement «c» ou de situation «s»

△ Existence d'un lien fonctionnel

▲ Application d'un lien fonctionnel

{ Entre les compétences particulières et le processus

○ Existence d'un lien fonctionnel

● Application d'un lien fonctionnel

{ Entre les compétences générales et les compétences particulières

4 OBJECTIFS GÉNÉRAUX

Les objectifs généraux du programme *Usinage sur machines-outils à commande numérique* sont présentés ci-après. Ils sont accompagnés, dans chaque cas, de leurs compétences sous-jacentes.

Faire acquérir à l'élève les compétences de base nécessaires à l'exécution des tâches du métier

- Interpréter des dessins complexes liés à l'usinage sur machines-outils à commande numérique.
- Résoudre des problèmes de mathématiques liés à l'usinage sur machines-outils à commande numérique.

Faire acquérir à l'élève les compétences nécessaires pour effectuer de la programmation

- Effectuer la programmation manuelle d'un tour à commande numérique.
- Effectuer la programmation manuelle d'un centre d'usinage.
- Effectuer de la programmation automatique.

Faire acquérir à l'élève les compétences nécessaires à l'usinage sur machines-outils à commande numérique

- Usiner des pièces simples au tour à commande numérique.
- Usiner des pièces simples au centre d'usinage.
- Effectuer des travaux d'usinage complexe au tour à commande numérique.
- Effectuer des travaux d'usinage complexe au centre d'usinage.

Faire acquérir à l'élève les compétences nécessaires pour collaborer activement au travail en équipes multidisciplinaires dans les entreprises

- S'adapter aux particularités des nouvelles organisations du travail.
- Usiner les pièces d'une production en série en usinage sur machines-outils à commande numérique.

Faire acquérir à l'élève les compétences nécessaires à l'intégration harmonieuse au milieu scolaire et au milieu de travail

- Se situer au regard du métier et de la démarche de formation.
- S'intégrer au marché du travail.

5 OBJECTIFS OPÉRATIONNELS

5.1 DÉFINITION DES OBJECTIFS OPÉRATIONNELS

Un objectif opérationnel est défini pour chacune des compétences visées conformément à leur présentation au chapitre 3. Ces compétences sont structurées et articulées en un programme intégré de formation permettant de préparer l'élève à la pratique d'un métier. Cette organisation systémique des compétences produit des résultats qui dépassent ceux de la formation par éléments isolés. Une telle façon de procéder assure, en particulier, la progression harmonieuse d'un objectif à un autre, l'économie dans les apprentissages (en évitant les répétitions inutiles), l'intégration et le renforcement d'apprentissages, etc.

Les objectifs opérationnels constituent les cibles principales et obligatoires de l'enseignement et de l'apprentissage. Ils sont pris en considération pour l'évaluation de sanction des études. Ils sont définis en fonction de comportements ou de situations et présentent, selon le cas, les caractéristiques suivantes :

- **Un objectif défini en fonction d'un comportement** est un objectif relativement fermé qui décrit les actions et les résultats attendus de l'élève au terme d'une étape de sa formation. L'évaluation porte sur les résultats attendus.
- **Un objectif défini en fonction d'une situation** est un objectif relativement ouvert qui décrit les phases d'une situation éducative dans laquelle on place l'élève. Les produits et les résultats varient selon les personnes. L'évaluation porte sur la participation de l'élève aux activités proposées dans le plan de mise en situation.

5.2 GUIDE DE LECTURE DES OBJECTIFS OPÉRATIONNELS

A. Lecture d'un objectif défini en fonction d'un comportement

L'objectif défini en fonction d'un comportement comprend cinq composantes. Les deux premières donnent une vue d'ensemble de cet objectif :

- **Le comportement attendu** présente une compétence comme étant le comportement global attendu.
- **Les conditions d'évaluation** définissent ce qui est nécessaire ou permis à l'élève au moment de vérifier si elle ou il a atteint l'objectif; on peut ainsi appliquer les mêmes conditions d'évaluation partout.

Les trois dernières composantes permettent d'avoir une vue précise et une compréhension claire de l'objectif :

- **Les précisions sur le comportement attendu** décrivent les éléments essentiels de la compétence sous forme de comportements particuliers.
- **Les critères de performance** définissent des exigences à respecter et accompagnent habituellement chacune des précisions. Ils permettent de porter un jugement plus éclairé sur l'atteinte de l'objectif.
- **Le champ d'application de la compétence** précise les limites de l'objectif, le cas échéant. Il indique si l'objectif s'applique à une ou à plusieurs tâches, à un ou à plusieurs métiers, à un ou à plusieurs domaines, etc.

B. Lecture d'un objectif défini en fonction d'une situation

Un objectif défini en fonction d'une situation comprend six composantes :

- **L'intention poursuivie** présente une compétence comme étant une intention à poursuivre tout au long des apprentissages.
- **Les précisions** mettent en évidence l'essentiel de la compétence et permettent une meilleure compréhension de l'intention poursuivie.
- **Le plan de mise en situation** décrit, dans ses grandes lignes, la situation éducative dans laquelle on place l'élève pour lui permettre d'acquérir la compétence visée. Il comporte habituellement trois phases d'apprentissage :
 - une phase d'information;
 - une phase de réalisation, d'approfondissement ou d'engagement;
 - une phase de synthèse, d'intégration et d'autoévaluation.
- **Les conditions d'encadrement** définissent les balises à respecter et les moyens à mettre en place pour rendre les apprentissages possibles. Elles peuvent comprendre des principes d'action ou des modalités particulières.
- **Les critères de participation** décrivent les exigences de participation que l'élève doit respecter pendant l'apprentissage. Ils portent sur la façon d'agir et non sur des résultats à obtenir en fonction de la compétence visée. Des critères de participation sont généralement présentés pour chacune des phases du plan de mise en situation.
- **Le champ d'application de la compétence** précise les limites de l'objectif, *le cas échéant*. Il indique si l'objectif s'applique à une ou à plusieurs tâches, à un ou à plusieurs métiers, à un ou à plusieurs domaines, etc.

Note : Dans le présent programme, les objectifs sont accompagnés d'une information supplémentaire. Il s'agit de suggestions concernant l'approche pédagogique ainsi que d'éléments de contenu pouvant s'appliquer aux précisions sur le comportement attendu, dans le cas d'un objectif de comportement, ou aux phases du plan de mise en situation, dans le cas d'un objectif de situation. Ces données ayant servi à l'établissement des compétences, elles pourraient être utiles aux personnes que le programme intéresse. Il va sans dire que les renseignements sont fournis à titre indicatif seulement.

DEUXIÈME PARTIE

MODULE 1 : MÉTIER ET FORMATION		CODE : 372011	DUREE : 15 h
Harmonisation : Ce module est équivalent au module 1 du programme <i>Techniques d'usinage (DEP)</i> .			
Intention poursuivie	Conditions d'encadrement	Approche suggérée	
<p>Se situer au regard du métier et de la démarche de formation.</p> <p><i>Précisions :</i> Connaître la réalité du métier.</p> <p>Comprendre le projet de formation.</p> <p>Confirmer son orientation professionnelle.</p> <p>Se rendre compte de l'importance de l'implantation des nouveaux modes de gestion dans les entreprises québécoises.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Créer un climat de convivialité propice à l'intégration professionnelle. • Privilégier les échanges d'opinions entre les élèves et favoriser l'expression des idées de toutes et tous. • Permettre aux élèves d'avoir une vue juste du métier, particulièrement en ce qui concerne les nouvelles organisations du travail. • Fournir aux élèves les moyens d'évaluer leur orientation professionnelle avec honnêteté et objectivité. • Organiser des activités parmi les suivantes : visites d'entreprises représentatives du milieu de travail, visites d'expositions, rencontres avec des spécialistes du métier, conférences ou autres. • Mettre à la disposition des élèves une documentation pertinente et variée. • Fournir une structure de rapport et apporter un soutien aux élèves pour la rédaction des documents. 	<ul style="list-style-type: none"> • L'utilisation d'une grille d'observation permettrait de faciliter le suivi du cheminement des élèves dans les apprentissages de la compétence. 	

Plan de mise en situation	Critères de participation	Éléments de contenu suggérés
<p>PHASE 1 : Information sur le métier spécialisé</p> <ul style="list-style-type: none"> • S'informer sur les types d'entreprises au sein desquelles s'exerce le métier et sur les différents modes d'organisation du travail. • Dresser le portrait de la production en usine et des différentes fonctions de travail en cause. 	<ul style="list-style-type: none"> - Recueille des données sur la majorité des sujets à traiter. - Exprime sa perception du métier au cours d'une rencontre de groupe, en faisant le lien avec les données recueillies. 	<ul style="list-style-type: none"> • Taille de l'entreprise, secteur de l'activité économique, type de clientèle, type de production, procédés de fabrication et équipement faisant appel à de nouvelles technologies. • Modes de gestion et d'organisation du travail selon les normes en vigueur. • Autres possibilités. • Étapes du processus de production : <ul style="list-style-type: none"> - recherche de nouveaux procédés; - conception et dessin de produits; - conception de méthodes de transformation ou de procédés; - optimisation de la production; - perfectionnement du personnel; - planification; • Exécution des opérations de transformation ou de fabrication. • Inspection (planification et contrôle). • Planification et exécution de l'entretien de l'équipement. • Application des méthodes de gestion. • Répartition des étapes entre les fonctions de travail en cause.

Plan de mise en situation	Critères de participation	Éléments de contenu suggérés
<ul style="list-style-type: none"> • Se renseigner sur la nature du travail d'usinage sur machines-outils à commande numérique. • Examiner les tâches et les opérations particulières à l'exercice du métier spécialisé. • Examiner les habiletés et les comportements que requiert le travail sur machines-outils à commande numérique. • Présenter les données recueillies au cours d'une rencontre de groupe et discuter de la perception des avantages, des inconvénients et des exigences du métier. 		<ul style="list-style-type: none"> • Référence au chapitre 1 du rapport d'analyse de situation de travail. • Situation du métier à l'aide de l'organigramme de l'entreprise. • Exigences particulières de l'emploi. • Détermination des fonctions et des responsabilités des travailleuses et des travailleurs. • Son rôle au sein d'équipes de travail. • Participation aux efforts en vue d'optimiser la production. • Autres éléments. • Référence au chapitre 2 du rapport d'analyse de situation de travail. • Référence au chapitre 3 du rapport d'analyse de situation de travail. • Règles relatives aux discussion en groupe. • Attitudes et comportements : respect, politesse et écoute. • Connaissances, habiletés et aptitudes nécessaires pour exercer le métier. • Définition de ses goûts et de son intérêt pour la spécialité. • Observations relatives à l'implantation de la technologie de pointe, des matériaux plus performants et des nouveaux modes de gestion.

Plan de mise en situation	Critères de participation	Éléments de contenu suggérés
<p>PHASE 2 :</p> <p>Information sur le programme de formation et engagement dans la démarche</p> <ul style="list-style-type: none"> • S'informer sur le programme d'études et la démarche de formation. • Discuter de la pertinence du programme compte tenu de la situation de travail. • Faire part de ses premières réactions concernant le métier spécialisé et le programme de formation. • S'informer sur la veille technologique et la formation continue. 	<ul style="list-style-type: none"> - Fait un examen sérieux des documents fournis. - Exprime sa perception du programme d'études au cours d'une rencontre de groupe. 	<ul style="list-style-type: none"> • Examen du programme d'études, en particulier le tableau-synthèse des compétences, les buts et objectifs généraux de la formation et les objectifs et standards. • Information sur l'évaluation, la sanction des études et la structuration des cours. • Comparaisons entre le rapport d'analyse de situation de travail et les compétences retenues pour le programme. • Vérification des possibilités offertes relativement à l'évolution technologique, aux nouvelles organisations du travail, aux nouveaux matériaux, etc. • Mise à niveau au regard de l'évolution technologique. • Adaptation aux nouveaux modes de gestion. • Progression dans le cheminement de carrière. • Changement d'orientation dans la carrière. • Enrichissement des savoirs professionnels, de la culture personnelle, etc. • Examen des voies offertes par la formation continue.

Plan de mise en situation	Critères de participation	Éléments de contenu suggérés
<p>PHASE 3 : Évaluation et confirmation de son engagement</p> <ul style="list-style-type: none">• Produire un rapport dans lequel on doit :<ul style="list-style-type: none">– préciser ses goûts, ses aptitudes et son intérêt pour la spécialité;– évaluer son orientation professionnelle en comparant les aspects et les exigences du métier avec ses goûts, ses aptitudes et ses champs d'intérêt.	<ul style="list-style-type: none">– Produit un rapport contenant :<ul style="list-style-type: none">– une présentation sommaire de ses goûts, aptitudes et champs d'intérêt;– des explications sur son orientation en faisant, de façon explicite, les liens demandés.	<ul style="list-style-type: none">• Parties d'un rapport.• Éléments à introduire.• Rédaction du rapport en utilisant la structure fournie par l'enseignante ou l'enseignant.• Propreté, clarté et concision.

MODULE 2 : INTERPRÉTATION DE DESSINS COMPLEXES LIÉS À LA COMMANDE NUMÉRIQUE**CODE : 372292 DUREE : 30 h**

Comportement attendu	Conditions d'évaluation	Approche suggérée
<p>Interpréter des dessins complexes liés à l'usinage sur machines-outils à commande numérique.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • À partir : <ul style="list-style-type: none"> - de dessins d'ensemble et de détail complexes et d'illustrations représentant, entre autres, des pièces mécaniques, des gabarits d'usinage et des accessoires de machines-outils, en systèmes d'unités international et impérial; - de consignes de travail. • À l'aide : <ul style="list-style-type: none"> - d'une documentation technique anglaise et française; - de tableaux; - de notes de cours; - de normes sur les ajustements, les finis de surface et les tolérances. 	<ul style="list-style-type: none"> • Faire effectuer autant de lecture de dessin technique dans le système impérial que dans le système international. • Exiger en tout temps un travail sérieux et soigné. • Assurer aux élèves un soutien individualisé. • Favoriser l'utilisation de dessins devant servir pour les compétences particulières. • Vérifier la perception spatiale au moyen d'exercices de lecture de géométrie descriptive. • Habituer les élèves à consulter des dessins qui font appel aux terminologies anglaise et française.

Précisions	Critères de performance	Éléments de contenu suggérés
<p>1 Se représenter une pièce complexe dans son ensemble.</p>	<p>1.1 Différenciation juste des types de projections : - orthogonales américaines et européennes; - axonométriques.</p> <p>1.2 Interprétation juste des différentes vues, des coupes et des sections.</p> <p>1.3 Interprétation juste des lignes, des traits et des hachures.</p> <p>1.4 Repérage juste de la pièce sur le dessin d'ensemble complexe.</p> <p>1.5 Justesse des observations quant à la forme de la pièce, à sa position et à sa fonction dans l'ensemble.</p> <p>1.6 Représentation correcte de la pièce illustrée en une deuxième pièce symétrique.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Épaisseur et caractéristiques des traits selon les normes ANSI et ACNOR : <ul style="list-style-type: none"> - contours et arêtes vus; - contours et arêtes cachés; - hachures; - ligne d'axe; - lignes d'attache, de cote et de renvoi; - tracé de plan de coupe; - lignes de brisure courte et longue; - ligne fantôme. • Les six vues en projection orthogonale. • Position relatives des vues. • Méthodes de projection américaine et européenne. • Coupe complète, coupe partielle, coupe interrompue, coupe des nervures, demi-coupe et coupe brisée à plans parallèles et à plans sécants. • Coupe schématique de filets. • Sections rabattues et sorties. • Brisures conventionnelles. • Hachures normalisées selon les matériaux. • Conventions d'emploi des hachures dans un assemblage. • Plans de coupe selon les normes ACNOR et ANSI. • Vues auxiliaires : en profondeur, en hauteur et en élévation. • Demi-vues auxiliaires. • Vues locales, partielles et interrompues. • Représentation des : <ul style="list-style-type: none"> - intersections et tangences; - trous; - congés et arrondis; - surfaces brutes et usinées; - arêtes fictives; - filetages.

