# Techniques d'usinage

KRBK 4L f




1. Sécurité au travail relative aux techniques d'usinage 9
2. Préparation du travail 13
3. Usinage des pièces 23
4. Contrôle des pièces 133



EDITION SWISSMEM

SWISSMEM Formation professionnelle

Editeur: Editions Swissmem
4e édition 2016

Commandes:
Swissmem Berufsbildung
Brühlbergstrasse 4
8400 Winterthur

Téléphone service d'expédition 052 260 55 55
Fax service d'expédition 052 260 55 59

www.swissmem-berufsbildung.ch
vertrieb.berufsbildung@swissmem.ch

Copyright texte, dessins et graphisme:
© by Swissmem, Zurich

Tous droits réservés, Cet ouvrage et ses différentes parties sont protégés par des droits d'auteur. Toute utilisation autre que celles prévues par la loi doit faire l'objet d'une autorisation écrite de la part de l'éditeur.

## Avant-propos

Le guide méthodique «Techniques d'usinage» dispense les bases dont les dessinatrices-constructrices industrielles et les dessinateurs-constructeurs industriels CFC doivent disposer pour exercer leur activité professionnelle.

Ce guide méthodique est complété avec l'édition pour les formatrices et les formateurs. Celle-ci contient des informations méthodiques et didactiques ainsi que les solutions des exercices. De plus, une sélection d'exercices supplémentaires est proposé en ligne que le formateur ou la formatrice peuvent utiliser en fonction des besoins.

La présente édition a été révisée sur la base de «l'examen quinquennal» de la réforme 2009 des professions et de l'actuel extrait de normes 2014 et le contenu du tolérancement géométrique dans le domaine des tolérances de forme et de position complété. Cette actualisation ne se limite pas à la partie théorique, elle concerne également divers projets et la partie contenant les exercices pratiques destinés aux apprentis.

Parallèlement, les différents thèmes ont été complétés par des renvois se référant au troisième niveau du catalogue des compétences et ressources. La mise en page a également été mise au goût du jour.

Les codes QR permettent d'accéder à de nouvelles pages web ou démarrer des applications.

L'enseignement des différents thèmes est structuré en trois étapes:
1. Activation
2. Théorie/Exercices
3. Révision

Mai 2016 Swissmem formation professionnelle

Ont participé à l'élaboration de ce matériel pédagogique:
**Direction du projet**
Pérez Joachim, chef de projet, Swissmem formation professionnelle, Winterthur

Fischer Markus, Ausbildungszentrum der Stiftung azb, Strengelbach
Gnos Robert, Rieter AG, Winterthur
Huwiler Martin, BERUF ZUG, Zug
Illic Milovan, BOBST, Lausanne
Jungo Roger, FRIMECA Berufsbildung, Fribourg
Kellenberger Sven, Bühler AG, Uzwil
Müller Enrico, Ferag AG, Hinwil
Spahr Hans-Ulrich, Ypsomed AG, Burgdorf
Tschudi Willi, Swissmem Berufsbildung, Winterthur
Ucukalo Vladimir, Wibilea AG, Neuhausen
van Embden Carsten, azw Ausbildungszentrum Winterthur, Winterthur
Zingg Markus, RAU Regionales Ausbildungszentrum Au, Au
Baur Daniel, Swissmem formation professionnelle, Winterthur

Nous remercions toute l'équipe pour son excellent soutien technique et pour la qualité de sa collaboration.

