

BAC PRO TECHNICIEN D'USINAGE

La modélisation 3D en construction

FLORENT MINARET ^[1]

La modélisation 3D d'une pièce en bac professionnel technicien d'usinage doit s'accompagner d'une démarche pédagogique structurée. Dévolue à la discipline construction, voici un exemple de ce type de démarche.

J'enseigne la construction mécanique à des élèves de lycée professionnel qui préparent un baccalauréat professionnel de technicien d'usinage en trois années. Ma discipline s'inscrit en liens étroits avec l'enseignement technologique et pratique effectué à l'atelier, abordant aussi bien la mécanique newtonienne que la cotation GPS.

Je privilégie l'outil de modélisation numérique 3D SolidWorks, simple d'approche et de prise en main aisée. Les élèves travaillent à l'atelier avec le module complémentaire « EffiCN ». Dans cet article j'utiliserai volontairement le terme générique de « modelleur volumique », car je peux utiliser d'autres logiciels, mes TP pouvant très facilement être exécutés, quel que soit le modelleur volumique.

Je développe depuis plusieurs années des travaux pratiques en utilisant ces logiciels comme de réels outils didactiques. C'est l'une de ces activités pédagogiques que je vous présente dans cet article.

Enseigner la construction mécanique avec 3 h par semaine en groupe nécessite dès les premiers cours de montrer que cette matière est complémentaire à l'atelier. Pour cela, il faut une bonne connaissance des thèmes utilisés à l'atelier, choisis parfois conjointement avec les collègues, ainsi qu'une bonne connaissance du parc machine qui servira de référence professionnelle lors d'explications techniques. Il en va de notre crédi-

mots-clés

évaluation, lycée professionnel, travaux pratiques, CAO et DAO

bilité d'enseignant. Ajoutons que les élèves en bac pro technicien d'usinage n'ont, pour la très grande majorité d'entre eux, choisi cette orientation ni en premier ni même en deuxième vœux. C'est un public qui a besoin de repères quels qu'ils soient.

La modélisation d'une pièce à l'aide du modelleur volumique est une activité nécessaire et préalable au travail de décodage de la cotation ou au travail de modélisation, puis de simulation d'usinage.

J'ai choisi de vous présenter un travail de modélisation qui s'exécute à partir d'un dessin de définition **1**. Ce support est extrait du sujet d'examen du baccalauréat professionnel technicien d'usinage de la session 2006.

L'objectif de ce travail est d'élaborer le modèle 3D volumique d'un « flasque droit » **2** en vue d'un usinage en FAO.

Ce TP est réalisé au second semestre en classe de première, pour une durée de 3 à 4 h. À ce stade de la formation, les élèves doivent être capables de décoder un dessin de définition, ainsi que ses spécifications dimensionnelles, et de modéliser une pièce simple de façon structurée comme nous l'avons abordé en classe de seconde.

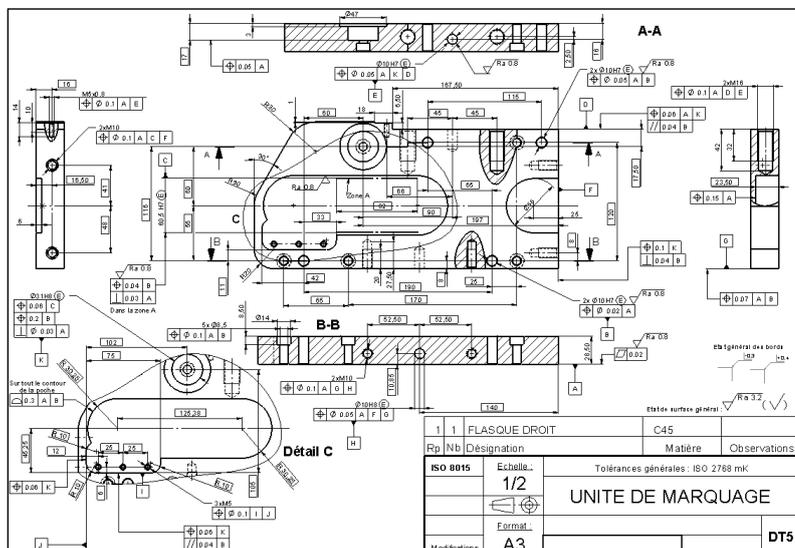
En ligne

Tous les fichiers présentés dans cet article sont disponibles sur le site :

