

BAC PRO EDPI

Les coûts en ligne de compte

STÉPHANE GASTON^[1]

L'étude des coûts de fabrication est souvent délaissée, même en lycée professionnel. Elle demande pourtant méthode et rigueur. Voici donc une séquence dont l'objectif est de comparer les coûts de deux solutions de châssis.

En baccalauréat professionnel EDPI (Étude et Définition de Produits Industriels), les élèves doivent non pas concevoir la totalité d'un projet mais plutôt une solution technologique, ou encore effectuer des modifications sur un produit. Ils doivent aussi, selon la compétence C223 décrite par le référentiel, « procéder à une analyse comparative des composants, choisir et argumenter ». Mais la comparaison des coûts est généralement assez peu traitée. Partant de ce constat, évoqué lors d'un entretien avec le directeur du bureau d'études de Saint-Gobain Recherche, j'ai développé cette séquence pédagogique.

Un produit simple

Un appareillage de mesure destiné à déterminer les contraintes résultant d'un effort de traction donné sur un échantillon de verre est disposé sur un banc horizontal. La mesure des contraintes, effectuée visuellement à l'aide d'un appareil que l'on dispose sur l'échantillon, permet de conclure sur les défauts de fabrication du verre. Le banc de contrainte est constitué d'un châssis, d'une poutrelle IPE de 100 × 100 fixée sur le châssis et d'un ensemble d'appareils fixés sur l'IPE permettant la mesure **1**.

L'étude porte sur le châssis du banc de contrainte. On souhaite comparer les coûts de deux solutions de réalisation du châssis avant d'en choisir une.

Le cahier des charges

Afin de s'approprier les données du problème, les élèves possèdent un document d'analyse définissant le besoin qu'ils complètent sans difficulté en classe entière. Puis arrive la phase de recherche des moyens de réduire le coût du châssis. Cette phase permet d'introduire un outil peu utilisé en bac pro EDPI, le diagramme causes-effets. Les élèves ont à leur disposition une liste

non exhaustive de moyens (causes) possibles qu'ils doivent placer dans leurs familles respectives. Le résultat attendu est représenté en **2**.

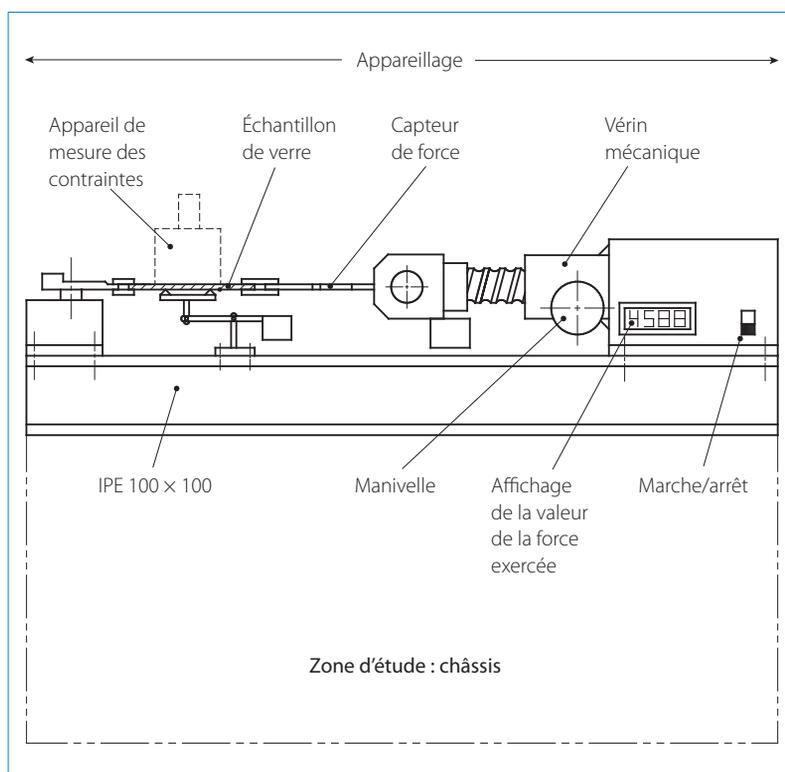
Ces nouvelles données permettent à la fois d'aborder des notions de qualité et de présenter une méthode de détermination des critères relatifs aux fonctions de service du châssis, desquelles les élèves complètent le tableau de critérisation **3**.