Pour leur soutien en matière d'images et de contenus, nous remercions:
Blaser Swisslube AG, Hasle-Rüegsau
Brütsch/Rüegger Werkzeuge AG, Urdorf
DMG Schweiz AG, Dübendorf
Dr. Ing. Paul Christiani GmbH & Co. KG, D-Konstanz
Gressel AG, Aadorf
Fehlmann AG, Seon
Fischer Precise Management AG, Herzogenbuchsee
Konrad Ing. Büro, D-Bretten
L. Kellenberger + Co. AG, St. Gallen
Roli Lanz, Fotostudio, Rorbas
SandviK AG, Luzern
Winterthur Schleiftechnik AG, Winterthur
Steinbeis-Beratungszentrum Konstruktion, Werkstoffe und Normung, D-Schorndorf

## Table des matières


**1. Sécurité au travail relative aux techniques d'usinage**

| | | |
|---|---|---|
| **1.1** | **Prescriptions concernant la sécurité au travail** | **9** |
| 1.1.0 | Questions d'activation des connaissances | 9 |
| 1.1.1 | Panneau de danger | 10 |
| 1.1.2 | Questions de révision | 12 |

**2. Préparation du travail**

| | | |
|---|---|---|
| **2.1** | **Ordre d'exécution et plan des opérations** | **13** |
| 2.1.0 | Questions d'activation des connaissances | 13 |
| 2.1.1 | Plan de travail (plan d'opération) | 15 |
| 2.1.2 | Planification du travail | 17 |
| 2.1.3 | Exercices | 19 |
| 2.1.4 | Questions de révision | 21 |

**3. Usinage des pièces**

| | | |
|---|---|---|
| **3.1** | **Réfrigérants et lubrifiants** | **23** |
| 3.1.0 | Questions d'activation des connaissances | 23 |
| 3.1.1 | Propriétés requises des lubrifiants et réfrigérants | 24 |
| 3.1.2 | Type de réfrigérants et de lubrifiants | 24 |
| 3.1.3 | Entretien | 27 |
| 3.1.4 | Questions de révision | 28 |
| **3.2** | **Traçage, pointage, marquage** | **29** |
| 3.2.0 | Questions d'activation des connaissances | 29 |
| 3.2.1 | Traçage | 30 |
| 3.2.2 | Pointage | 31 |
| 3.2.3 | Marquage | 31 |
| 3.2.4 | Exercices | 32 |
| 3.2.5 | Questions de révision | 33 |
| **3.3** | **Sciage, limage, ébavurage** | **35** |
| 3.3.0 | Questions d'activation des connaissances | 35 |
| 3.3.1 | Sciage | 36 |
| 3.3.2 | Limage | 37 |
| 3.3.3 | Ebavurage | 40 |
| 3.3.4 | Questions de révision | 41 |
| **3.4** | **Serrage des outils et des pièces** | **43** |
| 3.4.0 | Questions d'activation des connaissances | 43 |
| 3.4.1 | Serrage des outils | 44 |
| 3.4.2 | Serrage des pièces | 45 |
| **3.5** | **Perçage** | **49** |
| 3.5.0 | Questions d'activation des connaissances | 49 |
| 3.5.1 | Perçage | 50 |
| 3.5.2 | Outils de perçage et de lamage | 50 |
| 3.5.3 | Foret hélicoïdal | 51 |
| 3.5.4 | Vitesse de coupe et fréquence de rotation lors du perçage | 53 |
| 3.5.5 | Avance | 54 |
| 3.5.6 | La sécurité au travail lors du perçage | 55 |
| 3.5.7 | Exercices | 56 |
| 3.5.8 | Questions de révision | 57 |
| **3.6** | **Production de filetage** | **59** |
| 3.6.0 | Questions d'activation des connaissances | 59 |
| 3.6.1 | Taraudage à la main (filetage intérieur) | 60 |
| 3.6.2 | Filetage à la main (usinage de filetages ext.) | 62 |
| 3.6.3 | Exercices | 63 |
| 3.6.4 | Questions de révision | 64 |