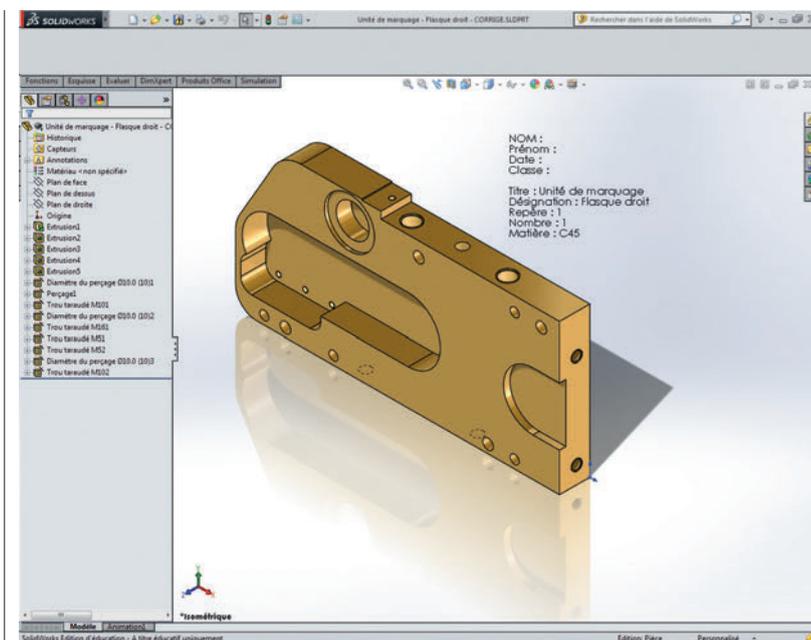
<http://www.pedagogie.ac-nantes.fr/sti-voie-professionnelle/>

Retrouvez tous les liens sur <http://eduscol.education.fr/sti/revue-technologie>

[1] Professeur de construction mécanique à La Flèche (Sarthe), florent.minaret@ac-nantes.fr.



1 Le dessin de définition du flasque.



2 Le modèle 3D du flaque.

Comme prérequis indispensable, mes élèves doivent avoir utilisé le modèleur 3D plusieurs fois auparavant, savoir décoder préalablement les projections orthogonales, les vues de coupe, les vues de détail, ainsi que les spécifications dimensionnelles simples (tolérances générales, cotes tolérancées, tolérances ISO et cotes encadrées).

Le TP au sein de la progression

J'aborde environ huit thèmes en seconde, dédiés principalement à la lecture de dessin de définition, et je propose environ cinq activités de modélisation de pièce. Il va de soi que la complexité des dessins est croissante et, à l'inverse, la guidance de plus en plus sommaire.

Des notions préparatoires à la compréhension des tolérances géométriques, comme la nature géométrique des surfaces ou leurs positions relatives, sont également abordées en seconde. Le premier semestre de la classe de première est, lui, principalement consacré aux ensembles afin de traduire en

termes de comportements les spécifications fonctionnelles comme les jeux et les ajustements, mais aussi la cinématique à travers l'étude des liaisons. Néanmoins, je propose environ trois TP de modélisation de pièce durant cette période.

Dans ce TP, les étapes de modélisation se résument aux noms des fonctions à utiliser. En parallèle, au second semestre, j'aborde la cotation dimensionnelle qui donne lieu à trois ou quatre TP de cotation sur modèleur. Les tolérances générales, cotes tolérancées et cotes ISO sont aussi abordées au second semestre, puisqu'indispensables à l'atelier à ce stade de la formation.

Le travail de l'élève

L'activité est de difficulté moyenne, car la pièce est volontairement simple dans ses formes et ses opérations d'usinage. Elle peut facilement être décomposée en opérations élémentaires, en un nombre nécessaire et suffisant d'opérations **3**.