Le choix d'une solution de châssis

Dans cette partie, on présente aux élèves le résultat d'une étude qui a conduit à de nombreuses propositions de solution, parmi lesquelles les cinq présentées en **4**. Ces solutions ne répondant pas au cahier des charges, ils doivent effectuer une modification sur l'une d'elles. Les élèves se réfèrent au tableau de critérisation des fonctions ainsi qu'aux nouvelles données fournies pour élaborer un croquis à main levée de la nouvelle solution. Cette partie est en général plutôt appréciée des élèves, qui s'appuient sur les remarques critiques qu'ils

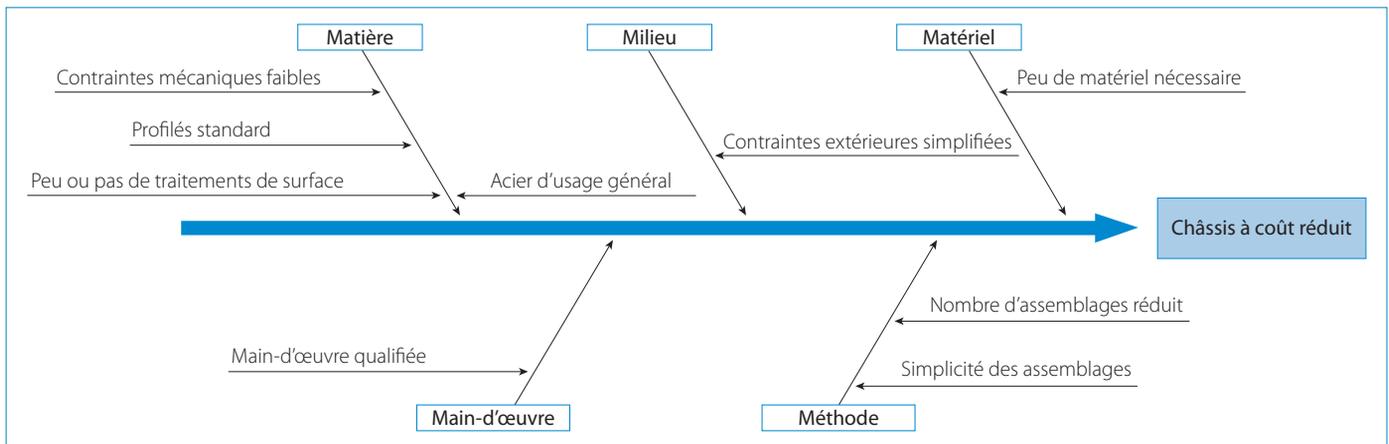
mots-clés

lycée professionnel, prébac



1 La mise en situation

[1] Professeur de construction mécanique au lycée Denis-Papin de La Courneuve (93).



2 Le diagramme causes-effets

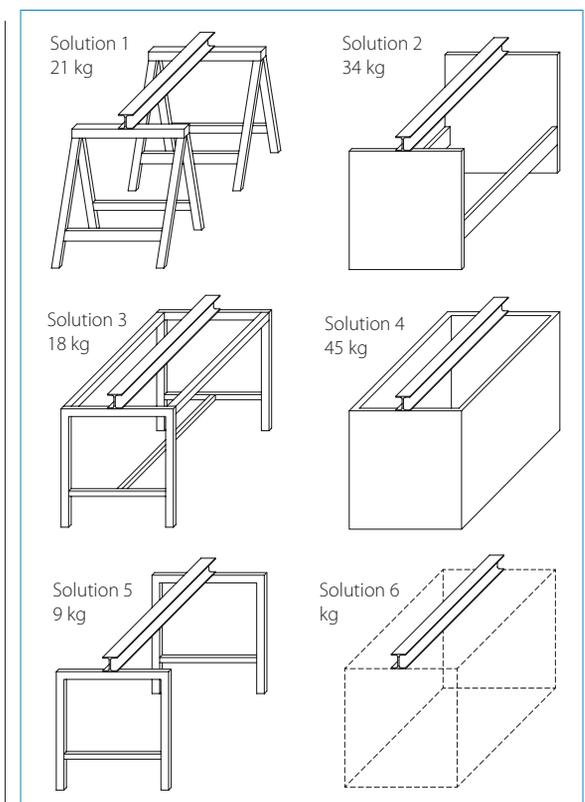
Fonction	Critère	Niveau	Flexibilité
Fp : permettre à l'utilisateur de fixer l'appareillage	Démontabilité	Fois/an	1 fois/an
	Dimension	Entraxe de fixation	$\pm 0,1$ mm
Fc1 : être accessible	Ergonomie	Hauteur de châssis	$1\ 100 \pm 20$ mm
Fc2 : être stable	Stabilité	Positionnement	4 pieds réglables
Fc3 : s'adapter au milieu environnant	Vibration	Rigidité	Anticorrosion pendant 5 ans
	Protection	Peinture	
Fc4 : être déplaçable	Masse	Kg	20 ± 2 kg
	Dimension	Écartement* des fourches du chariot élévateur	Largeur de fourche + 20 mm Prise du châssis dans sa longueur