## Table des matières


**3.7 Technologie de tournage 65**
3.7.0 Questions d'activation des connaissances 65
3.7.1 Vitesse de coupe 66
3.7.2 Questions de révision 68
**3.8 Utilisation des outils de tournage et des dispositifs d'ablocage 71**
3.8.0 Questions d'activation des connaissances 71
3.8.1 Décomposition du processus de tournage 72
3.8.2 Outils de tournage 74
3.8.3 Types de coupe et matériaux de coupe 77
3.8.4 Désignation des outils de tournage 79
3.8.5 Ablocage des pièces à tourner 81
3.8.6 Fixation des outils 87
3.8.7 Questions de révision 89
**3.9 Tournage des pièces 91**
3.9.0 Questions d'activation des connaissances 91
3.9.1 La sécurité au travail lors du tournage 93
3.9.2 Dressage au tour 94
3.9.3 Chariotage 96
3.9.4 Tournage en gradins 97
3.9.5 Chanfreinage 97
3.9.6 Centrage 98
3.9.7 Saignées 99
3.9.8 Gorges de dégagement 99
3.9.9 Gorges de dégagement pour filetage 100
3.9.10 Exercices 101
3.9.11 Questions de révision 102
**3.10 Technologie de fraisage 105**
3.10.0 Questions d'activation des connaissances 105
3.10.1 Vitesse de coupe 107
3.10.2 Vitesse de rotation 108
3.10.3 Questions de révision 109
**3.11 Utilisation des outils de fraisage et des dispositifs d'ablocage 111**
3.11.0 Questions d'activation des connaissances 111
3.11.1 Classification des processus de fraisage 112
3.11.2 Types de fraises 114
3.11.3 Moyens de serrage pour le fraisage 118
3.11.4 Questions de révision 122
**3.12 Fraisage de pièces 125**
3.12.0 Questions d'activation des connaissances 125
3.12.1 La sécurité au travail lors du fraisage 126
3.12.2 Fraisage de face 127
3.12.3 Fraisage de profil 127
3.12.4 Fraisage perpendiculaire d'un parallélépipède 128
3.12.5 Fraisage combiné 129
3.12.6 Fraisage de poches 129
3.12.7 Rainurage 130
3.12.8 Exercices 131
3.12.9 Questions de révision 132

# Table des matières

## 4. Contrôle des pièces


**4.1 Instruments de mesure 133**
4.1.0 Questions d'activation des connaissances 133
4.1.1 Contrôle 134
4.1.2 Classification 134
4.1.3 Ecarts de mesure 136
4.1.4 Parallaxe 138
4.1.5 Vernier 138
4.1.6 Lecture de la cote 139
4.1.7 Règles 140
4.1.8 Pied à coulisse 140
4.1.9 Rapporteur d'angle universel 141
4.1.10 Comparateurs à cadran 142
4.1.11 Comparateur à palpeur 143
4.1.12 Micromètre 145
4.1.13 Micromètre (micromètre d'extérieur) 146
4.1.14 Micromètre de profondeur 147
4.1.15 Micromètre d'intérieur 148
4.1.16 Jeux complets 149
4.1.17 Instruments de mesure optique 150
4.1.18 Sommaire des Instruments de mesure 151
4.1.19 Exercices 152
4.1.20 Questions de révision 155
**4.2 Jauges 157**
4.2.0 Questions d'activation des connaissances 157
4.2.1 Jaugeage 158
4.2.2 Jauges de forme 158
4.2.3 Jauges de mesure 158
4.2.4 Jauges à limites 159
4.2.5 Equerre et règle de précision 161
4.2.6 Jauge fourche 161
4.2.7 Jauge à filet 162
4.2.8 Bague de contrôle pour filetage 163
4.2.9 Jauge fourche pour filetage 163
4.2.10 Questions de révision 164
**4.3 Tolérances géométriques, rugosité de surface 165**
4.3.0 Questions d'activation des connaissances 165
4.3.1 Contrôle de la perpendicularité 166
4.3.2 Contrôle du parallélisme 167
4.3.3 Contrôle de la planéité 167
4.3.4 Contrôle du battement radial 168
4.3.5 Contrôle du battement axial 169
4.3.6 Contrôle de la circularité et de la coaxialité 169
4.3.7 Contrôle de la symétrie 170
4.3.8 Ecarts de forme 171
4.3.9 Comparaison de surfaces 171
4.3.10 Instrument de mesure de la rugosité 172
4.3.11 Exercices 173
4.3.12 Questions de révision 174

## Explication des signes/Structure du contenu

### Explication des signes



Solution adéquate, dans le sens de l'optimisation d'un produit.