Précisions	Critères de performance	Éléments de contenu suggérés
<p>2 Interpréter la cotation d'une pièce complexe.</p>	<p>2.1 Relevé complet de l'information utile pour l'usinage sur machines-outils à commande numérique :</p> <ul style="list-style-type: none"> - cotes; - cotes avec tolérances; - tolérances géométriques de forme, de position et de battement; - nomenclature des filets; - tolérances d'ajustement. <p>2.2 Détermination juste de la valeur :</p> <ul style="list-style-type: none"> - des cotes; - des tolérances de dimension; - des tolérances de forme; - des tolérances de position; - des tolérances de battement; - des cotes de déplacement et d'encombrement. <p>2.3 Liens pertinents entre les cotes et les surfaces des différentes vues.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Ligne d'attache. • Ligne de cote. • Cotation normalisée. • Cotes avec tolérances : cote de référence, cote nominale, cote minimale, cote maximale et écarts supérieur et inférieur. • Cotation en coordonnées, en parallèle et à cotes superposées. • Cas particuliers de la cotation : <ul style="list-style-type: none"> - cotes encadrées; - éléments équidistants; - lignes d'attache obliques; - cotation d'une corde, d'un arc et d'un angle; - cotes non à l'échelle; - traitement local de surface. • Tolérances dimensionnelles des pièces lisses selon les normes internationales et américaines. • Ajustements normalisés : <ul style="list-style-type: none"> - avec jeu; - incertains; - avec serrage. • Cas particuliers des tolérances dimensionnelles : <ul style="list-style-type: none"> - tolérances angulaires; - tolérances à écarts symétriques - tolérances par dimensions limites; - tolérances unilimites; - tolérances au maximum de matière. • Symboles d'indice de rugosité : <ul style="list-style-type: none"> - surface avec fonction; - direction des stries; - surépaisseurs d'usinage. • Procédés d'usinage et états de surface. • Tolérances de forme : rectitude, planéité, circularité, cylindricité, surface et ligne quelconque. • Tolérances de position : emplacement, parallélisme, perpendicularité, coaxialité, symétrie et inclinaison. • Battements simple et total. • Symbolisation. • Symboles modificateurs • Surfaces de référence.

	Précisions	Critères de performance	Éléments de contenu suggérés
3	<p>Relever l'information complémentaire figurant dans les dessins de pièces complexes.</p>	<p>3.1 Repérage approprié de l'information recherchée dans :</p> <ul style="list-style-type: none"> - le cartouche; - la nomenclature; - les annotations. <p>3.2 Collecte complète de l'information nécessaire à l'usinage complexe sur machines-outils à commande numérique.</p> <p>3.3 Interprétation juste :</p> <ul style="list-style-type: none"> - des symboles, des codes et des abréviations; - de la terminologie technique anglaise et française. 	<ul style="list-style-type: none"> • Échelle, symboles et abréviations. • Rappel sur la codification des matériaux selon les différentes normes. • Rappel sur les principales formes et dimensions des matériaux. • Rappel sur les différents traitements et revêtements de surface. • Indices de mises à jour. • Normes et conventions.
4	<p>Déterminer la fonction des composants d'un assemblage complexe.</p>	<p>4.1 Repérage complet des composants d'un assemblage dans un dessin d'ensemble complexe.</p> <p>4.2 Reconnaissance juste des caractéristiques des composants.</p> <p>4.3 Reconnaissance juste de la fonction des composants de l'assemblage et de ses liens avec les autres pièces ou composants.</p> <p>4.4 Relevé complet des tolérances dimensionnelles, géométriques et de finis de surfaces de pièces en lien avec les différents composants.</p> <p>4.5 Croquis partiel ou complet de pièces conforme au relevé effectué.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Fonctions : fixation permanente ou temporaire, liaison, transformation de mouvement, transmission de puissance, étanchéité, butée, etc. • Techniques de fabrication des pièces des différents composants. • Mode d'utilisation des tableaux des composants. • Représentation schématique, symbolique et simplifiée. • Principes d'assemblage. • Éléments d'assemblage. • Organes de machine. • Joints d'étanchéité. • Coussinets et roulements. • Principes de transmission de puissance. • Principes de transformation de mouvements. • Lignes fantômes normalisées.

MODULE 3 : MATHÉMATIQUES LIÉES A L'USINAGE SUR MACHINES-OUTILS ACOMMANDE NUMÉRIQUE**CODE : 372303 DURÉE :45 h****Harmonisation :****Ce module est équivalent au module 18 du programme *Techniques d'usinage* (DEP).**

Comportement attendu	Conditions d'évaluation	Approche suggérée
Résoudre des problèmes mathématiques liés à l'usinage sur machines-outils à commande numérique.	<ul style="list-style-type: none"> • À partir de dessins de pièces à usiner sur des machines-outils à commande numérique, en systèmes d'unités international et impérial. • À partir de consignes. • À l'aide de la documentation technique nécessaire et des notes de cours. • À l'aide d'une calculatrice scientifique. 	<ul style="list-style-type: none"> • Faire effectuer autant de problèmes dans le système impérial que dans le système international. • Exiger en tout temps un travail sérieux et soigné. • Assurer aux élèves un soutien individualisé. • Consacrer les premières heures d'enseignement de ce module à la révision des opérations de base, de la règle de trois et de la transformation de formules. • Réviser et approfondir ensuite les méthodes de résolution des triangles rectangles et des triangles quelconques. • Faire acquérir aux élèves des compétences en trigonométrie, en géométrie analytique et en résolution de problèmes. • Intégrer les apprentissages de ce module à la programmation manuelle de projets d'usinage.

Précisions	Critères de performance	Éléments de contenu suggérés
<p>1 Recueillir dans les dessins l'information nécessaire pour effectuer les calculs des coordonnées nécessaires à la programmation.</p>	<p>1.1 Relevé exact :</p> <ul style="list-style-type: none"> - des cotes; - des tolérances dimensionnelles. <p>1.2 Repérage approprié de l'information recherchée dans la nomenclature, le cartouche et les annotations.</p> <p>1.3 Repérage juste des surfaces de référence.</p> <p>1.4 Interprétation juste :</p> <ul style="list-style-type: none"> - des symboles, des codes et des abréviations; - de la terminologie technique anglaise et française; <p>1.5 Relevé complet des formes géométriques utiles pour les calculs des coordonnées.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Éléments à rechercher dans les dessins : <ul style="list-style-type: none"> - dimensions; - écarts de tolérance, y compris les tolérances d'ajustement; - annotations; - cartouche; - symboles. • Unités sous forme décimale et fractionnaire.
<p>2 Effectuer des calculs relatifs aux cotes.</p>	<p>2.1 Relevé complet des valeurs d'écarts de tolérance dans les tableaux.</p> <p>2.2 Choix judicieux des formules.</p> <p>2.3 Calculs précis des cotes manquantes et des cotes moyennes ayant trait :</p> <ul style="list-style-type: none"> - aux longueurs; - aux diamètres; - aux rayons; - aux angles. 	<ul style="list-style-type: none"> • Mode de consultation des tableaux et abaqués. • Éléments à rechercher dans les tables de références et les manuels techniques : valeurs relatives à la programmation et valeurs relatives au contrôle de la qualité. • Tolérances dimensionnelles, selon les normes internationales et américaines. • Méthode de calcul des cotes moyennes et des cotes manquantes. • Système international et système impérial. • Utilisation de la calculatrice scientifique.
<p>3 Analyser la configuration géométrique de la pièce à usiner sur des machines-outils à commande numérique.</p>	<p>3.1 Décomposition précise de la forme de la pièce en éléments géométriques.</p> <p>3.2 Pertinence des éléments géométriques retenus en fonction du calcul des coordonnées.</p> <p>3.3 Propreté et clarté des éléments représentés.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Mode de construction des figures géométriques : lignes parallèles, perpendiculaires, tangentes, sécantes, médianes et bissectrices, hauteur, rectangles et carrés, parallélogrammes, trapèzes, losanges, polygones réguliers et irréguliers et cercles et arcs de cercles. • Mode de décomposition des figures géométriques. • Notions de géométrie analytique avancée.

	Précisions	Critères de performance	Éléments de contenu suggérés
4	<p>Effectuer les calculs des coordonnées rectangulaires et polaires que nécessite la programmation des machines-outils à commande numérique.</p>	<p>4.1 Choix pertinent des éléments à calculer.</p> <p>4.2 Application appropriée, selon le cas :</p> <ul style="list-style-type: none"> - de la formule; - du théorème de Pythagore; - des fonctions trigonométriques; - des lois du sinus et du cosinus. <p>4.3 Transformation exacte de la formule.</p> <p>4.4 Calculs précis des points d'intersection, de raccordement et de tangence :</p> <ul style="list-style-type: none"> - pour une programmation absolue; - pour une programmation incrémentielle; - pour une programmation mixte. <p>4.5 Calculs précis des centres d'arcs de cercle.</p> <p>4.6 Respect des signes, selon les différents quadrants.</p> <p>4.7 Conversion précise des coordonnées polaires et rectangulaires.</p> <p>4.8 Respect du processus de résolution de problèmes.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Systèmes d'axes propres aux différentes machines-outils à commande numérique : tours, fraiseuses verticales et fraiseuses horizontales. • Terminologie propre au plan cartésien : axes, origine, abscisse, ordonnée, signe, coordonnées polaires et rectangulaires, etc. • Degré de précision en fonction de la capacité du contrôleur des différentes machines-outils à commande numérique. • Résolution des triangles rectangles : théorème de Pythagore et rapports trigonométriques. • Résolution des triangles quelconques : loi du sinus et du cosinus. • Technique de résolution d'un triangle quelconque par décomposition en triangles rectangles. • Application et transformation de formules. • Tableau récapitulatif de résolution des triangles rectangles et quelconques. • Résolution de problèmes exigeant analyse et raisonnement. • Formules de géométrie analytique concernant les droite, diamètre, rayon, tangente, circonférence, arc, flèche et sécante. • Mode de calculs de points d'intersection, de raccordement et de tangence de différentes formes géométriques : segments de droite et arcs de cercles. • Mode de calcul des compensations du rayon des outils. • Mode de calcul du centre des rayons des arcs constituant la forme à créer. • Système international et système impérial. • Utilisation de la calculatrice scientifique.

	Précisions	Critères de performance	Éléments de contenu suggérés
5	Effectuer des calculs relatifs aux paramètres d'usinage.	5.1 Relevé précis de l'information relative aux paramètres d'usinage dans les tableaux. 5.2 Utilisation appropriée des abaques. 5.3 Choix judicieux des formules. 5.4 Application correcte des formules. 5.5 Précision des calculs.	<ul style="list-style-type: none"> • Mode de consultation des tableaux et abaques. • Éléments à rechercher dans les tables de références et les manuels techniques : paramètres d'usinage, formules relatives à l'usinage et valeurs relatives à l'usinage et au contrôle de la qualité. • Paramètres relatifs à l'usinage : vitesse de coupe et de rotation, vitesse d'avance et profondeur de coupe. • Définition des éléments des formules. • Formules de base relatives au calcul de paramètres d'usinage. • Calcul de surfaces et de volumes. • Volume d'enlèvement de matière par minute. • Méthode de calcul par la règle de trois. • Application et transformation de formules. • Application de la méthode de calcul d'ensembles de poulies et d'engrenages vue comme étant une activité d'enrichissement suggérée. • Unités sous forme décimale et fractionnaire. • Système international et système impérial. • Utilisation de la calculatrice scientifique.
6	Effectuer des conversions relatives aux systèmes d'unités international et impérial.	6.1 Utilisation correcte des tableaux de conversion. 6.2 Choix judicieux des formules. 6.3 Application appropriée des formules de conversion. 6.4 Précision des calculs.	<ul style="list-style-type: none"> • Unités sous forme décimale et fractionnaire. • Unités de longueur, de masse et de volume. • Facteurs et tableaux de conversion. • Unités sous forme décimale et fractionnaire. • Système international et système impérial. • Utilisation de la calculatrice scientifique.

MODULE 4 : PROGRAMMATION MANUELLE D'UN TOUR À COMMANDE NUMÉRIQUE CODE : 372194 DUREE : 60 h		
<p>Harmonisation : Ce module est équivalent au module 19 du programme <i>Techniques d'usinage</i> (DEP) et à la compétence 0133 du programme <i>Techniques de génie mécanique</i> (DEC). Le contenu des modules 4, 6, 8 du présent programme est équivalent à la compétence 011Z du programme <i>Techniques de construction aéronautique</i> (DEC).</p>		
Comportement attendu	Conditions d'évaluation	Approche suggérée
Effectuer la programmation manuelle d'un tour à commande numérique.	<ul style="list-style-type: none"> • À partir : <ul style="list-style-type: none"> - de dessins de pièces simples à usiner en systèmes d'unités international ou impérial; - de gammes d'usinage; - de consignes de travail. • À l'aide : <ul style="list-style-type: none"> - de tours à commande numérique de type industriel ou d'un micro-ordinateur doté d'un éditeur de texte et d'un logiciel de communication; - d'une calculatrice scientifique. • À l'aide de différentes sources de référence, telles que : <ul style="list-style-type: none"> - le <i>Machinery's Handbook</i>; - tableaux et abaques; - manuels techniques; - catalogues d'outillage; - manuels de programmation. • Dans le respect des règles de santé et de sécurité au travail. 	<ul style="list-style-type: none"> • Faire effectuer autant de programmes dans le système impérial que dans le système international. • Exiger en tout temps un travail sérieux et soigné. • Assurer aux élèves un soutien individualisé. • L'approfondissement des méthodes de montage et de la technologie de la coupe est prévu dans les compétences ultérieures. • Afin que les apprentissages en programmation manuelle soient mieux intégrés, il est suggéré d'enseigner cette compétence en parallèle avec la compétence <i>Usiner des pièces simples au tour à commande numérique</i>.

	Précisions	Critères de performance	Éléments de contenu suggérés
1	Recueillir dans les dessins, la gamme d'usinage et les manuels, l'information nécessaire pour effectuer la programmation d'un tour.	1.1 Relevé complet des données pertinentes compte tenu du travail à effectuer. 1.2 Interprétation juste de l'information recueillie. 1.3 Repérage juste des surfaces de référence. 1.4 Précision de la terminologie anglaise et française.	<ul style="list-style-type: none"> • Dimensions (longueur, diamètre, rayon, angle, etc.). • Écart de tolérance : <ul style="list-style-type: none"> – normes internationales; – normes américaines. • Tolérances de dimension, de forme et de positionnement. • Finis de surface. • Symboles de base et symboles propres à la commande numérique. • Surfaces de référence et surfaces à usiner. • Cotation courante et absolue. • Caractéristiques d'un tour (capacité, par exemple). • Productivité et qualité au regard de la séquence des opérations. • Outils de coupe et porte-outils propres aux tours à commande numérique.
2	Rédiger le programme.	2.1 Choix judicieux du point d'origine de la pièce à tourner. 2.2 Calcul précis des coordonnées cartésiennes et polaires, selon le cas. 2.3 Détermination exacte de la position des points de début et de fin de course des outils. 2.4 Élaboration structurée du programme. 2.5 Insertion juste des paramètres d'usinage propres au tournage : <ul style="list-style-type: none"> – vitesse de coupe en unités par minute; – vitesse d'avance en unités par tour. 2.6 Respect de la gamme d'usinage. 2.7 Respect de la syntaxe de programmation.	<ul style="list-style-type: none"> • Systèmes d'axes propres au tour à commande numérique. • Mode incrémentiel et absolu. • Mode de calcul des cotes moyennes. • Dessin de programmation : <ul style="list-style-type: none"> – position de l'outil à chaque point d'intersection; – point d'origine; – trajectoires d'outil. • Système international et système impérial. • Fonctions préparatoires, auxiliaires et informationnelles. • Cycles d'usinage. • Compensation d'outil. • Traduction des trajectoires d'outil en langage machine. • Autres éléments.

