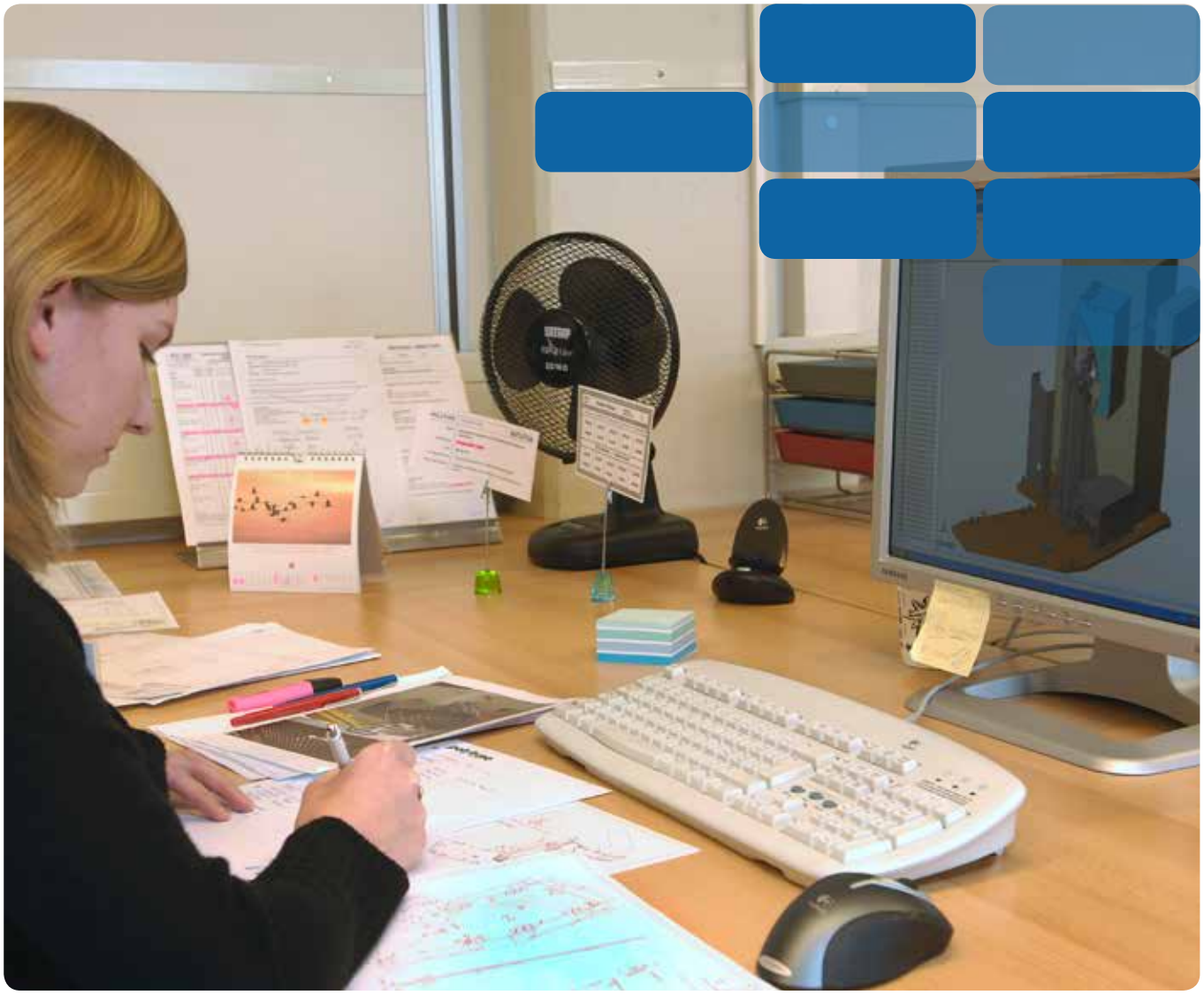
Technique de conception

KRBK 2L f



1. Principes généraux 9
2. Formage primaire 15
3. Déformation 37
4. Enlèvement 45
5. Assemblage 53
6. Revêtement 85
7. Modifier les propriétés du matériau 93
8. Éléments de machines 99
9. Construction optimisée quant à la sécurité 129

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.