* Dans le dossier ressources, la documentation du constructeur spécifie un écartement de 400 mm

3 Le tableau de critérisation des fonctions de service

formulent sur les cinq solutions présentées pour en proposer facilement une nouvelle. Elle ne nécessite pas d'explication particulière, car ils sont coutumiers des croquis en phase d'avant-projet.

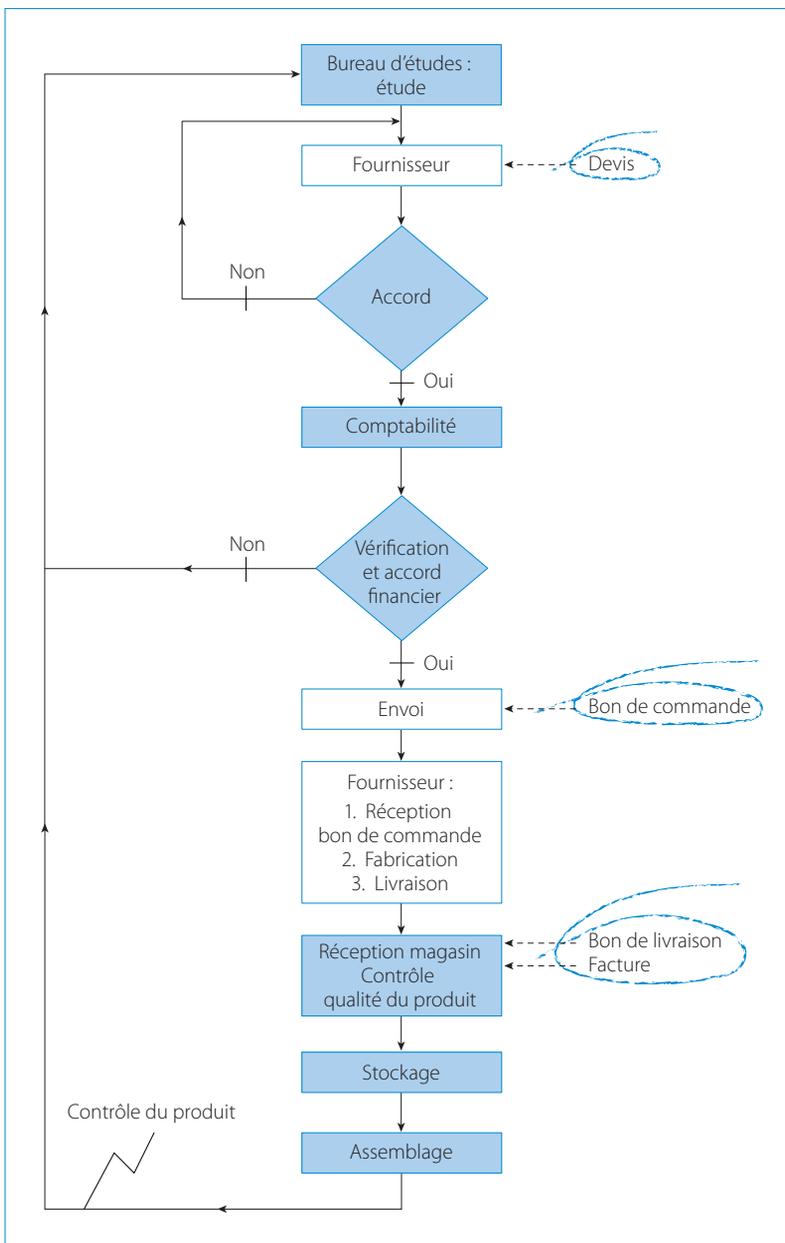
À partir des six propositions de châssis, les élèves doivent mener une réflexion pour préciser si les critères sont respectés. Si le critère est pleinement satisfait, on lui attribue 2 points ; moyennement satisfait, 1 point ; non satisfait, 0 point **5**. (À ce moment de l'étude, on considère que les coûts de fabrication sont identiques pour toutes les solutions ; ils seront en fait étudiés en détail dans la partie suivante, néanmoins, ce critère apparaît afin de sensibiliser à la notion de coût.) Ce tableau de choix en fonction de critères pondérés pose deux problèmes. Le premier est d'affecter des points à chacun des critères, qui relèvent de notions parfois subjectives ; les élèves doivent procéder par comparaison, et surtout donner un sens « technique » à chacun des critères. Le second problème, c'est qu'ils se concentrent sur les points à attribuer et en oublient, pour la plupart, la pondération. Dans les faits, ce tableau est un véritable outil de dialogue avec les élèves, qui axe les échanges sur le sens des mots choisis pour les critères et sur des exemples de solutions technologiques qui illustrent les fonctions techniques.