Précisions	Critères de performance	Éléments de contenu suggérés
<p>3 Éditer le programme :</p> <ul style="list-style-type: none"> - sur micro-ordinateur ; - au moyen du contrôleur de la machine-outil. <p>4 Valider le programme.</p>	<p>3.1 Respect de la marche à suivre, selon le matériel utilisé concernant :</p> <ul style="list-style-type: none"> - l'introduction de données; - l'archivage de données; - la transmission de données. <p>3.2 Présence complète des données du programme.</p> <p>3.3 Justesse des données introduites.</p> <p>4.1 Vérification complète de la conformité du programme avec le dessin et les consignes.</p> <p>4.2 Simulation détaillée des trajectoires d'outil :</p> <ul style="list-style-type: none"> - simulation graphique; - essai à vide. <p>4.3 Détection juste des erreurs de programmation.</p> <p>4.4 Pertinence des correctifs apportés.</p> <p>4.5 Application correcte de la méthode d'archivage.</p> <p>4.6 Respect du temps alloué pour l'ensemble des étapes de la programmation.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Mode d'édition à l'aide d'un micro-ordinateur doté d'un éditeur de texte. • Mode d'édition à l'aide du contrôleur de la machine-outil. • Mode d'archivage des données : <ul style="list-style-type: none"> - disque dur; - disquette; - cassette; - ruban; - autres supports. • Mode de transmission des données sur les différents supports. • Mode de simulation graphique. • Mode d'essai à vide du programme sur le contrôleur de la machine-outil en l'absence d'un simulateur graphique. • Méthodes de résolution de problèmes. • Erreurs fréquentes.

MODULE 5 : USINAGE DE PIÈCES SIMPLES AU TOUR À COMMANDE NUMÉRIQUE			CODE : 372206	DURÉE : 90 h
Harmonisation :				
Ce module est équivalent au module 20 du programme <i>Techniques d'usinage</i> (DEP). Le contenu des modules 5 et 7 du présent programme correspond à la compétence 012V du programme <i>Techniques de génie mécanique</i> (DEC).				
Comportement attendu	Conditions d'évaluation	Approche suggérée		
Usiner des pièces simples au tour à commande numérique.	<ul style="list-style-type: none"> • À partir : <ul style="list-style-type: none"> - de dessins de pièces comportant des opérations de tournage extérieur seulement, et ce, en systèmes d'unités international ou impérial; - de consignes de travail; - de matériaux à indice d'usinabilité élevé. • À l'aide : <ul style="list-style-type: none"> - de tours à commande numérique de type industriel (la programmation pourrait également être effectuée à l'aide d'un micro-ordinateur doté d'un éditeur de texte et d'un logiciel de communication); - d'outils de coupe au carbure conventionnels et faisant appel à de nouvelles technologies; - d'instruments et d'appareils de contrôle (y compris la machine à mesurer tridimensionnelle); - d'une calculatrice scientifique. • À l'aide de différentes sources de référence, telles que : <ul style="list-style-type: none"> - le <i>Machinery's Handbook</i>; - tableaux et abaques; - manuels techniques; - catalogues d'outillage; - manuels de programmation. • Dans le respect des règles de santé et de sécurité au travail. 	<ul style="list-style-type: none"> • Faire effectuer autant de programmes dans le système impérial que dans le système international. • Exiger en tout temps un travail sérieux et soigné. • Assurer aux élèves un soutien individualisé. • Consacrer 10 p.100 du temps d'apprentissage aux méthodes de montage et aux outils de coupe en usage sur les tours à commande numérique. • Effectuer des opérations manuelles au tour à commande numérique dès les premières heures de cours. • Usiner une première pièce à partir d'un programme rédigé par l'enseignante ou l'enseignant. • Orienter la gamme, les montages et la programmation en fonction d'une production en série. • À ce stade de la formation, utiliser des dessins comportant peu de tolérances géométriques. • Les projets à exécuter doivent être de complexité croissante. • Afin que les apprentissages de cette compétence soient mieux intégrés, il est suggéré de l'enseigner en parallèle avec la compétence <i>Effectuer une programmation manuelle au tour à commande numérique</i>. • Utiliser les modes de programmation incrémentielle et absolue à tour de rôle. • Appliquer les notions d'autocontrôle à la commande numérique. 		

	Précisions	Critères de performance	Éléments de contenu suggérés
1	<p>Recueillir, dans les dessins et les manuels, l'information nécessaire pour effectuer l'usinage d'une pièce au tour à commande numérique.</p>	<p>1.1 Relevé complet des données pertinentes compte tenu du travail à effectuer.</p> <p>1.2 Interprétation juste de l'information recueillie.</p> <p>1.3 Repérage juste des surfaces de référence.</p> <p>1.4 Précision de la terminologie anglaise et française.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Caractéristiques des tours à commande numérique. • Productivité et qualité au regard de la séquence des opérations. • Types de montage en fonction de l'usinage et de la forme de la pièce. • Caractéristiques d'un montage approprié. • Règles de sécurité relatives au montage. • Outils de coupe et porte-outils propres aux tours à commande numérique. • Conditions d'usinage : <ul style="list-style-type: none"> - copeau minimum; - usure et durée utile des outils; - puissance nécessaire; - autres. • Applications des fluides de coupe. • Sensibilisation aux phénomènes physiques lors de l'usinage : <ul style="list-style-type: none"> - fléchissement; - vibration (résonance). • Calcul des paramètres d'usinage en fonction des données des catalogues des fabricants d'outils. • Utilisation de tableaux et abaques. • Instruments de mesure à lecture directe et indirecte. • Appareils de vérification. • Accessoires de montage propres aux tours à commande numérique. • Qualité du fini de surface en fonction de l'avance d'usinage et du type d'outil.

Précisions	Critères de performance	Éléments de contenu suggérés
<p>2 Élaborer la gamme d'usinage.</p>	<p>2.1 Détermination d'une séquence logique des opérations de tournage.</p> <p>2.2 Sélection appropriée du tour en fonction :</p> <ul style="list-style-type: none"> - de sa capacité; - des opérations de tournage. <p>2.3 Choix approprié des méthodes de montage, en fonction :</p> <ul style="list-style-type: none"> - du matériau à usiner; - des opérations de tournage; - de la précision de l'usinage. <p>2.4 Définition appropriée des points d'appui et de serrage.</p> <p>2.5 Choix judicieux des outils de coupe et de leur mode de fixation, en fonction :</p> <ul style="list-style-type: none"> - de leur capacité d'usinage; - du matériau à usiner; - des opérations de tournage; - de la capacité du tour; - des finis de surface; - de l'optimisation du procédé. <p>2.6 Choix judicieux des instruments et des appareils de contrôle.</p> <p>2.7 Vérification appropriée de la disponibilité du tour, des accessoires, des outils de coupe, des instruments et des appareils de contrôle.</p> <p>2.8 Détermination juste des paramètres d'usinage.</p> <p>2.9 Croquis soigné de la pièce en position d'usinage.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Systèmes d'axes propres au tour à commande numérique : <ul style="list-style-type: none"> - système d'axes machine; - système d'axes pièce. • Mode incrémentiel et absolu. • Dessin de programmation : <ul style="list-style-type: none"> - position de l'outil à chaque point d'intersection; - origine de la pièce; - trajectoires d'outil. • Système international et système impérial. • Utilisation de la calculatrice scientifique. • Fonctions préparatoires, auxiliaires et informationnelles. • Cycles d'usinage. • Compensation d'outil. • Édition à l'aide d'un micro-ordinateur doté d'un éditeur de texte ou du contrôleur de la machine-outil. • Mode d'archivage des données. • Transmission des données sur les différents supports.

	Précisions	Critères de performance	Éléments de contenu suggérés
3	<p>Programmer le tour à commande numérique.</p>	<p>3.1 Calcul précis des coordonnées cartésiennes et polaires.</p> <p>3.2 Choix judicieux du point d'origine de la pièce.</p> <p>3.3 Détermination correcte des trajectoires d'outil.</p> <p>3.4 Traduction correcte des trajectoires d'outil en langage machine.</p> <p>3.5 Respect de la gamme.</p> <p>3.6 Édition appropriée du programme :</p> <ul style="list-style-type: none"> - sur ordinateur; - au moyen du contrôleur de la machine-outil. <p>3.7 Vérification rigoureuse de la présence et de la justesse des données du programme.</p>	
4	<p>Monter la pièce à usiner sur le tour à commande numérique.</p>	<p>4.1 Vérification visuelle et tactile de l'état de la machine-outil et des accessoires de montage.</p> <p>4.2 Pertinence des correctifs apportés.</p> <p>4.3 Installation correcte des accessoires de montage sur la machine-outil.</p> <p>4.4 Positionnement et alignement appropriés de la pièce.</p> <p>4.5 Montage sécuritaire de la pièce sur le tour à commande numérique.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Caractéristiques d'un montage approprié. • Mode de manutention des accessoires de montage et de la pièce. • État des accessoires et entretien. • Alignement : <ul style="list-style-type: none"> - de la poupée mobile; - de la broche du tour; - de la tourelle porte-outil. • Mode de fixation des accessoires. • Position et orientation de la pièce. • Mode de serrage et effet du serrage sur la pièce. • Pression hydraulique du mandrin, de la poupée mobile et du canon en fonction des dimensions et de la vitesse de rotation de la pièce. • Mandrin à mâchoires molles et à mâchoires dures • Usinage de mâchoires molles. • Autres éléments.

Précisions	Critères de performance	Éléments de contenu suggérés
5 Préparer le tour à commande numérique.	5.1 Vérification visuelle et tactile de l'état des accessoires et des outils de coupe. 5.2 Pertinence des correctifs apportés. 5.3 Installation correcte des outils de coupe. 5.4 Réglages appropriés des décalages d'outil, des avances d'usinage, des vitesses de coupe et des buses d'arrosage.	<ul style="list-style-type: none"> • Problèmes relatifs aux outils de coupe. • Respect des positions d'outil, selon la programmation. • Modes de réglage des buses d'arrosage. • Prise des décalages des outils de coupe : <ul style="list-style-type: none"> - sur la machine-outil; - sur un banc. • Méthode d'entrée des décalages d'outil : <ul style="list-style-type: none"> - au moyen du contrôleur de la machine-outil; - à l'aide du programme. • Détermination du type de pointe d'outil. • Dimension du rayon de nez d'outil. • Réglage des vitesses d'avance rapide et d'usinage en pourcentage. • Réglage de la vitesse de rotation en pourcentage. • Dispositifs de sécurité de la machine-outil : <ul style="list-style-type: none"> - verrouillage des axes; - verrouillage de la broche; - arrêt d'urgence.
6 Valider le programme.	6.1 Simulation appropriée des trajectoires d'outil en fonction des possibilités du tour à commande numérique : <ul style="list-style-type: none"> - simulation graphique; - essai à vide en mode semi-automatique; - essai à vide en mode automatique. 6.2 Reconnaissance juste des causes des incidents d'usinage de la première pièce. 6.3 Vérification de la conformité de la première pièce avec le dessin et les consignes. 6.4 Pertinence des correctifs apportés : <ul style="list-style-type: none"> - au programme; - aux décalages d'outil. 	<ul style="list-style-type: none"> • Simulation graphique de la trajectoire des outils. • Essai à vide. • Mode semi-automatique (bloc à bloc) et automatique. • Méthodes de résolution de problèmes. • Usinage d'une première pièce en mode semi-automatique. • Réglage, au besoin, des paramètres d'usinage après la fabrication d'une première pièce. • Réglage, au besoin, des décalages d'outil après la fabrication d'une première pièce. • Méthodes de résolution de problèmes. • Erreurs fréquentes.

Précisions	Critères de performance	Éléments de contenu suggérés
7 Effectuer des opérations de tournage extérieur, telles que : <ul style="list-style-type: none"> - ébauche et finition; - dressage; - chariotage; - rainurage; - filetage; - tournage conique; - chanfreinage. 	7.1 Démarrage sécuritaire du tour à commande numérique en mode automatique. 7.2 Surveillance assidue des opérations. 7.3 Vérification fréquente de l'état des outils de coupe et de la conformité des pièces usinées. 7.4 Pertinence des correctifs apportés : <ul style="list-style-type: none"> - au procédé d'usinage; - à la gamme. 7.5 Confirmation de la validité des correctifs auprès des personnes en cause. 7.6 Utilisation appropriée des fluides de coupe. 7.7 Ébavurage soigné et propreté des pièces. 7.8 Respect du temps alloué pour l'ensemble des étapes du processus de travail. 7.9 Respect rigoureux des règles de santé et de sécurité propres au tour à commande numérique.	<ul style="list-style-type: none"> • Techniques d'exécution des différentes opérations de tournage extérieur. • Respect de la procédure de départ et de mise en marche du tour. • Respect des tolérances dimensionnelles et géométriques. • Détection des bruits anormaux. • Sensibilisation à l'usure des outils de coupe. • Changement des outils de coupe en cours de production. • Modes de nettoyage et d'ébavurage. • Risques de blessures. • Mesures préventives.
8 Contrôler la qualité de la pièce usinée.	8.1 Vérification précise de la conformité de la pièce compte tenu des exigences. 8.2 Utilisation appropriée : <ul style="list-style-type: none"> - des instruments et appareils de mesure; - de la machine à mesurer tridimensionnelle. 8.3 Présentation appropriée des résultats dans les rapports. 8.4 Nettoyage et rangement minutieux des instruments et des appareils de mesure.	<ul style="list-style-type: none"> • Instruments de mesure à lecture directe et indirecte. • Modes d'étalonnage. • Montages particuliers pour l'inspection. • Comparateur optique. • Rugosimètre. • Autres appareils ou instruments de mesure nécessaires. • Fiches d'inspection et rapports.

Précisions	Critères de performance	Éléments de contenu suggérés
9 Effectuer l'entretien quotidien de la machine-outil, des outils et des accessoires.	9.1 Nettoyage et rangement appropriés, selon le cas, de la machine-outil, des outils et des accessoires, ainsi que dans l'aire de travail. 9.2 Vérification minutieuse de l'état et des niveaux des huiles de coupe, de lubrification et hydrauliques. 9.3 Pertinence des correctifs apportés. 9.4 Signalisation pertinente des anomalies. 9.5 Respect des règles de santé et de sécurité. 9.6 Disposition des produits dangereux et toxiques conforme à la réglementation.	<ul style="list-style-type: none">• Mode de nettoyage d'une machine-outil.• Modes de rangement.• Types d'huiles solubles.• Traitement ou remplacement d'huiles solubles non conformes.• Risque pour la santé d'un liquide de refroidissement contaminé.• Types d'huiles de lubrification.• Types d'huiles hydrauliques.• Types de graisses.• Détection des bruits anormaux• Détection des vibrations anormales.

MODULE 6 : PROGRAMMATION MANUELLE D'UN CENTRE D'USINAGE CODE : 372214 DUREE : 60 h		
Harmonisation : Ce module est équivalent au module 21 du programme <i>Techniques d'usinage</i> (DEP) et à la compétence 012W du programme <i>Techniques de génie mécanique</i> (DEC). Le contenu des modules 4, 6 et 8 du présent programme correspond à la compétence 011Z du programme <i>Techniques de construction aéronautique</i> (DEC).		
Comportement attendu	Conditions d'évaluation	Approche suggérée
Effectuer la programmation manuelle d'un centre d'usinage.	<ul style="list-style-type: none"> • À partir : <ul style="list-style-type: none"> - de dessins de pièces simples à usiner en systèmes d'unités international ou impérial; - de gammes d'usinage; - de consignes de travail. • À l'aide : <ul style="list-style-type: none"> - de centres d'usinage ou de fraiseuses à commande numérique de type industriel ou d'un micro-ordinateur doté d'un éditeur de texte et d'un logiciel de communication; - d'une calculatrice scientifique. • À l'aide de différentes sources de référence, telles que : <ul style="list-style-type: none"> - le <i>Machinery's Handbook</i>; - tableaux et abaques; - manuels techniques; - catalogues d'outillage; - manuels de programmation. • Dans le respect des règles de santé et de sécurité au travail. 	<ul style="list-style-type: none"> • Faire effectuer autant de programmes dans le système impérial que dans le système international. • Exiger en tout temps un travail sérieux et soigné. • Assurer aux élèves un soutien individualisé. • L'approfondissement des méthodes de montage et de la technologie de la coupe est prévu dans les compétences ultérieures. • Afin que les apprentissages en programmation manuelle soient mieux intégrés, il est suggéré d'enseigner cette compétence en parallèle avec la compétence <i>Usiner des pièces simples au centre d'usinage</i>.