10.6 Créer la poche fig. 3 par enlèvement de matière extrudé.

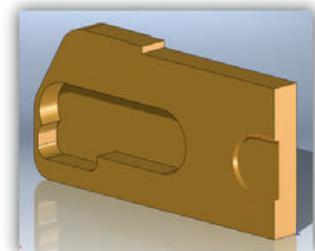


Fig.3

10.7 Créer l'alésage fig. 4 par enlèvement de matière extrudé.

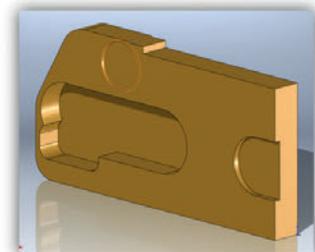


Fig.4

3 Un extrait du document guide pour l'élève.

La pièce doit être réalisée par les élèves en autonomie complète et fait l'objet d'une évaluation sommative 4.

L'élève dispose du dessin d'ensemble du système qui permet de situer la pièce dans un contexte professionnel et plus spécifiquement dans un système mécanique. Il dispose aussi de vues en perspective et du dessin de définition de la pièce en version papier.

Il possède aussi un fichier réponse, c'est-à-dire une pièce préparamétrée sur le modèleur 3D. Il s'agit d'un fichier « pièce » vide, dont les options ont été

correctement paramétrées (visualisation, sélections d'éléments, couleurs, chemins des assistants...). Il convient de modifier les réglages des options du logiciel et de les ajuster à l'activité visée. C'est un travail préparatoire indispensable que doit réaliser l'enseignant ; les élèves ne doivent en aucun cas intervenir sur ce point. Non seulement la complexité de cette tâche risque de les mettre en difficulté inutilement, mais en plus ce n'est pas en relation avec l'objectif à atteindre. J'insiste sur cet aspect : il est important de bien rester sur une activité de lecture de plan et non d'utilisation du logiciel. Ma démarche vise avant tout à utiliser le modèleur comme un outil pédagogique. Le modèle vide comporte en outre une zone d'annotation, un cartouche et une nomenclature servant à identifier l'élève et le support ou la pièce sur lequel il travaille.

Une telle activité fait appel aux fondamentaux de la lecture de plan. L'élève doit décoder chaque forme individuellement et identifier les cotes qui lui sont liées (cotes liées aux formes et d'autres liées au positionnement de ces formes), la modélisation étant guidée étape par étape 5.

10.4 Créer le volume principal de la pièce par ajout de matière extrudé :

➤ Prendre le plan de Face pour créer l'esquisse.

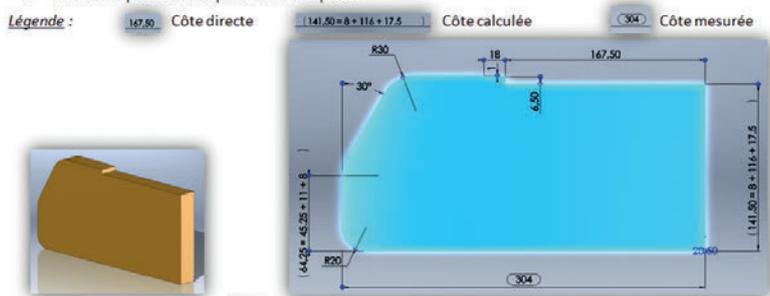


Fig.1

10.5 Créer la poche fig.2 par enlèvement de matière extrudé.

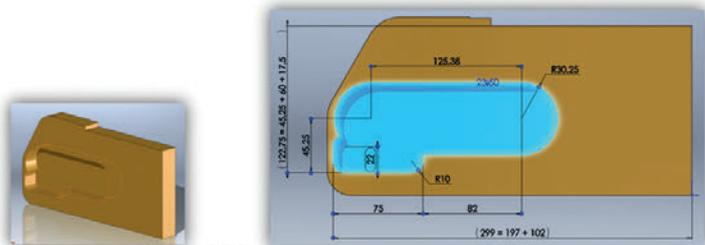


Fig.2

4 Un extrait du document qui permet au professeur d'effectuer un contrôle.

1 Critères d'évaluation sommative : NOM : _____

1.1 Respect des consignes : Prénom : _____

1.1.1 Esquisses totalement contraintes :

Critères d'évaluation	Valeur	Note obtenue
Toutes les esquisses	8	/8
Quelques erreurs	6	
Beaucoup d'erreurs	3	
Aucune esquisse	0	