SWISSMEM

Avant-propos

Le guide méthodique «Technique de conception» 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
Joachim Pérez, 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
Tschudi Willi, Swissmem Berufsbildung, Winterthur
Ucukalo Vladimir, Wibilea AG, Neuhausen
van Embden Carsten, azw Ausbildungszentrum Winterthur, Winterthur
Zingg Markus, RAU Regionales Ausbildungszentrum
Baur Daniel, Swissmem Berufsbildung, 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:

Gressel AG, Aadorf
Maschinenfabrik Rieter AG, Winterthur
azw Ausbildungszentrum Winterthur, Winterthur

Table des matières

1. Principes généraux

1.1	**Connaître les procédés de fabrication**	**9**
1.1.0	Questions d'activation des connaissances	9
1.1.1	Procédé de fabrication	10
1.1.2	Exercices	13
1.1.3	Questions de révision	14

2. Formage primaire

2.1	**Connaître les procédés de coulée et de frittage**	**15**
2.1.0	Questions d'activation des connaissances	15
2.1.1	Procédé de formage primaire	16
2.1.2	Moulage	17
2.1.3	Moulage de précision	21
2.1.4	Coulée sous pression	22
2.1.5	Frittage (métallurgie des poudres)	23
2.1.6	Exercices	25
2.1.7	Questions de révision	27
2.2	**Connaître les procédés de formage des matières plastiques**	**29**
2.2.0	Questions d'activation des connaissances	29
2.2.1	Mise en forme des matières plastiques	30
2.2.2	Procédés d›assemblage pour les pièces en matière plastique	31
2.2.3	Mise en forme avec les composites	33
2.2.4	Exercices	34
2.2.5	Questions de révision	35

3. Déformation

3.1	**Connaître les procédés de déformation**	**37**
3.1.0	Questions d'activation des connaissances	37
3.1.1	Procédés de déformation	38
3.1.2	Déformation de tôles	39
3.1.3	Exercices	42
3.1.4	Questions de révision	44

4. Enlèvement

4.1	**Connaître les procédés d'enlèvement**	**45**
4.1.0	Questions d'activation des connaissances	45
4.1.1	Enlèvement	46
4.1.2	Exercices	51
4.1.3	Questions de révision	52

5. Assemblage

5.1	**Connaître les procédés d'assemblage**	**53**
5.1.0	Questions d'activation des connaissances	53
5.1.1	Assemblage	54
5.1.2	Assemblages à vis	55
5.1.3	Assemblages par goupilles	58
5.1.4	Assemblages boulonnés	59
5.1.5	Boulons de soudage	60
5.1.6	Rivets	61
5.1.7	Presser, rétracter	63
5.1.8	Assemblages d'arbres	66
5.1.9	Assemblages chimiques	69
5.1.10	Exercices	71
5.1.11	Questions de révision	72
5.2	**Connaître les procédés de soudage**	**75**
5.2.0	Questions d'activation des connaissances	75
5.2.1	Soudage	76

Table des matières

5.2.2 Connexions 79
5.2.3 Exercices 80
5.2.4 Questions de révision 83

6. Revêtement

6.1 Connaître les procédés de revêtement 85
6.1.0 Questions d'activation des connaissances 85
6.1.1 Revêtement 86
6.1.2 Exercices 90
6.1.3 Questions de révision 91

7. Modifier les propriétés du matériau

7.1 Connaître les procédés de modification des propriétés des matériaux 93
7.1.0 Questions d'activation des connaissances 93
7.1.1 Caractéristiques communes de conception 94
7.1.2 Traitement thermique de matériaux ferreux 95
7.1.3 Traitement thermique de pièces en fonte coulée 96
7.1.4 Traitement thermique de matériaux non ferreux 96
7.1.5 Exercices 97
7.1.6 Questions de révision 98

8. Éléments de machines

8.1 Connaître et utiliser les éléments de machine 99
8.1.0 Questions d'activation des connaissances 99
8.1.1 Objectifs et domaine d'application 100
8.1.2 Vis 101
8.1.3 Écrous 102
8.1.4 Rondelles 102
8.1.5 Vissages de sécurité 105
8.1.6 Goupilles, goupilles cannelés, rivets 108
8.1.7 Dimensions standard des éléments de construction 109
8.1.8 Paliers 111
8.1.9 Palier fixe/Palier libre 114
8.1.10 Engrenages 115
8.1.11 Ressorts 115
8.1.12 Joints toriques 116
8.1.13 Directives de mise en forme 120
8.1.14 Comparaison globale des coûts 121
8.1.15 Outils et installations standard 122
8.1.16 Exercices 123
8.1.17 Questions de révision 126