	Précisions	Critères de performance	Éléments de contenu suggérés
1	Recueillir dans les dessins, la gamme d'usinage et les manuels, l'information nécessaire pour effectuer la programmation d'un centre d'usinage.	1.1 Relevé complet des données pertinentes compte tenu du travail à effectuer. 1.2 Interprétation juste de l'information recueillie. 1.3 Repérage juste des surfaces de référence. 1.4 Précision de la terminologie anglaise et française.	<ul style="list-style-type: none"> • Dimensions (longueur, diamètre, rayon, angle, etc.). • Écart de tolérance : <ul style="list-style-type: none"> – normes internationales; – normes américaines; – tolérances de dimension, de forme et de positionnement. • Finis de surface. • Symboles de base et symboles propres à la commande numérique. • Surfaces de référence et surfaces à usiner. • Cotation courante et absolue. • Caractéristiques d'un centre d'usinage ou d'une fraiseuse à commande numérique (capacité, par exemple). • Productivité et qualité au regard de la séquence des opérations.
2	Rédiger le programme.	2.1 Choix judicieux du point d'origine de la pièce à usiner. 2.2 Calcul précis des coordonnées cartésiennes et polaires, selon le cas. 2.3 Détermination exacte de la position des points de début et de fin de course des outils. 2.4 Élaboration structurée du programme. 2.5 Insertion juste des paramètres d'usinage : <ul style="list-style-type: none"> – vitesse de rotation en révolutions par minute; – vitesse d'avance en unités par minute. 2.6 Respect de la gamme d'usinage. 2.7 Respect de la syntaxe de programmation.	<ul style="list-style-type: none"> • Systèmes d'axes propres aux centres d'usinage ou aux fraiseuses à commande numérique. • Mode incrémentiel et absolu. • Mode de calcul des cotes moyennes. • Dessin de programmation : <ul style="list-style-type: none"> – position de l'outil à chaque point d'intersection; – point d'origine; – trajectoires d'outil. • Système international et système impérial. • Fonctions préparatoires, auxiliaires et informationnelles. • Cycles d'usinage. • Compensation d'outil. • Traduction des trajectoires d'outil en langage machine. • Autres éléments.

Précisions	Critères de performance	Éléments de contenu suggérés
<p>3 Éditer le programme :</p> <ul style="list-style-type: none"> - sur micro-ordinateur; - au moyen du contrôleur de la machine-outil. 	<p>3.1 Respect de la marche à suivre selon le matériel utilisé concernant :</p> <ul style="list-style-type: none"> - l'introduction de données; - l'archivage de données; - la transmission de données. <p>3.2 Présence complète des données du programme.</p> <p>3.3 Justesse des données introduites.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Mode d'édition à l'aide d'un micro-ordinateur doté d'un éditeur de texte. • Mode d'édition à l'aide du contrôleur de la machine-outil. • Modes d'archivage des données : <ul style="list-style-type: none"> - disque dur; - disquette; - cassette; - ruban; - autres supports. • Mode de transmission des données sur les différents supports.
<p>4 Valider le programme.</p>	<p>4.1 Vérification complète de la conformité du programme avec le dessin et les consignes.</p> <p>4.2 Simulation détaillée des trajectoires d'outil :</p> <ul style="list-style-type: none"> - simulation graphique; - essai à vide. <p>4.3 Détection juste des erreurs de programmation.</p> <p>4.4 Pertinence des correctifs apportés.</p> <p>4.5 Application correcte de la méthode d'archivage.</p> <p>4.6 Respect du temps alloué pour l'ensemble des étapes de la programmation.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Mode de simulation graphique. • Mode d'essai à vide du programme sur le contrôleur de la machine-outil en l'absence d'un simulateur graphique. • Méthodes de résolution de problèmes. • Erreurs fréquentes.

MODULE 7 : USINAGE DE PIÈCES SIMPLES AU CENTRE D'USINAGE			CODE : 372226	DUREE : 90 h
<p>Harmonisation : Ce module est équivalent au module 22 du programme <i>Techniques d'usinage</i> (DEP). Le contenu des modules 5 et 7 du présent programme correspond la compétence 012V du programme <i>Techniques de génie mécanique</i> (DEC).</p>				
Comportement attendu	Conditions d'évaluation	Approche suggérée		
Usiner des pièces simples au centre d'usinage.	<ul style="list-style-type: none"> • À partir : <ul style="list-style-type: none"> - de dessins de pièces comportant des opérations d'usinage sur fraiseuse, et ce, en systèmes d'unités international et impérial; - de consignes de travail; - de matériaux à indice d'usinabilité élevé. • À l'aide : <ul style="list-style-type: none"> - de centres d'usinage ou de fraiseuses à commande numérique de type industriel (la programmation pourrait également être effectuée à l'aide d'un micro-ordinateur doté d'un éditeur de texte et d'un logiciel de communication); - d'outils de coupe au carbure conventionnels et faisant appel à de nouvelles technologies; - d'instruments et d'appareils de contrôle (y compris la machine à mesurer tridimensionnelle); - d'une calculatrice scientifique. • À l'aide de différentes sources de référence, telles que : <ul style="list-style-type: none"> - le <i>Machinery's Handbook</i>; - tableaux et abaques; - manuels techniques; - catalogues d'outillage; - manuels de programmation. • Dans le respect des règles de santé et de sécurité au travail. 	<ul style="list-style-type: none"> • Faire effectuer autant de programmes dans le système impérial que dans le système international. • Exiger en tout temps un travail sérieux et soigné. • Assurer aux élèves un soutien individualisé. • Consacrer 10 p. 100 du temps d'apprentissage aux méthodes de montage et aux outils de coupe en usage sur les fraiseuses à commande numérique et les centres d'usinage. • Effectuer des opérations manuelles à la fraiseuse à commande numérique ou au centre d'usinage dès les premières heures de cours. • Usiner une première pièce à partir d'un programme rédigé par l'enseignante ou l'enseignant. • Orienter la gamme, les montages et la programmation en fonction d'une production en série. • À ce stade de la formation, utiliser des dessins comportant peu de tolérances géométriques. • Les projets à exécuter doivent être de complexité croissante. • Afin que les apprentissages de cette compétence soient mieux intégrés, il est suggéré de l'enseigner en parallèle avec la compétence <i>Effectuer une programmation manuelle au centre d'usinage</i>. • Utiliser les modes de programmation incrémentielle et absolue à tour de rôle. • Appliquer les notions d'autocontrôle à la commande numérique. 		

Précisions	Critères de performance	Éléments de contenu suggérés
1 Recueillir, dans les dessins et les manuels, l'information nécessaire pour effectuer l'usinage d'une pièce au centre d'usinage.	1.1 Relevé complet des données pertinentes compte tenu du travail à effectuer. 1.2 Interprétation juste de l'information recueillie. 1.3 Repérage juste des surfaces de référence. 1.4 Précision de la terminologie anglaise et française.	<ul style="list-style-type: none">• Dimensions (longueur, diamètre, rayon, angle, etc.).• Écart de tolérance :<ul style="list-style-type: none">- normes internationales;- normes américaines.• Tolérances de dimension, de forme et de positionnement.• Finis de surface.• Symboles de base et symboles propres à la commande numérique.• Surfaces de référence et surfaces à usiner.• Cotation courante et absolue.• Annotations.• Consultation de tables de références.

Précisions	Critères de performance	Éléments de contenu suggérés
2 Élaborer la gamme d'usinage.	2.1 Détermination d'une séquence logique des opérations d'usinage. 2.2 Sélection appropriée de la machine-outil en fonction : <ul style="list-style-type: none"> - de sa capacité; - des opérations d'usinage. 2.3 Choix approprié des méthodes de montage en fonction : <ul style="list-style-type: none"> - du matériau à usiner; - des opérations d'usinage; - de la précision de l'usinage. 2.4 Définition appropriée des points d'appui et de serrage. 2.5 Choix judicieux des outils de coupe et de leur mode de fixation, en fonction : <ul style="list-style-type: none"> - de leur capacité d'usinage; - du matériau à usiner; - des opérations d'usinage; - de la capacité de la machine-outil; - des finis de surface; - de l'optimisation du procédé. 2.6 Choix judicieux des instruments et des appareils de contrôle. 2.7 Vérification appropriée de la disponibilité de la machine-outil, des accessoires, des outils de coupe, des instruments et des appareils de contrôle. 2.8 Détermination juste des paramètres d'usinage. 2.9 Croquis soigné de la pièce en position d'usinage.	<ul style="list-style-type: none"> • Caractéristiques des fraiseuses à commande numérique et des centres d'usinage. • Productivité et qualité au regard de la séquence des opérations. • Types de montage en fonction de l'usinage et de la forme de la pièce. • Caractéristiques d'un montage approprié. • Règles de sécurité relatives au montage. • Outils de coupe et porte-outils propres aux fraiseuses à commande numérique et aux centres d'usinage. • Conditions d'usinage : <ul style="list-style-type: none"> - copeau minimum; - usure et durée utile des outils; - puissance nécessaire; - autres. • Applications des fluides de coupe. • Sensibilisation aux phénomènes physiques lors de l'usinage : <ul style="list-style-type: none"> - fléchissement; - vibration (résonance); • Calcul des paramètres d'usinage en fonction des données des catalogues des fabricants d'outils. • Utilisation de tableaux et abaques. • Instruments de mesure à lecture directe et indirecte. • Appareils de vérification. • Accessoires de montage propres aux fraiseuses à commande numérique et aux centres d'usinage. • Qualité du fini de surface en fonction de l'avance d'usinage et du type d'outil.

Précisions	Critères de performance	Éléments de contenu suggérés
3 Programmer le centre d'usinage.	3.1 Calcul précis des coordonnées cartésiennes et polaires. 3.2 Choix judicieux du point d'origine de la pièce. 3.3 Détermination correcte des trajectoires d'outil. 3.4 Traduction correcte des trajectoires d'outil en langage machine. 3.5 Respect de la gamme. 3.6 Édition appropriée du programme : – sur ordinateur; – au moyen du contrôleur du centre d'usinage. 3.7 Vérification rigoureuse de la présence et de la justesse des données du programme.	<ul style="list-style-type: none"> • Systèmes d'axes propres aux fraiseuses à commande numérique : <ul style="list-style-type: none"> – système d'axes machine; – système d'axes pièce. • Mode incrémentiel et absolu. • Dessin de programmation : <ul style="list-style-type: none"> – position de l'outil à chaque point d'intersection; – origine de la pièce; – trajectoires d'outil. • Système international et système impérial. • Utilisation de la calculatrice scientifique. • Fonctions préparatoires, auxiliaires et informationnelles. • Cycles d'usinage. • Compensation d'outil. • Édition à l'aide d'un micro-ordinateur doté d'un éditeur de texte ou du contrôleur de la machine-outil. • Mode d'archivage des données. • Transmission des données sur les différents supports.
4 Monter la pièce à usiner sur le centre d'usinage.	4.1 Vérification visuelle et tactile de l'état de la machine-outil et des accessoires de montage. 4.2 Pertinence des correctifs apportés. 4.3 Installation correcte des accessoires de montage sur le centre d'usinage 4.4 Positionnement et alignement corrects de la pièce. 4.5 Montage sécuritaire de la pièce sur le centre d'usinage.	<ul style="list-style-type: none"> • Caractéristiques d'un montage approprié. • Mode de manutention des accessoires de montage et de la pièce. • État des accessoires et entretien. • Alignement : <ul style="list-style-type: none"> – de l'étau; – du gabarit d'usinage; – de la pièce. • Mode de fixation des accessoires. • Position et orientation de la pièce. • Mode de serrage et effet du serrage sur la pièce. • Autres éléments.

Précisions	Critères de performance	Éléments de contenu suggérés
5 Préparer le centre d'usinage.	5.1 Vérification visuelle et tactile de l'état des accessoires et des outils de coupe. 5.2 Pertinence des correctifs apportés. 5.3 Installation correcte des outils de coupe. 5.4 Réglages appropriés des décalages d'outil, des avances d'usinage, des vitesses de coupe et des buses d'arrosage.	<ul style="list-style-type: none"> • Problèmes relatifs aux outils de coupe. • Modes de réglage des buses d'arrosage. • Prise des décalages des outils de coupe : <ul style="list-style-type: none"> - sur la machine-outil; - sur un banc. • Méthode d'entrée des décalages d'outil : <ul style="list-style-type: none"> - au moyen du contrôleur de la machine-outil; - à l'aide du programme. • Mode de prise de l'origine de la pièce. • Dimension du rayon d'outil pour le dégrossissage et la finition. • Réglage des vitesses d'avance rapide et d'usinage en pourcentage. • Réglage de la vitesse de rotation en pourcentage. • Dispositifs de sécurité de la machine-outil : <ul style="list-style-type: none"> - verrouillage des axes; - verrouillage de la broche; - arrêt d'urgence.
6 Valider le programme.	6.1 Simulation appropriée des trajectoires d'outil en fonction des possibilités du tour à commande numérique : <ul style="list-style-type: none"> - simulation graphique; - essai à vide en mode semi-automatique; - essai à vide en mode automatique. 6.2 Reconnaissance juste des causes des incidents d'usinage de la première pièce. 6.3 Vérification de la conformité de la première pièce avec le dessin et les consignes. 6.4 Pertinence des correctifs apportés : <ul style="list-style-type: none"> - au programme; - aux décalages d'outil. 	<ul style="list-style-type: none"> • Simulation graphique de la trajectoire des outils. • Essai à vide. • Modes semi-automatique (bloc à bloc) et automatique. • Méthodes de résolution de problèmes. • Usinage d'une première pièce en mode semi-automatique. • Réglage, au besoin, des paramètres d'usinage après la fabrication d'une première pièce. • Réglage, au besoin, des décalages d'outil après la fabrication d'une première pièce. • Méthodes de résolution de problèmes. • Erreurs fréquentes.

Précisions	Critères de performance	Éléments de contenu suggérés
7 Effectuer des opérations d'usinage au centre d'usinage, telles que : <ul style="list-style-type: none"> - contournage; - surfaçage; - centrage; - perçage; - alésage; - lamage; - rainurage; - usinage de cavités; - taraudage. 	7.1 Démarrage sécuritaire du centre d'usinage en mode automatique. 7.2 Surveillance assidue des opérations. 7.3 Vérification fréquente de l'état des outils de coupe et de la conformité des pièces usinées. 7.4 Pertinence des correctifs apportés : <ul style="list-style-type: none"> - au procédé d'usinage; - à la gamme. 7.5 Confirmation de la validité des correctifs auprès des personnes en cause. 7.6 Utilisation appropriée des fluides de coupe. 7.7 Ébavurage soigné et propreté des pièces. 7.8 Respect du temps alloué pour l'ensemble des étapes du processus de travail. 7.9 Respect rigoureux des règles de santé et de sécurité propres aux centres d'usinage.	<ul style="list-style-type: none"> • Techniques d'exécution des différentes opérations d'usinage sur fraiseuse à commande numérique ou au centre d'usinage. • Contournages droits et circulaires. • Cavités circulaires et rectangulaires. • Respect de la procédure de départ et de mise en marche de la machine-outil. • Respect des tolérances dimensionnelles et géométriques. • Détection des bruits anormaux. • Sensibilisation à l'usure des outils de coupe. • Changement des outils de coupe en cours de production. • Modes de nettoyage et d'ébavurage. • Risques de blessures. • Mesures préventives.
8 Contrôler la qualité de la pièce usinée.	8.1 Vérification précise de la conformité de la pièce compte tenu des exigences. 8.2 Utilisation appropriée : <ul style="list-style-type: none"> - des instruments et appareils de mesure; - de la machine à mesurer tridimensionnelle. 8.3 Présentation appropriée des résultats dans les rapports. 8.4 Nettoyage et rangement minutieux des instruments et des appareils de mesure.	<ul style="list-style-type: none"> • Instruments de mesure à lecture directe et indirecte. • Modes d'étalonnage. • Montages particuliers pour l'inspection. • Comparateur optique. • Rugosimètre. • Autres appareils ou instruments de mesure nécessaires. • Fiches d'inspection et rapports.