4 Les propositions de solutions

Solution technologique	Critères prépondérants (coeff. 2)			Critères secondaires (coeff. 1)				Total	Choix
	Stabilité Rigidité	Masse respectée	Manutention par chariot	Réglage de la hauteur	Réalisation aisée	Simplicité	Coût de fabrication		
Solution 1	2	2	2	0	0	0	1	13	
Solution 2	2	0	0	0	2	2	1	9	
Solution 3	2	2	1	2	2	2	1	17	X
Solution 4	2	0	0	0	2	2	1	9	
Solution 5	1	0	2	2	1	2	1	12	
Solution 6							1		

5 Le tableau de choix de solution

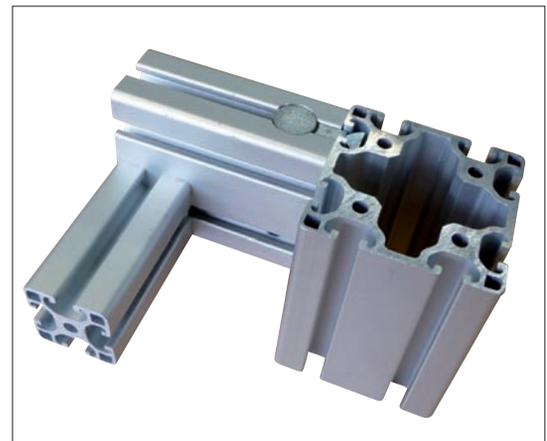


6 Le logigramme de commande de produit

$$\text{Châssis mécanosoudé} = \text{Étude complète Interne} + \text{Fabrication sous-traitée Externe}$$



$$\text{Châssis modulaire} = \text{Croquis Interne} + \text{Étude + fabrication sous-traitée Externe} + \text{Assemblage Interne}$$



7 Le traitement des 2 solutions

INTERNE				
Poste		Taux	Quantité	Prix HT
Frais d'étude	Étude	45,75 € HT/h	4	183
Frais généraux	Service commercial (commande) Service comptabilité (traitement financier) Stockage (magasinier, magasin...) Locaux (charges) ...	Inclus dans le taux horaire		
Sous-total				183
EXTERNE				
Poste		Taux	Quantité	Prix HT
Frais de fabrication	Matière première tube 40 × 40 – 2	4,87 € HT/m	10	48,7
	Main-d'œuvre (usinage, soudage, manutention...)	38,11 € HT/h	6	228,66
Frais de traitement ou de revêtement	Dégraissage Peinture	Inclus dans le taux horaire		
	Main-d'œuvre (peinture, manutention...)	30,48 € HT/h	2	60,96
Frais généraux	Facturation Amortissement matériel Livraison	Inclus dans le taux horaire		
	Marge bénéficiaire...	20 % du montant total		67,68
Sous-total				406
TOTAL € HT				589
TVA				19,6 %
TOTAL € TTC				704,44

8 Le calcul du coût de la solution mécanosoudée

Peu importe que le choix final porte ou non sur la solution de l'élève ; il est pour la partie suivante imposé : c'est la solution n° 3.

L'étude des coûts de fabrication

Dans cette partie, on considère que l'entreprise est dans l'incapacité matérielle de fabriquer le châssis correspondant à la solution n° 3. On introduit ainsi le besoin de sous-traiter la fabrication.

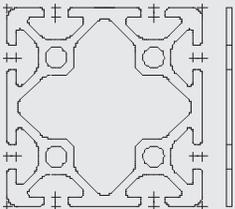
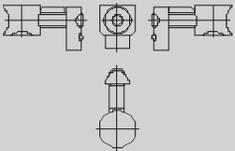
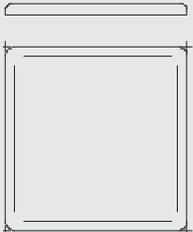
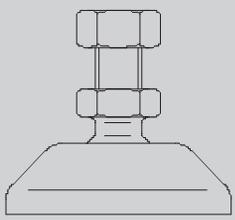
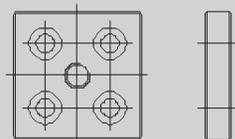
Le logigramme de commande de produit **6** représente le cas où le paiement s'effectue à la livraison du produit. Les élèves colorent les cases propres au traitement interne à l'entreprise – ce qui les oblige à lire le logigramme, à en parcourir toutes les étapes. Ils entourent aussi les documents commerciaux qui établissent un lien entre l'entreprise et le sous-traitant, afin de se familiariser avec le vocabulaire de l'entreprise.