9. Construction optimisée quant à la sécurité

9.1 Distinguer les différents aspects de sécurité 129
9.1.0 Questions d'activation des connaissances 129
9.1.1 Devoirs du fabricant de machines 130
9.1.2 Sécurité des machines 130
9.1.3 Directives machines 130
9.1.4 Déclaration de conformité et marque CE 130
9.1.5 Exigences essentielles 130
9.1.6 Machines 131
9.1.7 Analyse de danger ou de risque 132
9.1.8 Processus d'évaluation des risques 133
9.1.9 Types de danger 134
9.1.10 Questions de révision 139

Explication des symboles

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

CORE
1.1.4

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 Technique de conception 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 conception 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 conception d'un produit, les aspects suivants en matière d'efficience des ressources doivent être pris en compte.
Conception avec des éléments de forme/éléments de machines/sur la base des spécifications fonctionnelles/selon les directives de fabrication:
- Appliquer les normes et directives écologiques relatives aux matériaux et aux produits (par ex. la directive européenne en matière d'écoconception 2009/125/CE)
- Lors de la conception, utiliser les matériaux de manière respectueuse des ressources et de l'environnement Choisir des procédés et des composants économes en énergie lors de la production et de l'exploitation
- Utiliser, réutiliser et récupérer les appareils, les matériaux ainsi que les produits chimiques et toxiques de manière appropriée et respectueuse de l'environnement
- Expliquer et appliquer les normes internes de management environnemental (par ex. SMEA, ISO 14001, etc.)

Concevoir d'après des directives de fabrication:
- Choisir des revêtements à faible impact environnemental
- Choisir des traitements thermiques efficaces sur le plan énergétique
- Dans les estimations de coûts, tenir compte de l'efficacité énergétique et des matériaux et calculer le potentiel d'économie dans les coûts d'exploitation (p.ex. utilisation d'appareils économes) et les coûts d'entretien (p.ex. coûts d'élimination réduits grâce à des matériaux à faible impact environnemental)



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 Connaître les procédés de fabrication

– Connaître les procédés de fabrication
– Connaître les options de conception

CORE 2.4

1.1.0 Questions d'activation des connaissances

1.1.0.1 Nommez au minimum cinq procédés de fabrication différents.

Formage primaire (p.ex. coulée, extrusion, frittage)
Déformation (p.ex. laminage, emboutissage, pliage)
Enlèvement (p.ex. fraisage, tournage, meulage, découpe par rayonnement)
Assemblage (p.ex. soudage, collage, encliquetage, brasage)
Revêtement (p.ex. peinture, galvanisation)
Modification des propriétés du matériau (p.ex. trempage, carburation, nitruration)

1.1.0.2 Quels sont les procédés de fabrication utilisés dans votre entreprise?

1.1.0.3 Nommez au moins deux fournisseurs pour chaque procédé de fabrication mentionné à l'exercice 1.

Formage primaire (p.ex. Benninger Guss AG, DRUAG Druckguss AG)
Déformation (p.ex. Hans Eberle AG, CutCenter AG Cham)
Enlèvement (p.ex. ALME AG Aadorf)
Assemblage
Revêtement (p.ex. Hasler u. Matter AG, De Martin)
Modification des propriétés du matériau (p.ex. Härterei Härtig AG, Härterei Gerster AG)

1.1.0.4 Qu'est-ce qui est important pour le choix de procédés de fabrication?

Nombre de pièces (fabrication unique, en série ou de masse), coûts (rentabilité), choix des matériaux, forme, état de surface, tolérances

Les apprentis doivent répondre seuls aux questions 1.1.0.1 à 1.1.0.4.

Ne corrigez pas les solutions.