Précisions	Critères de performance	Éléments de contenu suggérés
9 Effectuer l'entretien quotidien du centre d'usinage, des outils et des accessoires.	9.1 Nettoyage et rangement appropriés, selon le cas, de la machine-outil, des outils et des accessoires, ainsi que dans l'aire de travail. 9.2 Vérification minutieuse de l'état et des niveaux des huiles de coupe, de lubrification et hydrauliques. 9.3 Pertinence des correctifs apportés. 9.4 Signalisation pertinente des anomalies. 9.5 Respect des règles de santé et de sécurité. 9.6 Disposition des produits dangereux et toxiques conforme à la réglementation.	<ul style="list-style-type: none">• Mode de nettoyage d'une machine-outil.• Modes de rangement.• Types d'huiles solubles.• Traitement ou remplacement d'huiles solubles non conformes.• Risque pour la santé d'un liquide de refroidissement contaminé.• Types d'huiles de lubrification.• Types d'huiles hydrauliques.• Types de graisses.• Détection des bruits anormaux• Détection des vibrations anormales.

MODULE 8 : PROGRAMMATION AUTOMATIQUE			CODE : 372314	DUREE : 60 h
Harmonisation : Ce module est équivalent à la compétence 0135 du programme <i>Techniques de génie mécanique</i> (DEC). Le contenu des modules 4, 6 et 8 du présent programme correspond à la compétence 011Z du programme <i>Techniques de construction aéronautique</i> (DEC).				
Comportement attendu	Conditions d'évaluation	Approche suggérée		
Effectuer de la programmation automatique.	<ul style="list-style-type: none"> • À partir : <ul style="list-style-type: none"> - de dessins de pièces à usiner nécessitant une programmation automatique, et ce, en systèmes d'unités international et impérial; - de gammes d'usinage; - de consignes. • Pour des surfaces géométriques de complexité moyenne nécessitant une programmation de deux axes en tournage et de deux axes et demi en fraisage. • À l'aide : <ul style="list-style-type: none"> - d'un micro-ordinateur ou du contrôleur de la machine-outil et d'un langage de programmation conversationnelle; - d'un logiciel approprié de fabrication assistée par ordinateur; - d'une calculatrice scientifique. • À l'aide de différentes sources de référence, telles que : <ul style="list-style-type: none"> - le <i>Machinery's Handbook</i> ; - tableaux et abaques; - manuels techniques; - catalogues d'outillage; - manuels de programmation. • Dans le respect des règles de santé et de sécurité au travail. 	<ul style="list-style-type: none"> • Faire effectuer autant de programmes dans le système impérial que dans le système international. • Exiger en tout temps un travail sérieux et soigné. • Assurer aux élèves un soutien individualisé. • Consacrer 20 p.100 du temps d'apprentissage aux méthodes de constructions géométriques à l'aide d'un logiciel de fabrication assistée par ordinateur. • Rappeler l'importance d'utiliser les paramètres d'usinage appropriés. • Afin que les apprentissages en programmation automatique soient mieux intégrés, il est suggéré d'enseigner cette compétence en parallèle avec les compétences <i>Effectuer des travaux d'usinage complexe au tour à commande numérique</i> et <i>Effectuer des travaux d'usinage complexe au centre d'usinage</i>. 		

Précisions	Critères de performance	Éléments de contenu suggérés
<p>1 Recueillir dans les dessins, la gamme d'usinage et les manuels, l'information nécessaire pour effectuer la programmation automatique d'un tour et d'une fraiseuse à commande numérique.</p> <p>2 Définir les éléments géométriques nécessaires à l'usinage d'une pièce.</p>	<p>1.1 Relevé complet des données pertinentes compte tenu du travail à effectuer.</p> <p>1.2 Interprétation juste de l'information recueillie.</p> <p>1.3 Repérage juste des surfaces de référence.</p> <p>1.4 Précision de la terminologie anglaise et française.</p> <p>2.1 Choix judicieux du point d'origine.</p> <p>2.2 Calcul précis des coordonnées cartésiennes et polaires pour la construction d'éléments géométriques.</p> <p>2.3 Utilisation appropriée des commandes de construction géométrique du logiciel.</p> <p>2.4 Repérage exact des points de début et de fin de course des outils.</p> <p>2.5 Représentation de la géométrie de la pièce conforme aux exigences du dessin.</p> <p>2.6 Représentation simplifiée des éléments de support, de fixation et de serrage de la pièce.</p> <p>2.7 Sauvegarde de la géométrie.</p> <p>2.8 Utilisation correcte de l'équipement informatisé.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Dimensions (longueur, diamètre, rayon, angles, etc.). • Écart de tolérance : normes internationales et américaines. • Tolérances de dimension, de forme et de positionnement. • Finis de surface. • Symboles de base et symboles propres à la commande numérique. • Cotation incrémentielle et absolue. • Annotations. • Surface de référence et surface à usiner. • Systèmes d'axes propres aux machines-outils à commande numérique. • Mode incrémentiel et absolu. • Calcul des cotes moyennes. • Modes de construction géométrique à l'aide du logiciel : points, lignes perpendiculaires, parallèles et polaires, cercle; arcs de cercle, autres formes régulières, intersections entre deux droites, entre une droite et un cercle, entre deux cercles, etc. • Calcul automatique des points de tangence. • Modes d'utilisation de l'équipement informatisé.

Précisions	Critères de performance	Éléments de contenu suggérés
3 Importer le dessin d'une pièce à l'écran.	3.1 Choix judicieux du point d'origine. 3.2 Utilisation appropriée des commandes de construction géométrique du logiciel. 3.3 Repérage exact des points de début et de fin de course des outils. 3.4 Représentation simplifiée des éléments de support, de fixation et de serrage de la pièce. 3.5 Sauvegarde de la géométrie. 3.6 Utilisation correcte de l'équipement informatisé. 3.7 Respect du mode d'importation.	<ul style="list-style-type: none"> • Caractéristiques des différents formats graphiques : DXF, CAD et IGES. • Modes d'importation. • Modes de correction du point d'origine d'un dessin importé : déplacement de la géométrie, rotation de la géométrie et correction du facteur d'échelle. • Modes de transformation du dessin importé vers une géométrie d'usinage.
4 Établir les trajectoires d'outil nécessaires à l'usinage d'une pièce.	4.1 Introduction complète des caractéristiques des outils de coupe. 4.2 Détermination pertinente du cheminement des outils pour chaque opération. 4.3 Utilisation des commandes appropriées pour l'introduction de données. 4.4 Introduction exacte des paramètres d'usinage et des données relatives aux outils. 4.5 Respect de la gamme. 4.6 Simulation détaillée des trajectoires d'outil. 4.7 Détection juste des erreurs de programmation. 4.8 Pertinence des correctifs apportés. 4.9 Sauvegarde appropriée : <ul style="list-style-type: none"> - de la liste des caractéristiques des outils; - des trajectoires d'outil. 	<ul style="list-style-type: none"> • Relation entre les éléments géométriques et les commandes de mouvement des outils. • Modes de description des outils de coupe à l'aide du logiciel. • Cycles d'usinage disponibles à partir du logiciel, en tournage et en fraisage. • Modes de compensation d'outil. • Calculs automatiques des décalages des outils de coupe et du nombre ainsi que de la profondeur des coupes. • Mode de simulation des trajectoires d'outil.

	Précisions	Critères de performance	Éléments de contenu suggérés
5	Traduire le programme en code machine.	5.1 Choix approprié du post-processeur en fonction du contrôleur de la machine-outil. 5.2 Traduction correcte des trajectoires d'outil en langage machine. 5.3 Respect de la marche à suivre. 5.4 Vérification soignée de la présence et de la justesse des données du programme à l'aide d'un éditeur de texte. 5.5 Simulation détaillée du programme en codes machine. 5.6 Pertinence des correctifs apportés.	<ul style="list-style-type: none"> • Mode de fonctionnement et d'utilisation d'un post-processeur. • Modes de vérification d'un programme généré en code machine. • Erreurs fréquentes. • Mode de simulation d'un programme en codes machine. • Édition d'un post-processeur à titre d'activité d'enrichissement.
6	Transférer le programme à la machine-outil.	6.1 Application méthodique du transfert de données à la machine-outil. 6.2 Conformité avec le programme des données transférées à la machine-outil. 6.3 Respect de la méthode d'archivage : <ul style="list-style-type: none"> - sauvegarde des données; - impression des documents. 6.4 Respect du temps alloué pour l'ensemble des étapes de la programmation.	<ul style="list-style-type: none"> • Logiciels de transfert de programmes. • Méthodes d'archivage. • Mode d'utilisation de l'imprimante. • Comparaison de différents systèmes de programmation automatique à titre d'activité d'enrichissement.

MODULE 9 : USINAGE COMPLEXE AU TOUR À COMMANDE NUMÉRIQUE CODE : 372328 DUREE : 120 h		
Comportement attendu	Conditions d'évaluation	Approche suggérée
Effectuer de l'usinage complexe au tour à commande numérique.	<ul style="list-style-type: none"> • À partir : <ul style="list-style-type: none"> - de dessins de pièces comportant au minimum cinq opérations de tournage extérieur et intérieur et un niveau de précision élevé, et ce, en systèmes d'unités international et impérial. - de consignes; - de matériaux à faible indice d'usinabilité tels les aciers inoxydables, les aciers fortement alliés, etc.; - de matériaux de différente nature, tels les polymères, les composites, etc. • À l'aide : <ul style="list-style-type: none"> - de tours à commande numérique de type industriel et de leurs accessoires de montage; - d'outils de coupe au carbure conventionnels ou faisant appel à de nouvelles technologies pour des matériaux présentant des difficultés d'usinage particulières; - d'instruments et d'appareils de contrôle, y compris la machine à mesurer tridimensionnelle; - d'un micro-ordinateur; - du contrôleur de la machine-outil et d'un mode de programmation conversationnelle; - d'un logiciel de fabrication assistée par ordinateur; - d'un éditeur de texte; - d'un logiciel de communication; - d'une calculatrice scientifique. • À l'aide de différentes sources de référence, telles que : <ul style="list-style-type: none"> - le <i>Machinery's handbook</i>; - tableaux et abaques; - manuels techniques; - catalogues d'outillage; - manuels de programmation. • Dans le respect des règles de santé et de sécurité au travail. 	<ul style="list-style-type: none"> • Faire effectuer autant de programmes dans le système impérial que dans le système international. • Exiger en tout temps un travail sérieux et soigné. • Assurer aux élèves un soutien individualisé. • Permettre à chaque élève de procéder à l'usinage d'un ensemble de mâchoires molles. • Usiner des pièces nécessitant de 5 à 8 opérations. • Orienter la gamme, les montages et la programmation en fonction d'une production en série. • Utiliser des programmes déjà structurés comportant des erreurs mineures. • Consulter les entreprises et les détaillants d'outillage afin d'être à jour concernant les techniques rapides de montage et de prise des décalages des outils de coupe. • Utiliser de l'outillage modulaire. • Utiliser des techniques d'alimentation de barre en continu. • À ce stade de la formation, utiliser des dessins comportant plus de tolérances géométriques et des tolérances dimensionnelles plus serrées. • Les projets à réaliser doivent être de plus grande complexité. • Développer davantage l'autonomie en ce qui a trait à la planification du travail. • Afin que les apprentissages de cette compétence soient mieux intégrés, il est suggéré de l'enseigner en parallèle avec la compétence <i>Effectuer une programmation automatique</i>. • Afin d'optimiser l'utilisation du parc de machines-outils, il est suggéré d'enseigner ce module en parallèle avec le module 10, <i>Usinage complexe au centre d'usinage</i>. • Appliquer les notions d'autocontrôle à la commande numérique.

Précisions	Critères de performance	Éléments de contenu suggérés
1 Recueillir, dans les dessins et les manuels, l'information nécessaire pour effectuer l'usinage complexe de pièces au tour à commande numérique.	1.1 Relevé complet des données pertinentes compte tenu du travail à effectuer. 1.2 Interprétation juste de l'information recueillie. 1.3 Repérage juste des surfaces de référence. 1.4 Précision de la terminologie anglaise et française.	<ul style="list-style-type: none">• Dimensions (longueur, diamètre, rayon, angle, etc.).• Écarts de tolérance : normes internationales et américaines.• Tolérances de dimension, de forme et de positionnement.• Finis de surface.• Symboles de base et symboles propres à la commande numérique.• Surfaces de référence et surfaces à usiner.• Cotation courante et absolue.• Annotations.• Consultation de tables de références.

Précisions	Critères de performance	Éléments de contenu suggérés
2 Élaborer la gamme d'usinage.	<p>2.1 Détermination d'une séquence logique des opérations d'usinage.</p> <p>2.2 Sélection appropriée du tour en fonction :</p> <ul style="list-style-type: none"> - de sa capacité; - des opérations d'usinage. <p>2.3 Choix approprié des méthodes de montage en fonction :</p> <ul style="list-style-type: none"> - des contraintes physiques du matériau à usiner; - des opérations de tournage extérieur et intérieur; - d'une grande précision d'usinage. <p>2.4 Définition appropriée des points d'appui et de serrage.</p> <p>2.5 Choix judicieux des outils de coupe et de leur mode de fixation, en fonction :</p> <ul style="list-style-type: none"> - de la complexité de l'usinage; - de matériaux présentant des contraintes physiques particulières; - d'opérations de tournage extérieur et intérieur; - de la capacité du tour; - de finis de surface difficiles; - de l'optimisation du procédé. <p>2.6 Choix judicieux des instruments et des appareils en fonction d'un contrôle dimensionnel et géométrique de grande précision.</p> <p>2.7 Vérification appropriée de la disponibilité du tour, des accessoires, des outils de coupe, des instruments et des appareils de contrôle.</p> <p>2.8 Détermination juste des paramètres propres aux matériaux présentant des difficultés particulières d'usinage.</p> <p>2.9 Croquis soigné de la pièce en position d'usinage.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Élaboration de la gamme en fonction de la production en série d'un minimum de 3 pièces. • Caractéristiques des tours à commande numérique. • Productivité et qualité au regard de la séquence des opérations. • Types de montage en fonction de l'usinage et de la forme de la pièce. • Contraintes physiques des matériaux : pièce fragile, pièce à parois minces, matériaux à faible indice d'usinabilité, etc. • Caractéristiques d'un montage approprié. • Règles de sécurité relatives au montage. • Outils de coupe et porte-outils propres aux tours à commande numérique. • Nuances et géométrie de brise-copeaux propres aux matériaux présentant des contraintes physiques particulières. • Finis de surface relatifs aux différentes applications : coussinets, portées d'arbre, chemin de roulement à billes, portée pour joints d'étanchéité, etc. • Conditions d'usinage : copeau minimum, mesure et durée utile des outils, puissance nécessaire, etc. • Introduction des plaquettes de finition afin de réduire les opérations de rectification cylindrique. • Applications des fluides de coupe. • Sensibilisation aux phénomènes physiques lors de l'usinage. • Calcul des paramètres d'usinage en fonction des données des catalogues des fabricants d'outils. • Utilisation de tableaux et abaques. • Instruments de mesure à lecture directe et indirecte. • Appareils de vérification. • Accessoires de montage propres aux tours à commande numérique. • Qualité du fini de surface en fonction de l'avance d'usinage et du type d'outil.