Option utilisable. Il y a sûrement de meilleures solutions.



Solution inadéquate. Identifiez les points faibles et cherchez une meilleure solution.



Utilisez les outils les mieux appropriés pour résoudre ce problème (texte, croquis, CAO/DAO, etc.)



Objectifs de formation



Remarque importante



Informations



Codes QR: liens vers les pages web




Renvoi vers le niveau CoRe

Notez ici les informations pertinentes, comme les normes nationales ou internationales, les normes de l'entreprise, les titres des ouvrages spécialisés, les modes d'emploi, etc.

### Structure du contenu

Le guide méthodique «Techniques d'usinage» est divisé en modules, appelés unités d'enseignement. On notera que l'extrait de normes fait partie du guide méthodique. Pour répondre aux questions d'activation et de révision des connaissances, des ouvrages spécialisés peuvent être consultés.

Ces unités d'enseignement sont structurées de la manière suivante:

**Activation**
Chaque unité d'enseignement commence par des questions d'activation des connaissances antécédentes permettant de contrôler votre niveau de connaissances actuel.

**Théorie**
Cette partie contient en plus de la théorie des questions et/ou des exercices.

**Exercices**
Dans la partie exercices, différents problèmes relatifs à la partie théorique sont proposés.

**Révision**
En conclusion de chaque unité d'enseignement, différentes questions de révision sont proposées. Elles servent à consolider les connaissances et permettent aux apprentis ou aux formateurs de contrôler l'acquisition des ressources.

Le bandeau de titre vous rappelle dans quelle partie de l'unité d'enseignement vous vous trouvez.

## Efficience des ressources dans la fabrication de produits

Ces dernières années, les coûts de matériel et d'énergie ne cessent d'augmenter. Dans ce contexte, une gestion et une exploitation efficaces des ressources deviennent toujours plus importantes. Compte tenu de la raréfaction croissante des ressources, le développement durable et une gestion réfléchie des matières et de l'énergie utilisées dans la production représentent un sujet de la plus haute importance.

L'efficience des ressources exprime le rapport entre les produits fabriqués et des ressources mises en oeuvre.

Il existe deux méthodes pour y parvenir:
**Le principe du minimum**
Maintenir le niveau de production en utilisant moins de ressources.
**Le principe du maximum**
Augmenter le niveau de production avec une même quantité de ressources.

**Lors de la fabrication d'un produit, les aspects suivants en matière d'efficience des ressources doivent être pris en compte.**

**Sécurité au travail et protection de l'environnement dans les techniques de production:**
– Respecter les prescriptions et les normes de protection de l'environnement dans la technique de production
– Appliquer les normes et directives écologiques relatives aux matériaux et aux produits (par ex. la directive européenne en matière d'écoconception 2009/125/CE)

**Fabrication des pièces:**
– Lors du processus de fabrication, utiliser les matériaux de manière respectueuse des ressources et de l'environnement
– Utiliser, réutiliser et récupérer les appareils, les matériaux ainsi que les produits chimiques et toxiques de manière appropriée et respectueuse de l'environnement
– Appliquer les normes internes de management environnemental (par ex. SMEA, ISO 14001, etc.)
– Rechercher les données techniques relatives aux matériaux et aux techniques de fabrication ainsi qu'aux sources d'énergie renouvelable



**Il faut tenir compte de la recyclabilité des matières à mettre en œuvre. Le gaspillage en matériel et énergie doit être déterminé et minimisé.**



**Réfléchissez par quelles autres mesures vous pouvez, dans votre domaine d'influence, accroître l'efficience des ressources dans votre entreprise.**

## 1.1 Prescriptions concernant la sécurité au travail

– **Respecter les prescriptions concernant la sécurité au travail relative aux techniques d'usinage**