Date : _____

Classe : _____

1.1.2 Assistance pour le perçage :

Critères d'évaluation	Valeur	Note obtenue
Utilisation complète	8	/8
Utilisation moyenne, quelques erreurs	6	
Utilisation faible, beaucoup d'erreurs	3	
Aucune utilisation	0	

Note : /30

1.1.3 Respect des cotes du dessin de définition :

Critères d'évaluation	Valeur	Note obtenue
Toutes les cotes sont correctes	8	/8
Quelques erreurs	4	
Beaucoup d'erreurs	0	

1.2 Respect du délai de réalisation :

Critères d'évaluation	Valeur	Note obtenue
Pièce finie	6	/6
Pièce presque finie	4	
Pièce moyennement finie	2	
Pièce peu élaborée	1	

Note : /30

1.3 Autonomie :

Critère d'évaluation	Nombre d'appels	Note obtenue
-1 point par appel avec un maximum de 5 appels		/5

5 Les critères de l'évaluation sommative.

Remarque

D'autres stratégies de modélisation peuvent être utilisées suivant la complexité du modèle, le niveau des élèves et surtout l'objectif visé par l'activité : par exemple, une modélisation par assemblage de formes au travers d'opérations booléennes ou encore en suivant le contrat de phase du processus d'usinage...

Je précise que, pour la construction du modèle, j'impose d'utiliser uniquement les cotes du dessin de définition au nominal. En effet, il ne s'agit pas de faire des relevés sur plan, mais bien de décoder la cotation existante. Il faut aussi que toutes les esquisses soient totalement contraintes et conformes au dessin de définition (parfois, ces cotes ne sont pas en lecture directe). Enfin, le choix des fonctions à utiliser est aussi imposé, puisque la modélisation est guidée étape par étape.

Remarque

Ce type de TP peut se faire indépendamment du modèleur utilisé. Il faut toutefois prendre en note que la difficulté de l'exercice ne réside pas dans l'utilisation du logiciel, mais bien dans la lecture de plan. C'est une dérive qui peut facilement arriver si l'élève n'a pas eu une pratique suffisante et régulière. Dans ma progression, les élèves sont habitués, puisque c'est environ le huitième exercice de ce genre.

En ligne

Voir le fichier « repères construction / maths-sciences en bac pro TU » sur le site

<http://www.pedagogie.ac-nantes.fr/sti-voie-professionnelle/textes/>

Retrouvez tous les liens sur <http://eduscol.education.fr/sti/revue-technologie>

En réalisant cet exercice, l'élève tend à se construire une image mentale précise et complète de la pièce en même temps qu'il la modélise. Il développe donc sa capacité à lire un dessin de définition, faisant le lien en permanence entre son plan et le modèle.

Il utilise aussi des notions de géométrie plane pour dessiner et contraindre les esquisses qui serviront à la modélisation. D'ailleurs, le programme de mathématiques prévoit d'enseigner cette partie en seconde, ce qui crée un lien fort entre les matières.

Enfin, ce type d'activité est bien plus motivant pour les élèves qu'un décodage de plan « classique » sur papier et leur est très utile comme prérequis pour la manipulation de modèles numériques en FAO. Par contre, notre plateau technique ne nous permettant pas de réaliser cette pièce sur une imprimante 3D et, souhaitant privilégier la lecture de plan, j'ai choisi la stratégie de modélisation la plus rapide, c'est-à-dire de modéliser la pièce, usinage après usinage. En règle générale, je privilégie une stratégie de modélisation par contrat de phase lorsque la pièce est effectivement réalisée à l'atelier. C'est le cas idéal et privilégié, car l'élève peut alors réaliser la démarche complète d'un usineur qui va de l'analyse de document technique à la réalisation, puis au contrôle dimensionnel de la pièce. Mais je ne m'interdis pas d'exploiter d'autres supports de formation si ceux-ci sont intéressants et peuvent apporter une plus-value à la formation.