Précisions	Critères de performance	Éléments de contenu suggérés
3 Effectuer la programmation automatique du tour à commande numérique.	3.1 Définition complète de la géométrie nécessaire à l'usinage à l'écran d'un ordinateur ou à l'écran de la machine-outil en mode conversationnel. 3.2 Importation appropriée d'un dessin à l'écran d'un ordinateur, selon le cas. 3.3 Établissement complet des trajectoires d'outil à l'écran. 3.4 Respect de la gamme. 3.5 Traduction correcte des trajectoires d'outil en langage machine. 3.6 Transfert approprié du programme à la machine-outil. 3.7 Vérification rigoureuse de la présence et de la justesse des données du programme.	<ul style="list-style-type: none"> • Systèmes d'axes propres au tour à commande numérique. • Mode incrémentiel et absolu. • Système international et système impérial. • Utilisation de la calculatrice scientifique. • Utilisation de sous-programmes. • Modes de compensation d'outil en programmation automatique. • Référence : précisions 2 à 5 inclusivement du module 8, <i>Programmation automatique</i>. • Mode de programmation destiné à réduire l'ébavurage, au maximum.
4 Monter la pièce à usiner sur le tour à commande numérique.	4.1 Vérification visuelle et tactile de l'état de la machine-outil et des accessoires de montage. 4.2 Application appropriée des correctifs. 4.3 Installation correcte des accessoires sur la machine-outil selon le type de montage : <ul style="list-style-type: none"> - mâchoires dures; - mâchoires molles; - pointes mobiles. 4.4 Positionnement et alignement appropriés de la pièce en fonction de ses contraintes dimensionnelles et géométriques. 4.5 Montage sécuritaire de la pièce sur le tour à commande numérique en fonction de ses contraintes physiques.	<ul style="list-style-type: none"> • Caractéristiques d'un montage approprié. • Mode de manutention des accessoires de montage et de la pièce. • État des accessoires et entretien. • Alignement : <ul style="list-style-type: none"> - de la poupée mobile; - de la broche du tour; - de la tourelle porte-outil. • Mode de fixation des accessoires. • Position et orientation de la pièce. • Mode de serrage et effet du serrage sur la pièce. • Pression hydraulique du mandrin, de la poupée mobile et du canon en fonction des dimensions et de la vitesse de rotation de la pièce. • Mandrin à mâchoires molles et à mâchoires dures • Usinage de mâchoires molles. • Autres éléments.

Précisions	Critères de performance	Éléments de contenu suggérés
5 Préparer le tour à commande numérique.	5.1 Vérification visuelle et tactile de l'état des accessoires et des outils de coupe. 5.2 Application appropriée des correctifs. 5.3 Installation correcte des outils de coupe. 5.4 Réglages appropriés des décalages d'outil, des avances, des vitesses de rotation et des buses d'arrosage.	<ul style="list-style-type: none"> • Problèmes relatifs aux outils de coupe. • Respect des positions d'outil selon la programmation. • Modes de réglage des buses d'arrosage. • Prise des décalages des outils de coupe : <ul style="list-style-type: none"> - sur la machine-outil; - sur un banc. • Méthode d'entrée des décalages d'outil : <ul style="list-style-type: none"> - au moyen du contrôleur de la machine-outil; - à l'aide du programme. • Détermination du type de pointe d'outil. • Dimension du rayon de nez d'outil. • Réglage des vitesses d'avance rapide et d'usinage en pourcentage. • Réglage de la vitesse de rotation en pourcentage. • Dispositifs de sécurité de la machine-outil : <ul style="list-style-type: none"> - verrouillage des axes; - verrouillage de la broche; - arrêt d'urgence.
6 Valider le programme.	6.1 Simulation appropriée des trajectoires d'outil en fonction des possibilités du tour à commande numérique : <ul style="list-style-type: none"> - simulation graphique; - essai à vide en mode semi-automatique; - essai à vide en mode automatique. 6.2 Réglage approprié de l'origine de la pièce. 6.3 Reconnaissance juste des causes des incidents d'usinage de la première pièce. 6.4 Vérification de la conformité de la première pièce avec le dessin et les consignes. 6.5 Application appropriée des correctifs : <ul style="list-style-type: none"> - au programme; - aux décalages d'outil. 	<ul style="list-style-type: none"> • Simulation graphique de la trajectoire des outils. • Essai à vide. • Modes semi-automatique (bloc à bloc) et automatique. • Usinage d'une première pièce en mode semi-automatique. • Réglage, au besoin, des paramètres d'usinage après la fabrication d'une première pièce. • Réglage, au besoin, des décalages d'outil après la fabrication d'une première pièce. • Méthodes de résolution de problèmes. • Erreurs fréquentes.

Précisions	Critères de performance	Éléments de contenu suggérés
<p>7 Effectuer des opérations de tournage extérieur et intérieur, telles que :</p> <ul style="list-style-type: none"> - alésage arrière (<i>back boring</i>); - chanfreinage; - chariotage; - dressage; - ébauche et finition; - filetage; - perçage à haut rendement; - rainurage de face et conventionnel; - reprise au tour; - tournage conique; - tournage de formes irrégulières extérieur et intérieur; - tronçonnage; - usinage de gorges et de dégagements. 	<p>7.1 Démarrage sécuritaire du tour à commande numérique en mode automatique.</p> <p>7.2 Surveillance assidue des opérations d'usinage extérieur et intérieur.</p> <p>7.3 Vérification fréquente de l'état des outils de coupe et de la conformité des pièces usinées.</p> <p>7.4 Application appropriée de correctifs :</p> <ul style="list-style-type: none"> - au procédé; - à la gamme d'usinage. <p>7.5 Confirmation de la validité des correctifs auprès des personnes en cause.</p> <p>7.6 Utilisation appropriée des fluides de coupe.</p> <p>7.7 Ébavurage soigné et propreté des pièces.</p> <p>7.8 Respect du temps alloué pour l'ensemble des étapes du processus de travail.</p> <p>7.9 Respect rigoureux des règles de santé et de sécurité propres au tour à commande numérique.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Techniques d'exécution des différentes opérations de tournage extérieur et intérieur. • Respect de la procédure de départ et de mise en marche du tour. • Respect des tolérances dimensionnelles et géométriques. • Détection des bruits anormaux. • Sensibilisation aux problèmes occasionnés par l'usinage de matériaux à faible indice d'usinabilité. • Changement des outils de coupe en cours de production. • Utilisation d'une plus grande variété d'outils de coupe. • Utilisation de forets à haut rendement. • Modes de nettoyage et d'ébavurage. • Risques de blessures. • Mesures préventives.
<p>8 Contrôler la qualité de la pièce usinée.</p>		<ul style="list-style-type: none"> • Instruments de mesure à lecture directe et indirecte. • Modes d'étalonnage. • Montages destinés à permettre l'inspection. • Comparateur optique. • Rugosimètre. • Autres appareils ou instruments de mesure nécessaires. • Fiches d'inspection et rapports.

Précisions	Critères de performance	Éléments de contenu suggérés
9 Effectuer l'entretien courant de la machine-outil, des outils et des accessoires.	9.1 Nettoyage et rangement appropriés, selon le cas, de la machine-outil, des outils et des accessoires, ainsi que dans l'aire de travail. 9.2 Vérification minutieuse de l'état et des niveaux des huiles de coupe, de lubrification et hydrauliques. 9.3 Pertinence des correctifs apportés. 9.4 Lubrification manuelle aux endroits appropriés. 9.5 Signalisation pertinente des anomalies. 9.6 Respect des règles de santé et de sécurité. 9.7 Disposition des produits dangereux et toxiques conforme à la réglementation.	<ul style="list-style-type: none">• Mode de nettoyage d'une machine-outil.• Modes de rangement.• Modes de lubrification des machines-outils.• Types d'huiles solubles.• Traitement ou remplacement d'huiles solubles non conformes.• Risque pour la santé d'un liquide de refroidissement contaminé.• Types d'huiles de lubrification.• Types d'huiles hydrauliques.• Types de graisses.• Détection des bruits anormaux• Détection des vibrations anormales.• Activité d'enrichissement : opérations élémentaires de dépannage, par exemple, détecter et corriger des problèmes simples liés aux capteurs, aux vérins pneumatiques et aux fusibles sur des circuits à basse tension, sous la supervision de l'enseignante ou de l'enseignant.

MODULE 10 : USINAGE COMPLEXE AU CENTRE D'USINAGE		CODE : 372338	DUREE : 120 h
Comportement attendu	Conditions d'évaluation	Approche suggérée	
Effectuer de l'usinage complexe au centre d'usinage.	<ul style="list-style-type: none"> • À partir : <ul style="list-style-type: none"> - de dessins de pièces comportant au minimum cinq opérations d'usinage sur fraiseuse et un niveau de précision élevé, et ce, en systèmes d'unités international et impérial; - de consignes; - de matériaux à faible indice d'usinabilité, tels les aciers inoxydables, les aciers fortement alliés, etc.; - de matériaux de différente nature, tels les polymères, les composites, etc. • À l'aide : <ul style="list-style-type: none"> - de centres d'usinage ou de fraiseuses à commande numérique de type industriel et de leurs accessoires de montage; - d'outils de coupe au carbure conventionnels et faisant appel à de nouvelles technologies, pour des matériaux présentant des difficultés d'usinage particulières; - d'instruments et d'appareils de contrôle, y compris la machine à mesurer tridimensionnelle; - d'un micro-ordinateur ou du contrôleur de la machine-outil et d'un mode de programmation conversationnelle; - d'un logiciel de fabrication assistée par ordinateur; - d'un éditeur de texte; - d'un logiciel de communication; - d'une calculatrice scientifique. • À l'aide de différentes sources de référence, telles que : <ul style="list-style-type: none"> - le <i>Machinery's Handbook</i>; 	<ul style="list-style-type: none"> • Faire effectuer autant de programmes dans le système impérial que dans le système international. • Exiger en tout temps un travail sérieux et soigné. • Assurer aux élèves un soutien individualisé. • Permettre à chaque élève de procéder à l'usinage d'un ensemble de mâchoires de forme ou d'un gabarit d'usinage simple. • Usiner des pièces nécessitant de 5 à 8 opérations. • Orienter la gamme, les montages et la programmation en fonction d'une production en série. • Utiliser des programmes déjà structurés comportant des erreurs mineures. • Consulter les entreprises et les détaillants d'outillage afin d'être à jour concernant les techniques rapides de montage et de prise des décalages des outils de coupe. • Utiliser de l'outillage modulaire. • Recourir à des techniques de montage rapide. • À ce stade de la formation, utiliser des dessins comportant plus de tolérances géométriques ainsi que des tolérances dimensionnelles plus serrées. • Les projets à exécuter doivent être de plus grande complexité. • Développer davantage l'autonomie en ce qui a trait à la planification du travail. 	

- | | | |
|--|---|---|
| | <ul style="list-style-type: none">- tableaux et abaques;- manuels techniques;- catalogues d'outillage;- manuels de programmation.• Dans le respect des règles de santé et de sécurité au travail. | <ul style="list-style-type: none">• Afin que les apprentissages de cette compétence soient mieux intégrés, il est suggéré de l'enseigner en parallèle avec la compétence <i>Effectuer une programmation automatique</i>.• Afin d'optimiser l'utilisation du parc de machines-outils, il est suggéré d'enseigner ce module en parallèle avec le module 10, <i>Usinage complexe au tour à commande numérique</i>.• Développer les habiletés en fraisage sur 3 et 4 axes, à titre d'activité d'enrichissement. Cette activité peut répondre à des besoins régionaux.• Appliquer les notions d'autocontrôle à la commande numérique. |
|--|---|---|

Précisions	Critères de performance	Éléments de contenu suggérés
1 Recueillir, dans les dessins et les manuels, l'information nécessaire pour effectuer l'usinage complexe de pièces au centre d'usinage.	1.1 Relevé complet des données pertinentes compte tenu du travail à effectuer. 1.2 Interprétation juste de l'information recueillie. 1.3 Repérage juste des surfaces de référence. 1.4 Précision de la terminologie anglaise et française.	<ul style="list-style-type: none">• Dimensions (longueur, diamètre, rayon, angle, etc.).• Écart de tolérance :<ul style="list-style-type: none">- normes internationales;- normes américaines.• Tolérances de dimension, de forme et de positionnement.• Finis de surface.• Symboles de base et symboles propres à la commande numérique.• Surfaces de référence et surfaces à usiner.• Cotation courante et absolue.• Annotations.• Consultation de tables de références.

Précisions	Critères de performance	Éléments de contenu suggérés
2 Élaborer la gamme d'usinage.	<p>2.1 Détermination d'une séquence logique des opérations d'usinage.</p> <p>2.2 Sélection appropriée du tour en fonction :</p> <ul style="list-style-type: none"> - de sa capacité; - des opérations d'usinage. <p>2.3 Choix approprié des méthodes de montage en fonction :</p> <ul style="list-style-type: none"> - des contraintes physiques du matériau à usiner; - d'opérations de fraisage complexe; - d'une grande précision d'usinage. <p>2.4 Choix judicieux des outils de coupe et de leur mode de fixation en fonction :</p> <ul style="list-style-type: none"> - de la complexité de l'usinage; - de matériaux présentant des contraintes physiques particulières; - de la capacité de la machine-outil; - de finis de surface difficiles; - de l'optimisation du procédé. <p>2.5 Choix judicieux des instruments et des appareils en fonction d'un contrôle dimensionnel et géométrique de grande précision.</p> <p>2.6 Vérification appropriée de la disponibilité de la machine-outil, des accessoires, des outils de coupe, des instruments et des appareils de contrôle nécessaires à l'usinage complexe.</p> <p>2.7 Détermination juste des paramètres propres aux matériaux présentant des difficultés particulières d'usinage.</p> <p>2.8 Croquis soigné de la pièce en position d'usinage.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Élaboration de la gamme en fonction de la production en série d'un minimum de 3 pièces. • Caractéristiques des centres d'usinage et des fraiseuses à commande numérique. • Productivité et qualité au regard de la séquence des opérations. • Types de montage en fonction de l'usinage et de la forme de la pièce. • Contraintes physiques des matériaux : pièce fragile, pièce à parois minces, pièce à contour irrégulier, matériaux à faible indice d'usinabilité, etc. • Caractéristiques d'un montage approprié. • Règles de sécurité relatives au montage. • Outils de coupe et porte-outils propres aux centres d'usinage et aux fraiseuses à commande numérique. • Nuances et géométrie de brise-copeaux propres aux matériaux présentant des contraintes physiques particulières. • Finis de surface relatifs aux différentes applications : glissières, portée pour joints d'étanchéité, surface d'étanchéité, etc. • Conditions d'usinage : copeau minimum, usure et durée utile des outils, puissance nécessaire, etc. • Introduction des plaquettes de finition afin de réduire les opérations de rectification plane. • Application des fluides de coupe. • Sensibilisation aux phénomènes physiques lors de l'usinage : <ul style="list-style-type: none"> - fléchissement; - vibration (résonance). • Calcul des paramètres d'usinage en fonction des données des catalogues des fabricants d'outils. • Utilisation de tableaux et abaques. • Instruments de mesure à lecture directe et indirecte. • Appareils de vérification. • Accessoires de montage propres aux centres d'usinage et aux fraiseuses à commande numérique. • Qualité du fini de surface en fonction de l'avance d'usinage et du type d'outil.