CORE 4.1.1

### 1.1.0 Questions d'activation des connaissances

**1.1.0.1** Quelles mesures de protection connaissez-vous dans la sécurité au travail?

Lunettes de protection, chaussures de protection, protection de l'ouïe

**1.1.0.2** Pouvez-vous travailler avec des machines sur lesquelles vous n'avez pas encore été instruit-e?

Non, il faut avoir été instruit-e par le formateur ou les responsables des cours interentreprises

**1.1.0.3** Que faites-vous en cas d'incendie?

Alarmer les sapeurs-pompiers (téléphone 118), procéder au sauvetage, fermer toutes les portes et les fenêtres, informer les pompiers, éteindre

## 1.1 Prescriptions concernant la sécurité au travail

### 1.1.1 Panneau de danger

**1.1.1.1** Inscrivez la signification des symboles indiqués ci-dessous. Indiquez dans quel domaine de l'entreprise ils sont utilisés.



Obligation de porter des lunettes de protection pour tous les travaux dans l'atelier, p. ex. travaux avec perceuses, travaux de nettoyage, travaux avec liquides, air comprimé, collage



Obligation de protéger l'ouïe; lors de travaux générant un bruit important, travaux avec scie sauteuse sur des tôles



Obligation de porter des chaussures de sécurité; atelier et département de montage, technique de production manuelle



Interdiction de fumer; atelier de collage, vapeurs de solvants inflammables



Substances inflammables; dépôt d'huile, produits de nettoyage tels qu'acétone, solvants, etc.



Passage interdit aux piétons; magasins avec étagères en hauteur, systèmes automatisés



Tension dangereuse; coffrets de distribution électrique, armoires de commande des machines, installations de pilotage



Voie de fuite avec indication de direction; tous les locaux, sortie de secours



Poste sanitaire; dépôt de matériel sanitaire, aux entrées de l'entreprise, pharmacie dans les départements

## 1.1 Prescriptions concernant la sécurité au travail

**1.1.1.2** Indiquez où et comment, à votre place de travail, vous pouvez appeler une ambulance ou les sapeurs-pompiers.

Ambulance / pompiers: alarme selon les indications des panneaux d'affichage, bouton pressoir, téléphone 144, 118, 145

**Consulter les documents en ligne de ce guide méthodique (édition destinée aux formateurs), ainsi que dans l'onglet «Sécurité au travail, protection de la santé, protection de l'environnement et efficience des ressources» du manuel «b.1 Elaborer des documents de production».**

**1.1.1.3** Indiquez les mesures de protection concernant la sécurité au travail et la protection de la santé qui sont appliquées dans votre entreprise. Quelles autres mesures préventives sont-elles appliquées durant les cours interentreprises?

Révision des ressources «Respecter les prescriptions de la sécurité au travail dans la technique de production mécanique»

**Tous les défauts constatés sur les appareils et les machines, comme par exemples câbles dénudés, doivent être immédiatement annoncés au formateur.**

**Astuce:**
**les responsables des cours interentreprises complètent ce thème par d'autres informations importantes.**

## 1.1 Prescriptions concernant la sécurité au travail

### 1.1.2 Questions de révision

**1.1.2.1** Quand est-il obligatoire de porter des lunettes de protection dans l'atelier de mécanique?

Lors de travaux effectués avec des perceuses, lors de travaux de nettoyage, de travaux avec des liquides, lors d'opérations de collage

**1.1.2.2** Quelles mesures prenez-vous en cas d'accident?

1. Sécuriser le lieu de l'accident
2. Alarmer (téléphone 144)
3. Premiers secours (**ABCD,** voies aériennes, respiration, circulation, défibrillation)
4. Guider et informer les secours

**1.1.2.3** Si un accident survient malgré les mesures de protection, comment êtes-vous assuré?

Assurance accident obligatoire pour les employés de votre entreprise (SUVA) ou du centre de cours interentreprises, assurance complémentaire non obligatoire contractée par votre entreprise