1.1 Connaître les procédés de fabrication

1.1.1 Procédé de fabrication

CoRe 1.4.1, 2.4.2, 2.4.3, 2.4.4

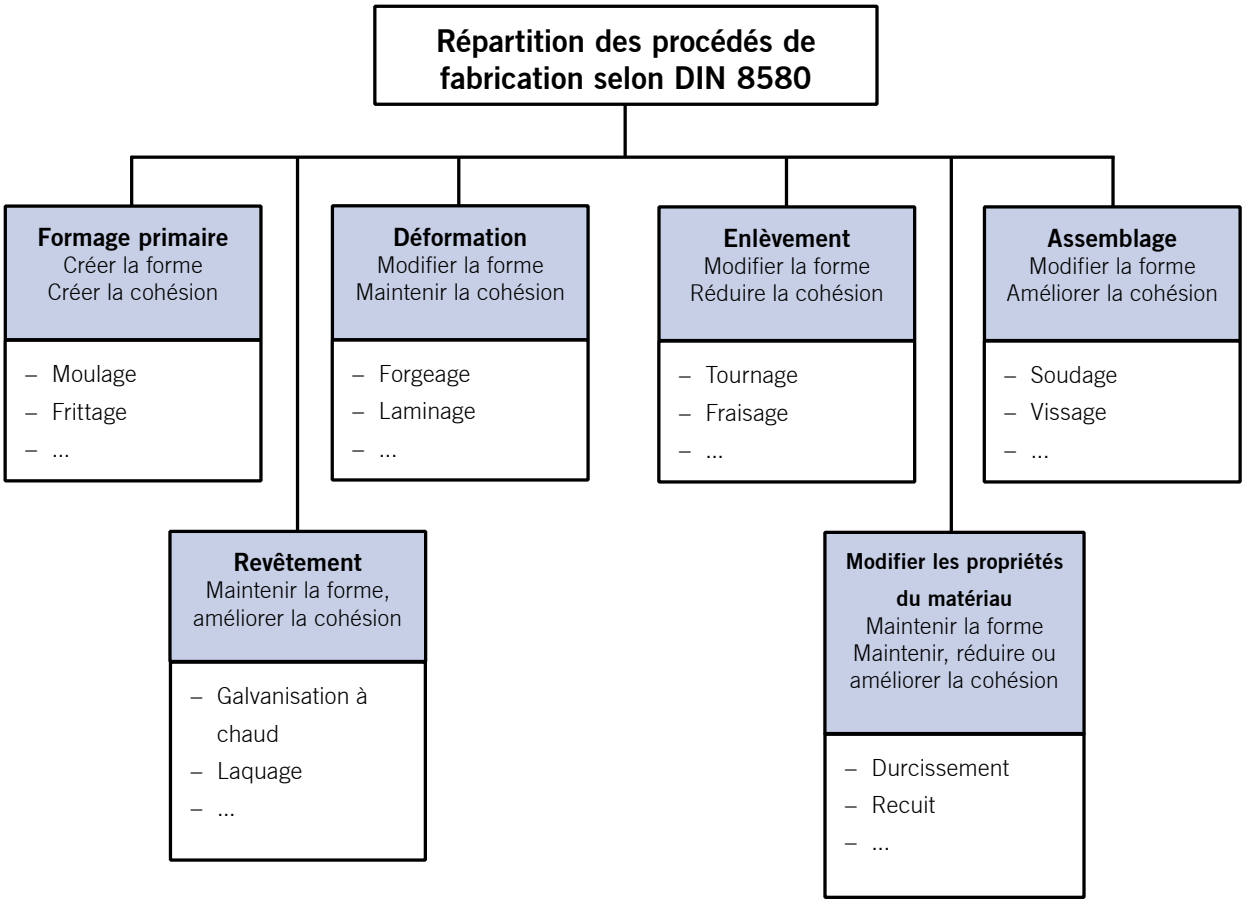
Les techniques de fabrication définissent des procédés qui permettent de créer des corps solides bien définis géométriquement. Ces corps peuvent être aussi bien des demi-produits que des composants de modules techniques. En général, on combine plusieurs procédés de fabrication pour créer, à partir d'ébauches, des produits finis, par exemple des machines, appareils, outils, véhicules et autres objets en une ou en plusieurs parties.

Répartition

CoRe 1.4.6, 2.4.7

Les procédés de fabrication sont répartis en six groupes principaux par la norme DIN 8580. Cette répartition s'appuie sur la notion de cohésion, dans le sens de cohésion des particules d'un corps solide ou de cohésion entre les parties d'un corps assemblé. Ce faisant, la forme du corps est soit créée, soit modifiée, soit conservée.

De bonnes connaissances des différentes techniques de fabrication et de leurs propriétés vous permettent de mettre au point des solutions économiques répondant aux exigences.



Les apprentis doivent traiter seuls le bloc théorique de cette unité d'enseignement.