Précisions	Critères de performance	Éléments de contenu suggérés
3 Effectuer la programmation automatique du centre d'usinage.	3.1 Définition complète de la géométrie nécessaire à l'usinage à l'écran d'un ordinateur ou à l'écran de la machine-outil en mode conversationnel. 3.2 Importation appropriée d'un dessin à l'écran d'un ordinateur, selon le cas. 3.3 Établissement complet des trajectoires d'outil à l'écran. 3.4 Respect de la gamme. 3.5 Traduction correcte des trajectoires d'outil en langage machine. 3.6 Transfert approprié du programme à la machine-outil. 3.7 Vérification rigoureuse de la présence et de la justesse des données du programme.	<ul style="list-style-type: none"> • Systèmes d'axes propres aux centres d'usinage et aux fraiseuses à commande numérique. • Mode incrémentiel et absolu. • Système international et système impérial. • Utilisation de la calculatrice scientifique. • Utilisation de sous-programmes. • Modes de compensation d'outil en programmation automatique. • Référence : précisions 2 à 5 inclusivement du module 8, <i>Programmation automatique</i>. • Mode de programmation destiné à réduire l'ébavurage au maximum.
4 Monter la pièce à usiner sur le centre d'usinage.	4.1 Vérification visuelle et tactile de l'état de la machine-outil et des accessoires de montage. 4.2 Application appropriée des correctifs. 4.3 Installation correcte des accessoires sur la machine-outil, selon le type de montage : <ul style="list-style-type: none"> - étau à mâchoires dures; - étau à mâchoires de forme; - gabarit d'usinage; - autres systèmes de montage rapide. 4.4 Positionnement et alignement appropriés de la pièce en fonction de ses contraintes dimensionnelles et géométriques. 4.5 Montage sécuritaire de la pièce sur le centre d'usinage en fonction de ses contraintes physiques. 4.6 Respect du temps alloué pour l'ensemble des étapes du processus de travail.	<ul style="list-style-type: none"> • Caractéristiques d'un montage approprié. • Mode de manutention des accessoires de montage et de la pièce. • État des accessoires et entretien. • Alignement et positionnement : <ul style="list-style-type: none"> - de l'étau ou des étaux; - du gabarit d'usinage; - du mandrin à 3 mors ou à collets flexibles; - de la pièce. • Mode de fixation des accessoires. • Position et orientation de la pièce. • Mode de serrage et effet du serrage sur la pièce. • Étau à mâchoires dures et à mâchoires de forme. • Usinage de mâchoires de forme. • Autres éléments.

Précisions	Critères de performance	Éléments de contenu suggérés
5 Préparer le centre d'usinage.	5.1 Vérification visuelle et tactile de l'état des accessoires et des outils de coupe. 5.2 Application appropriée des correctifs. 5.3 Installation correcte des outils de coupe. 5.4 Réglages appropriés des décalages d'outil, des avances, des vitesses de rotation et des buses d'arrosage. 5.5 Respect du temps alloué pour l'ensemble des étapes du processus de travail.	<ul style="list-style-type: none"> • Problèmes relatifs aux outils de coupe. • Respect des positions d'outil, selon la programmation. • Modes de réglage des buses d'arrosage. • Prise des décalages des outils de coupe : <ul style="list-style-type: none"> - sur la machine-outil; - sur un banc. • Méthode d'entrée des décalages d'outil : <ul style="list-style-type: none"> - au moyen du contrôleur de la machine-outil; - à l'aide du programme. • Réglage des vitesses d'avance rapide et d'usinage en pourcentage. • Réglage de la vitesse de rotation en pourcentage. • Dispositifs de sécurité de la machine-outil : <ul style="list-style-type: none"> - verrouillage des axes; - verrouillage de la broche; - arrêt d'urgence.
6 Valider le programme.	6.1 Simulation appropriée des trajectoires d'outil en fonction des possibilités du tour à commande numérique : <ul style="list-style-type: none"> - simulation graphique; - essai à vide en mode semi-automatique; - essai à vide en mode automatique. 6.2 Réglage approprié de l'origine de la pièce. 6.3 Reconnaissance juste des causes des incidents d'usinage de la première pièce. 6.4 Vérification de la conformité de la première pièce avec le dessin et les consignes. 6.5 Application appropriée des correctifs : <ul style="list-style-type: none"> - au programme; - aux décalages d'outil. 6.6 Respect du temps alloué.	<ul style="list-style-type: none"> • Simulation graphique de la trajectoire des outils. • Essai à vide. • Mode semi-automatique (bloc à bloc) et automatique. • Usinage d'une première pièce en mode semi-automatique. • Réglage, au besoin, des paramètres d'usinage après la fabrication d'une première pièce. • Réglage, au besoin, des décalages d'outil après la fabrication d'une première pièce. • Méthodes de résolution de problèmes. • Erreurs fréquentes.

Précisions	Critères de performance	Éléments de contenu suggérés
<p>7 Effectuer des opérations d'usinage complexe au centre d'usinage, telles que :</p> <ul style="list-style-type: none"> - alésage à l'alésoir, avec barre d'alésage réglable et à la tête à aléser; - alésage arrière <i>back boring</i>; - centrage; - chanfreinage des arêtes vives; - contournage de formes irrégulières; - ébauche et finition; - filetage; - lamage; - perçage à haut rendement; - rainurage; - reprise à la fraiseuse; - surfacage; - taraudage; - usinage de cavités de formes irrégulières avec îlots; - usinage de congés et d'arrondis. <p>8 Contrôler la qualité de la pièce usinée.</p>	<p>7.1 Démarrage sécuritaire du centre d'usinage en mode automatique.</p> <p>7.2 Surveillance assidue des opérations d'usinage.</p> <p>7.3 Vérification fréquente de l'état des outils de coupe et de la conformité des pièces usinées.</p> <p>7.4 Application appropriée de correctifs :</p> <ul style="list-style-type: none"> - au procédé d'usinage; - à la gamme. <p>7.5 Confirmation de la validité des correctifs auprès des personnes en cause.</p> <p>7.6 Utilisation appropriée des fluides de coupe.</p> <p>7.7 Ébavurage soigné et propreté des pièces.</p> <p>7.8 Respect du temps alloué.</p> <p>7.9 Respect rigoureux des règles de santé et de sécurité propres au tour à commande numérique.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Techniques d'exécution des différentes opérations de fraisage complexe. • Respect de la procédure de départ et de mise en marche du centre d'usinage ou de la fraiseuse à commande numérique. • Respect des tolérances de dimension et géométriques. • Détection des bruits anormaux. • Sensibilisation aux problèmes occasionnés par l'usinage de matériaux à faible indice d'usinabilité. • Changement des outils de coupe en cours de production. • Utilisation d'une plus grande variété d'outils de coupe. • Utilisation de forets à haut rendement. • Modes de nettoyage et d'ébavurage. • Risques de blessures. • Mesures préventives. <ul style="list-style-type: none"> • Instruments de mesure à lecture directe et indirecte. • Modes d'étalonnage. • Montages particuliers pour l'inspection. • Comparateur optique. • Rugosimètre. • Autres appareils ou instruments de mesure nécessaires. • Fiches d'inspection et rapports.

Précisions	Critères de performance	Éléments de contenu suggérés
<p>9 Effectuer l'entretien courant de la machine-outil, des outils et des accessoires.</p>	<p>9.1 Nettoyage et rangement appropriés, selon le cas, de la machine-outil, des outils et des accessoires, ainsi que dans l'aire de travail.</p> <p>9.2 Vérification minutieuse de l'état et des niveaux des huiles de coupe, de lubrification et hydrauliques.</p> <p>9.3 Application appropriée des correctifs.</p> <p>9.4 Lubrification manuelle aux endroits appropriés.</p> <p>9.5 Signalisation pertinente des anomalies.</p> <p>9.6 Respect des règles de santé et de sécurité.</p> <p>9.7 Disposition des produits dangereux et toxiques conforme à la réglementation.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Mode de nettoyage d'une machine-outil. • Modes de rangement. • Modes de lubrification des machines-outils. • Types d'huiles solubles. • Traitement ou remplacement d'huiles solubles non conformes. • Risque pour la santé d'un liquide de refroidissement contaminé. • Types d'huiles de lubrification. • Types d'huiles hydrauliques. • Types de graisses. • Détection des bruits anormaux • Détection des vibrations anormales. • Activité d'enrichissement : opérations élémentaires de dépannage, par exemple, détecter et corriger des problèmes simples liés aux capteurs, aux vérins pneumatiques et aux fusibles sur des circuits à basse tension, sous supervision de l'enseignante ou de l'enseignant.

MODULE 11 : NOUVELLES ORGANISATIONS DU TRAVAIL		CODE : 372153	DUREE : 45 h
Harmonisation : Ce module est équivalent au module 15 du programme <i>Techniques d'usinage</i> (DEP), au module 23 du programme <i>Dessin industriel</i> (DEP), à la compétence 012X du programme <i>Techniques de génie mécanique</i> (DEC) et à la compétence 0127 du programme <i>Techniques de construction aéronautique</i> (DEC).			
Comportement attendu	Conditions d'évaluation	Approche suggérée	
S'adapter aux particularités des nouvelles organisations du travail.	<ul style="list-style-type: none">• Travail en équipe.• À partir de l'ensemble de l'information concernant le fonctionnement d'une entreprise de fabrication.• À l'aide de la documentation pertinente.• Dans un climat de respect et d'ouverture.		

Précisions	Critères de performance	Éléments de contenu suggérés
<p>1 Reconnaître les modes de gestion de la production de son entreprise et leurs effets sur l'organisation du travail.</p> <p>2 Reconnaître les moyens mis en œuvre pour favoriser l'amélioration continue de la productivité.</p>	<p>1.1 Reconnaissance de la philosophie de gestion de l'entreprise notamment le taylorisme et la valeur ajoutée.</p> <p>1.2 Caractérisation appropriée du type de structure organisationnelle privilégiée :</p> <ul style="list-style-type: none"> - organisation hiérarchisée; - équipes semi-autonomes; - équipes autonomes. <p>1.3 Reconnaissance du processus de production de l'entreprise.</p> <p>1.4 Appréciation correcte des effets des modes de gestion sur la production et sur l'évolution des tâches dans l'entreprise.</p> <p>2.1 Différenciation juste des instruments ou des techniques utilisés dans l'entreprise.</p> <p>2.2 Liens pertinents entre les moyens mis en œuvre et la capacité de l'entreprise à répondre aux exigences de la nouvelle économie, telles que :</p> <ul style="list-style-type: none"> - l'amélioration du temps de réponse aux besoins du marché; - la réalisation d'économies de gamme; - l'élimination du gaspillage. <p>2.3 Reconnaissance de la contribution du personnel à l'amélioration de la productivité.</p>	

Précisions	Critères de performance	Éléments de contenu suggérés
<p>3 Communiquer verbalement avec ses collègues de travail.</p>	<p>3.1 Choix des types de questions nécessaires pour obtenir l'information pertinente.</p> <p>3.2 Reformulation appropriée des points de convergence et de divergence lors d'une discussion.</p> <p>3.3 Reformulation et reflet corrects d'un message.</p> <p>3.4 Rétroaction constructive et précise pour :</p> <ul style="list-style-type: none"> - susciter l'amélioration d'un comportement; - reconnaître et encourager l'apport positif des collègues. <p>3.5 Expression pertinente et persuasive de son point de vue.</p> <p>3.6 Compréhension à l'égard des commentaires suscitant de la controverse.</p> <p>3.7 Utilisation d'une approche efficace permettant de faire face à des comportements empreints d'émotivité.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Processus de communication. • Obstacles à la communication. • Rôle de la perception et des systèmes de défense. • Attitudes facilitantes. • Types de questions. • Reformulation. • Reflet. • Synthèse de discussions. • Rétroaction particulière et expérientielle. • Accueil des comportements empreints d'émotivité. • Argumentation pour étayer une opinion.
<p>4 Résoudre des problèmes liés à l'organisation du travail.</p>	<p>4.1 Choix judicieux des outils et des techniques en fonction de la complexité du problème à résoudre.</p> <p>4.2 Description claire du problème.</p> <p>4.3 Détermination juste des causes et des conséquences du problème.</p> <p>4.4 Choix de la solution la mieux adaptée en fonction des critères établis.</p> <p>4.5 Plan d'action réaliste.</p> <p>4.6 Mécanismes de suivi clairement définis et fixés dans le temps.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Avantages d'utiliser un processus de résolution de problèmes. • Processus simple. • Outils et techniques modernes.

Précisions	Critères de performance	Éléments de contenu suggérés
5 Travailler en équipe multidisciplinaire.	5.1 Détermination juste des buts et des résultats à atteindre par l'équipe en fonction de la mission et des valeurs de l'entreprise. 5.2 Établissement par consensus de règles de fonctionnement. 5.3 Détermination du champ de responsabilité approprié pour chaque membre de l'équipe. 5.4 Planification appropriée du travail. 5.5 Prises de décisions par consensus. 5.6 Reconnaissance juste du style de participation des membres de l'équipe. 5.7 Relevé descriptif des facteurs favorables et nuisibles pour chacune des étapes de travail de l'équipe.	<ul style="list-style-type: none">• Fondements d'une équipe de travail efficace.• Collaboration par opposition à compétition.• Rôles à l'intérieur d'une équipe.• Règles de fonctionnement.• Styles de participation.• Étapes de la planification• Processus de prise de décision par consensus.• Étapes de croissance d'une équipe de travail.

MODULE 12 : PRODUCTION EN SÉRIE		CODE : 372346	DUREE : 90 h
Comportement attendu	Conditions d'évaluation	Approche suggérée	
<p>Usiner les pièces d'une production en série en usinage sur machines-outils à commande numérique.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • En équipe de travail et sous supervision. • À partir : <ul style="list-style-type: none"> - de dessins d'ensemble et de détail, et ce, en systèmes d'unités international et impérial; - de gammes d'usinage; - de consignes; - de matériaux de différentes natures. • À l'aide : <ul style="list-style-type: none"> - de machines-outils à commande numérique et de leurs accessoires (l'utilisation occasionnelle de machines-outils conventionnelles pourrait être permise); - d'outils de coupe au carbure conventionnels et faisant appel à de nouvelles technologies ou d'outils de forme; - d'instruments et d'appareils de contrôle électroniques et conventionnels (y compris une machine à mesurer tridimensionnelle, de calculateurs de traitement statistique ou des d'ordinateurs avec logiciels (y compris la machine à mesurer tridimensionnelle); - d'un micro-ordinateur ou du contrôleur de la machine-outil et d'un mode de programmation conversationnelle; - d'un logiciel de fabrication assistée par ordinateur; - d'un éditeur de texte; - d'un logiciel de communication; - de produits; - d'une calculatrice scientifique; - d'un système d'inventaire. • À l'aide de différentes sources de référence, telles que : <ul style="list-style-type: none"> - le <i>Machinery's handbook</i>; - tableaux et abaques; - manuels techniques; - catalogues d'outillage. • Dans un environnement permettant l'exécution d'une production en série. • Dans le respect des règles de santé et de sécurité. 	<ul style="list-style-type: none"> • Il devrait revenir à l'enseignante ou à l'enseignant de former les équipes et d'assigner les tâches. • Les élèves seront responsables de la répartition des tâches au sein de leurs équipes respectives. • Les élèves seront responsables de la gestion du matériel de leurs équipes. • Orienter la gamme, les montages et la programmation en fonction d'une production en série. • Utiliser des programmes déjà structurés comportant des erreurs mineures. • Utiliser de l'outillage modulaire. • Recourir à des techniques de montage rapide. • Les durées d'utilisation des tours et des fraiseuses à commande numérique devraient être équivalentes. • Effectuer des opérations de préusinage sur des machines-outils conventionnelles. • Consacrer environ 20 p. 100 du temps aux notions de contrôle statistique de la qualité. • Effectuer un rappel sur les tolérances géométriques et sur les méthodes de contrôle de ces dernières. • Appliquer les principes de base ISO-9000 comme mode de fonctionnement de l'atelier. • Mettre en valeur les notions acquises en communication et nouvelles organisations du travail. 	