Le retour d'expérience

Paradoxalement, j'ai pu constater que les élèves ne sont pas perturbés par le logiciel en lui-même. L'utilisation des fonctions, la création ou l'édition d'esquisses sont vite assimilées. Parfois, le choix d'une surface ou d'un plan d'esquisse peut poser un problème, mais la principale difficulté rencontrée par les élèves est de loin l'obtention d'esquisses entièrement contraintes. En effet, il suffit d'une petite erreur de sélection d'un segment ou d'une contrainte géométrique qui s'est inscrite en mode automatique pour les perturber. Leurs connaissances en géométrie ne leur permettent pas d'analyser avec suffisamment de recul le problème qu'ils rencontrent ; associé à leur manque de maîtrise du logiciel, c'est là que je dois intervenir le plus souvent et expliquer ce qui se passe. Bien souvent, cela suffit à les débloquer et leur permet d'avancer.

Sur ces séances je suis principalement sollicité pour des problèmes liés à la mise en conformité géométrique de l'esquisse réalisée sur l'outil informatique. Pour plus d'efficacité, j'utilise un logiciel gratuit qui me permet d'intervenir à distance sur leurs ordinateurs depuis mon bureau. Cet outil n'est pas absolument

indispensable, mais je constate que la prise de contrôle à distance me permet d'être beaucoup plus réactif quant à leurs demandes. Ils restent ainsi toujours concentrés sur leur travail. Outre le fait que cela m'évite d'intervenir sur place, j'ai aussi une bonne vision instantanée de leurs travaux. Je peux ainsi anticiper certaines erreurs, faire réfléchir le groupe sur le problème d'un élève voire effectuer une démonstration pour tout ou partie de la classe.

Je précise que, pour l'évaluation, je ne retire des points que dans le cas de difficultés de lecture de plan, les aides citées précédemment ne sont pas considérées comme pénalisantes.

La durée de l'évaluation peut être variable. Les plus rapides feront davantage de travaux que les autres, mais étant donné que mes TP sont quantifiés avec un temps minimal et maximal, les élèves ne sont pas surpris. Par expérience, il est rare que cette modélisation soit complète en moins de trois heures. Mais cette durée me semble bien calibrée pour qu'une grande majorité des élèves atteigne 80 % du modèle. J'utilise ensuite ce support de formation pour écrire des tolérances géométriques.

Comme je l'ai annoncé précédemment, il s'agit du huitième exercice de ce genre, les élèves ne sont pas déstabilisés par l'autonomie demandée dans ce travail puisqu'une progression cohérente est mise en place. L'autonomie est un aspect important des activités que je propose depuis le début de la formation. Par exemple, lorsqu'un élève est face à une difficulté, je lui demande de consulter en première intention l'aide intégrée au logiciel (ce qui est la démarche naturelle de tout utilisateur). Je n'interviens qu'après cette démarche ou, en début de seconde, pour l'aider à faire cette démarche. Outre le fait que cela responsabilise l'élève et lui fait entamer une réflexion sur son travail, cela me permet de ne pas tomber dans le travers de ce que j'appelle des « TP clic » totalement guidés. De tels TP ne présentent un intérêt qu'en tout début de formation pour une découverte de l'environnement logiciel. Le bénéfice de ma démarche est donc double, puisque je peux en plus faire réaliser mes TP sur plusieurs modeleurs sans modifications (ou presque), favoriser la diversité d'utilisation des modeleurs et ainsi permettre d'enrichir le CV des élèves. Cet aspect professionnalisant fait aussi partie de mes objectifs de formation.

En conclusion, il me reste quelques points à améliorer, comme par exemple l'obligation de relever deux cotes malgré tout sur le plan, en plus de la cotation présente, mais le sourire et la fierté du travail réalisé par mes élèves, lorsque je leur remets le document imprimé avec leur nom, est ma plus belle récompense. ■