Comme complément à cette unité d'enseignement, travaillez dans le chapitre «hygiène et sécurité au travail, protection de l'environnement» les thèmes «protection de l'environnement, équipement de protection personnel et directives machines».

1.1 Connaître les procédés de fabrication

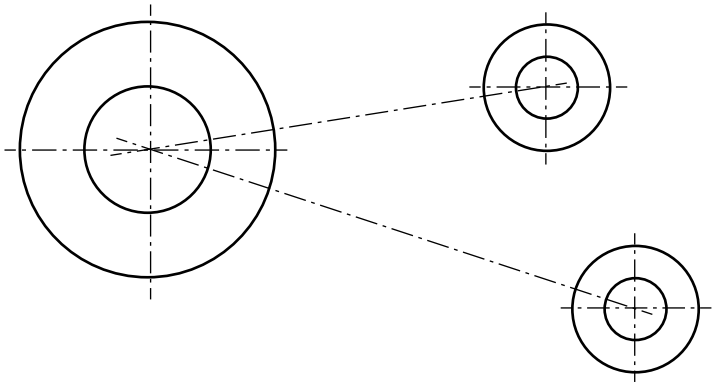
Critères de conception

Vous trouverez ci-après la liste des points importants qui doivent être pris en compte lors de la conception des pièces.
– contraintes mécaniques (résistance et fonction déterminent le matériau)
– état de surface (qualité de surface et tolérances pas plus précises que nécessaire)
– standard de qualité (dépendant des besoins du client et de la fonction de la pièce)
– conception et fabrication économiques
– nombre de pièces (qui détermine le procédé de fabrication)
– élimination
Dans les différentes unités de ce cours, nous vous indiquons différents exemples de conception. Les exigences fonctionnelles des pièces permettent de nombreuses variantes de conception.

Exemple

Nous vous indiquons à partir d'un exemple comment vous pouvez travailler des variantes de solution pour une pièce pendant le processus de construction. Votre créativité doit s'appuyer sur de bonnes connaissances des procédés de fabrication.

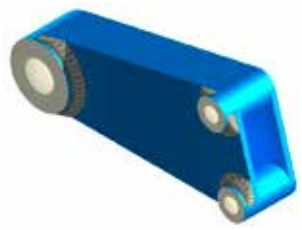
Les conditions du cahier des charges indiquent un contexte initial fonctionnel:
levier avec trois points d'appui, reliés les uns aux autres. La construction doit présenter une rigidité maximale. Aucune autre limitation géométrique n'est indiquée.

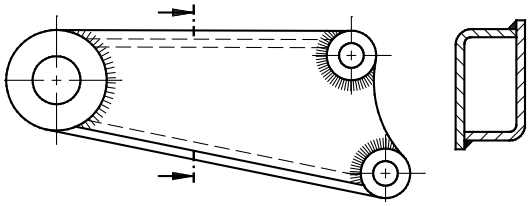


1.1 Connaître les procédés de fabrication

Les variantes qui suivent ne sont optimisées ni pour les coûts, ni pour la fabrication, mais sont proposées à titre d'idées. Pour arriver à une bonne solution, effectuez les étapes suivantes avec des spécialistes.

Construction en tôle soudée



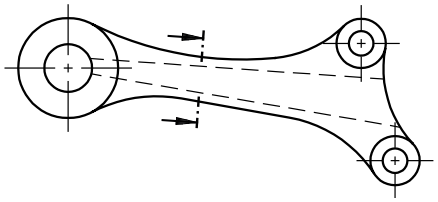


Application typique



Pièce coulée avec noyau

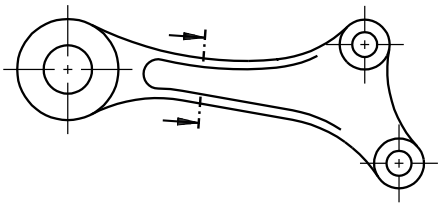






Pièce forgée (estampée)

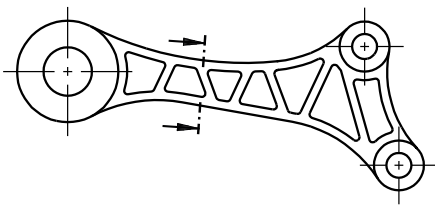






Corps en matière plastique technique







Discutez le cas échéant le bloc théorique de cette unité d'enseignement avec les apprentis.