Précisions	Critères de performance	Éléments de contenu suggérés
1 Prendre connaissance du projet de production en série.	1.1 Collecte complète de l'information relative à la production en série d'un objet. 1.2 Reconnaissance juste des composants de l'objet à fabriquer et de leurs caractéristiques. 1.3 Sélection pertinente des dessins et des gammes d'usinage associés à chacune des pièces entrant dans la fabrication de l'objet. 1.4 Reconnaissance juste des opérations d'usinage nécessaires à l'exécution du projet de production en série.	<ul style="list-style-type: none"> • Rassemblement et étude de la documentation se rattachant au projet de production en série.
2 Organiser le travail d'équipe.	2.1 Établissement d'un consensus sur les règles de fonctionnement de l'équipe. 2.2 Répartition judicieuse des opérations d'usinage à chacun des postes de travail en fonction de la nature des procédés et de l'optimisation du rendement. 2.3 Partage des tâches conforme aux exigences d'efficacité. 2.4 Compte-rendu précis des décisions prises aux responsables de la production.	<ul style="list-style-type: none"> • Révision et application des principes de communication, ainsi que des principes de résolution des problèmes liés à l'organisation du travail comme tel et du travail en équipe multidisciplinaire.
3 Recueillir, dans les dessins, les gammes d'usinage et les manuels, l'information nécessaire à la fabrication des pièces.	3.1 Relevé complet des données pertinentes compte tenu du travail à effectuer. 3.2 Interprétation juste de l'information recueillie. 3.3 Repérage juste des surfaces de référence. 3.4 Précision de la terminologie anglaise et française.	<ul style="list-style-type: none"> • Dessins de détail en systèmes international et impérial. • Symbolisation. • Codification. • Matériaux. • Cotation. • Caractéristiques des machines-outils. • Accessoires de montage propres aux machines-outils. • Productivité et qualité au regard de la séquence des opérations. • Types de montage en fonction de l'usinage et de la forme des pièces à fabriquer. • Contraintes physiques des matériaux.

Précisions	Critères de performance	Éléments de contenu suggérés
4 Effectuer la programmation automatique de la machine-outil à commande numérique.	4.1 Définition complète des géométries nécessaires à l'usinage des pièces. 4.2 Importation appropriée des dessins, selon le cas. 4.3 Établissement complet des trajectoires d'outil. 4.4 Respect des gammes. 4.5 Traduction correcte des trajectoires d'outil en langage machine. 4.6 Transfert approprié des programmes aux machines-outils. 4.7 Vérification rigoureuse de la présence et de la justesse des données des programmes. 4.8 Relevé précis du temps nécessaire à la programmation.	<ul style="list-style-type: none">• Systèmes d'axes propres aux différentes machines-outils à commande numérique.• Mode incrémentiel et absolu.• Système international et système impérial.• Utilisation de la calculatrice scientifique.• Utilisation de sous-programmes.• Modes de compensation d'outil en programmation automatique.• Référence : précisions 2 à 5 inclusivement du module 8, <i>Programmation automatique</i>.• Mode de programmation destiné à réduire l'ébavurage, au maximum.

Précisions	Critères de performance	Éléments de contenu suggérés
5 Organiser les postes de travail.	5.1 Vérification de la disponibilité du matériel. 5.2 Respect des gammes d'usinage. 5.3 Vérification visuelle et tactile de l'état des machines-outils, des outils, des accessoires, des instruments et des appareils de contrôle. 5.4 Application appropriée des correctifs. 5.5 Installation correcte des outils et des accessoires. 5.6 Montage sécuritaire des pièces sur les machines-outils. 5.7 Réglages appropriés des machines. 5.8 Respect des règles de santé et de sécurité. 5.9 Relevé précis du temps nécessaire à la préparation.	<ul style="list-style-type: none"> • Modes de réorganisation des postes de travail en fonction de la production. • Cellules flexibles. • Caractéristiques d'un montage approprié. • Mode de manutention des accessoires de montage et de la pièce. • État des accessoires et entretien. • Alignement et positionnement de la machine-outil, des accessoires de montage et de la pièce. • Mode de fixation des accessoires. • Position et orientation de la pièce. • Mode de serrage et effet du serrage sur la pièce. • Problèmes relatifs aux outils de coupe. • Respect des positions d'outil, selon la programmation. • Modes de réglage des buses d'arrosage. • Prise des décalages des outils de coupe sur la machine-outil et sur un banc. • Méthode d'entrée des décalages d'outil au moyen du contrôleur de la machine-outil et à l'aide du programme. • Réglage des vitesses d'avance rapide et d'usinage en pourcentage. • Réglage de la vitesse de rotation en pourcentage. • Dispositifs de sécurité de la machine-outil : verrouillage des axes et de la broche. • Arrêt d'urgence.

	Précisions	Critères de performance	Éléments de contenu suggérés
6	Produire les premières pièces.	6.1 Simulation appropriée des trajectoires d'outil. 6.2 Réglage précis de l'origine de la pièce. 6.3 Respect des techniques d'exécution. 6.4 Utilisation sécuritaire des machines-outils. 6.5 Reconnaissance juste des causes d'incidents d'usinage. 6.6 Vérification complète de la conformité des premières pièces compte tenu des exigences des dessins et des consignes. 6.7 Pertinence des décisions prises par l'équipe relativement aux correctifs à apporter. 6.8 Application appropriée des correctifs : – au programme; – aux décalages d'outil. 6.9 Relevé précis du temps nécessaire à la production des premières pièces.	<ul style="list-style-type: none"> • Simulation graphique de la trajectoire des outils en fonction des possibilités du contrôleur de la machine-outil à commande numérique. • Essai à vide. • Mode semi-automatique (bloc à bloc) et automatique. • Usinage d'une première pièce en mode semi-automatique. • Réglage, au besoin, des paramètres d'usinage et des décalages d'outil. • Méthodes de résolution de problèmes. • Erreurs fréquentes.
7	Effectuer les opérations d'usinage que nécessite la production en série.	7.1 Utilisation sécuritaire des machines-outils. 7.2 Surveillance assidue des opérations. 7.3 Vérifications fréquentes de l'état des outils de coupe et de la conformité des pièces usinées. 7.4 Application appropriée des correctifs. 7.5 Relevé complet des incidents d'usinage. 7.6 Utilisation appropriée des fluides de coupe. 7.7 Ébavurage soigné et propreté des pièces. 7.8 Relevé précis des temps de production.	<ul style="list-style-type: none"> • Techniques d'exécution des différentes opérations d'usinage. • Respect de la procédure de départ et de mise en marche des machines-outils à commande numérique et conventionnelles. • Respect des tolérances dimensionnelles et géométriques. • Détection des bruits anormaux. • Sensibilisation aux problèmes occasionnés par l'usinage de matériaux à faible indice d'usinabilité. • Changement des outils de coupe en cours de production. • Utilisation de forets à haut rendement. • Modes de nettoyage et d'ébavurage. • Risques de blessures. • Mesures préventives.

	Précisions	Critères de performance	Éléments de contenu suggérés
8	Effectuer un contrôle statistique de la qualité.	8.1 Application méthodique d'un plan d'échantillonnage. 8.2 Choix approprié des instruments et appareils de contrôle. 8.3 Vérification précise de la conformité des pièces compte tenu des exigences. 8.4 Application correcte de la méthode de transfert des données sur support informatique. 8.5 Interprétation sommaire des résultats affichés. 8.6 Nettoyage et rangement minutieux des instruments et des appareils de contrôle.	<ul style="list-style-type: none"> • Rôle du contrôle statistique de la qualité dans un processus de production. • Rôle de la ou du machiniste dans le contrôle de la qualité. • Terminologie propre au contrôle statistique de la qualité. • Cartes de contrôle statistique. • Affichage à l'écran ou impression sur papier. • Amélioration de la perception des défauts et irrégularités de surface : ondulations, rugosités, éraflures, fissures, piqûres, crêtes et creux. • Causes de la dispersion des mesures : variation des mesures à cause de l'usure des outils, mauvais intervalle de changement d'outils, utilisation de paramètres de coupe incorrects, mauvaise qualité de montage, machine-outil en mauvais état, critères de qualité supérieurs à la capacité de la machine-outil et dilatation thermique des pièces. • Utilisation d'instruments et appareils de contrôle propres et efficaces dans un processus de production : instruments à lecture numérique, instruments à lecture directe, comparateurs, calibres, cales étalons, rugosimètre, machine à mesurer tridimensionnelle, etc. • Classes de précision des instruments. • Fiches d'inspection et rapports.

Précisions	Critères de performance	Éléments de contenu suggérés
9 Proposer des méthodes d'amélioration continue.	9.1 Détermination du moment d'intervention opportun. 9.2 Description claire des problèmes de production. 9.3 Détermination juste des causes. 9.4 Définition commune des objectifs de productivité et de qualité de l'équipe. 9.5 Pertinence et réalisme des propositions émises. 9.6 Consensus sur le choix de la solution.	<ul style="list-style-type: none"> • Résolution de problèmes. • Remarques ou recommandations après consultation des rapports statistiques et des relevés de temps. • Processus de prise de décision par consensus.
10 Effectuer l'entretien courant des machines-outils, des accessoires et des outils de coupe.	10.1 Nettoyage et rangement appropriés, selon le cas, des machines-outils, des outils, des accessoires, ainsi que dans l'aire de travail. 10.2 Vérification minutieuse de l'état et des niveaux des huiles de coupe, de lubrification et hydrauliques. 10.3 Application appropriée des correctifs. 10.4 Lubrification manuelle aux endroits appropriés. 10.5 Signalisation pertinente des anomalies. 10.6 Respect des règles de santé et de sécurité. 10.7 Disposition des produits dangereux et toxiques conforme à la réglementation.	<ul style="list-style-type: none"> • Mode de nettoyage d'une machine-outil. • Modes de lubrification. • Types de lubrifiants : huiles solubles, huiles de lubrification, huiles hydrauliques et graisses. • Points de lubrification. • Traitement ou remplacement des huiles solubles non conformes. • Risques pour la santé d'un liquide de refroidissement contaminé. • Disposition des huiles usées. • Détection de vibrations et de bruits anormaux. • Critères de propreté.

MODULE 13 : INTÉGRATION AU MARCHÉ DU TRAVAIL**CODE : 372354****DUREE : 60 h****Harmonisation :****Ce module est équivalent au module 28 du programme *Techniques d'usinage (DEP)*.**

Intention poursuivie	Conditions d'encadrement	Approche suggérée
<p>S'intégrer au marché du travail.</p> <p><i>Précisions :</i></p> <p>Rechercher un lieu de stage.</p> <p>Observer et mener des activités professionnelles en milieu de travail.</p> <p>Communiquer avec l'équipe de travail.</p> <p>Évaluer la formation reçue d'après la réalité perçue durant le stage.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Fournir aux élèves les moyens et l'aide nécessaires à leur recherche d'un lieu de stage. • Maintenir une collaboration étroite entre l'école et l'entreprise. • S'assurer que les stagiaires sont bien encadrés par une personne responsable de l'entreprise. • Assurer l'encadrement périodique des élèves et n'intervenir qu'en cas de difficulté. • S'assurer que l'entreprise respecte les conditions qui permettront aux élèves d'atteindre les objectifs du stage. • Favoriser les échanges d'opinions entre les élèves ainsi que l'expression des idées de toutes et de tous. • Fournir une structure de rapport. 	

Plan de mise en situation	Critères de participation	Approche suggérée
<p>PHASE 1 : Démarche de recherche de stage</p> <ul style="list-style-type: none"> • Prendre connaissance de l'information et des modalités relatives au stage. • Définir ses attentes et ses besoins au regard du stage. • Trouver des entreprises aptes à répondre à ses attentes et à ses besoins. 	<ul style="list-style-type: none"> - Énumère par ordre de priorité des lieux de stage possibles répondant à ses critères de sélection. - Rencontre une représentante ou un représentant de l'entreprise en vue de se faire accepter comme stagiaire. 	<ul style="list-style-type: none"> • Objectifs du stage. • Durée. • Conditions d'encadrement. • Critères de participation. • Buts et objectifs personnels et professionnels. • Critères de sélection de l'entreprise, tels que : <ul style="list-style-type: none"> - la taille et l'emplacement; - le type de production; - la structure ; - la qualité des relations de travail; - les possibilités d'atteindre les objectifs fixés pour le stage; - autres • Adéquation entre les critères retenus et les attentes. • Sources diverses : <ul style="list-style-type: none"> - banques d'entreprises; - annuaires téléphoniques; - centres d'emploi; - annonces classées; - liste d'entreprises ayant déjà reçu des stagiaires et historique correspondant; - aide de l'enseignante ou de l'enseignant; - autres. • Classement des entreprises par type de produits ou de procédés.

Plan de mise en situation	Critères de participation	Approche suggérée
<ul style="list-style-type: none"> • Effectuer des démarches pour obtenir une place de stagiaire. • S'assurer que les modalités de son séjour dans l'entreprise sont conformes à la réglementation. <p>PHASE 2 : Exécution d'activités en milieu de travail</p> <ul style="list-style-type: none"> • Effectuer différentes tâches professionnelles ou participer à leur exécution. 	<ul style="list-style-type: none"> - Respecte les directives de l'entreprise en ce qui concerne les activités, les horaires de travail et les règles de l'éthique professionnelle. - Rédige un rapport de stage sur les activités menées. - Démontre un intérêt soutenu tout au long de l'activité. 	<ul style="list-style-type: none"> • Prises de contact par lettre, téléphone ou visite. • Entente sur les modalités du stage. • Présentation à l'employeur de la liste des travaux requis pour la réussite du stage. • Confirmation du stage. • Manifestation de détermination, d'ouverture, d'un esprit positif, de disponibilité, etc. • Éléments à confirmer : <ul style="list-style-type: none"> - modalités de l'assurance; - inscription de la ou du stagiaire à la CSST; - ententes avec les syndicats pour l'acceptation de la ou du stagiaire; - responsabilités des parties; - autres. • Ententes relativement à l'encadrement (par l'entreprise et par l'enseignante ou l'enseignant). • Participation active aux tâches. • Observation des règles de santé et de sécurité. • Respect des consignes et des règlements de l'entreprise : ordre, horaires, assiduité, circulation dans l'atelier et tenue vestimentaire. • Comportement : écoute, respect, tact, discrétion, souci de l'excellence, manifestation d'intérêt pour toute nouvelle expérience de travail, etc.

Plan de mise en situation	Critères de participation	Approche suggérée
<ul style="list-style-type: none"> • Communiquer avec les membres de l'équipe de travail et avec les responsables du stage. • Produire un rapport sur les tâches et opérations effectuées durant le stage. 		<ul style="list-style-type: none"> • Quête d'information (désir de s'informer et d'apprendre). • Transmission d'information. • Attitude réceptive et positive. • Acceptation des conseils et des commentaires. • Rétroaction. • Vérification de la satisfaction de la ou du responsable de stage. • Autres possibilités. • Contenu d'un rapport de stage : <ul style="list-style-type: none"> - information générale sur le lieu et la date du stage et sur les responsables dans l'entreprise et à l'école; - description des travaux effectués; - procédés d'usinage expérimentés; équipement faisant appel à de nouvelles technologies utilisées, outils nouveaux utilisés, etc. - problèmes survenus et solutions apportées; - commentaires sur le déroulement du stage; - appréciation des tâches; - éléments nouveaux ou différents de ceux ayant été présentés à l'école; - autres éléments. • Rapport quotidien.

Plan de mise en situation	Critères de participation	Approche suggérée
<p>PHASE 3 : Évaluation du stage et de la formation reçue</p> <ul style="list-style-type: none">• Échanger des points de vue avec les autres élèves sur l'expérience vécue ainsi que sur les tâches et les opérations effectuées en milieu de travail.• Évaluer la pertinence des apprentissages par rapport aux exigences du milieu de travail.• Préciser les besoins particuliers et complémentaires de formation en techniques d'usinage.	<ul style="list-style-type: none">- Participe à des échanges d'idées au sujet de l'expérience vécue, ainsi que des tâches et des opérations effectuées au cours du stage.- Souligne les points forts et les points faibles de la formation reçue.	<ul style="list-style-type: none">• Présentation des principaux éléments de son rapport au cours de discussions de groupe.• Relevé des aspects de la profession qui correspondent à la formation et qui en diffèrent.• Comparaison de la perception de la profession avant et après le stage :<ul style="list-style-type: none">- milieu de travail;- pratiques professionnelles;- équipement;- autres éléments.• Cours de perfectionnement.• Cours de spécialisation.• Formation continue.

Éducation

Québec 

17-1111-01