L'élève est ensuite informé des deux procédés de fabrication retenus **7**. Pour le premier, le mécanosoudage, l'étude complète du châssis est réalisée dans l'entreprise pour laquelle l'élève travaille, puis sa fabrication sous-traitée. Pour le second, la conception en éléments modulaires, un croquis exprimant le besoin est

réalisé par l'entreprise pour laquelle l'élève travaille, l'étude et la fabrication des pièces sont sous-traitées, et l'assemblage final est effectué en interne.

Pour l'étude du coût du châssis réalisé en mécanosoudage, l'élève effectue les calculs à partir des taux horaires et des quantités indiqués sur le document **8**. La seule difficulté réside dans la compréhension des sous-totaux qu'il faut additionner, et auxquels il faut ajouter la TVA afin d'obtenir le montant total de 704,44 euros TTC.

Pour l'étude du coût du châssis réalisé en éléments modulaires, les élèves partent du plan coté du châssis mécanosoudé, des extraits de catalogue du constructeur Elcom, du fichier de prix au format Excel, et complètent le document spécifique **9**. Par exemple, pour choisir le profilé, ils indiquent les critères de choix nécessaires, comme les dimensions. Le plan de définition va leur permettre d'en déterminer la longueur totale nécessaire et les dimensions de la section, qui doit être de 40 × 40. Sur le catalogue constructeur, ils n'ont pas d'autre possibilité que de choisir un profilé de 40 × 40 de type 5, dont ils peuvent noter la référence et déduire le prix à l'aide du fichier Excel.

Matériel	Critère de choix	Observation	Référence	Prix HT	Qté	Total
Profilé Longueur 	Longueur d'après plan de définition du châssis Profilé 40 x 40 d'après plan de définition du châssis	(1 290 - 2 x 40) x 3 : longueur (520 - 2 x 40) x 2 + 520 x 2 : largeur (1020 - 40) x 4 : hauteur	0.0.370.05	12,41 € HT/m	10	124,1 €
Découpe	Nombre de morceaux de profilé		0.0.026.30	1,83 € HT/déc	11	20,13 €
Assemblage Fixation 	Profilé type 5 = 2 fixations nécessaires par liaison	Fixation universelle	0.0.026.92	3,64 € HT/pce	28	101,92 €
Perçage 	Pour installation des fixations universelles		0.0.026.97	1,83 € HT/per	28	51,24 €
Protection Embout 	Prix le plus faible	Plastique suffisant	0.0.370.13	0,47 € HT/pce	4	1,88 €
Réglage Pied 	Longueur de réglage ± 20 mm Type de châssis	40, M8 x 60	0.0.364.68	2,59 € HT/pce	4	10,36 €
Plaque de base 	Dimension et filetage du pied	40 x 40, M8	0.0.370.21	6,50 € HT/pce	4	26 €
TOTAL HT						335,63€

9 Le détail du coût de la solution modulaire

INTERNE				
Poste		Taux	Quantité	Prix HT
Frais d'étude	Croquis	45,75 € HT/h	1	45,75
Frais généraux	Service commercial (commande) Service comptabilité (traitement financier) Stockage (magasinier, magasin...) Locaux (charges) ...	Inclus dans le taux horaire		
Sous-total				45,75
EXTERNE				
Poste		Taux	Quantité	Prix HT
Frais d'étude	Étude modulaire AO	45,75 € HT/h	2	91,5
	Plan de montage	Inclus dans le taux horaire		
Frais de fabrication	Matériaux Usinage Main-d'œuvre (usinage, manutention...)	Reporter le prix issu du détail		335,63
Frais généraux	Facturation Amortissement matériel Livraison	Inclus dans le taux horaire		
	Marge bénéficiaire...	20 % du montant total		80,23
Sous-total				507,36
INTERNE				
Poste		Taux	Quantité	Prix HT
Frais d'assemblage	Main-d'œuvre (assemblage)	23 € HT/h	1	23
Sous-total				23
TOTAL € HT				576,11
TVA				19,6 %
TOTAL € TTC				689,02

10 Le calcul du coût de la solution modulaire

Cette activité est difficile pour certains, tandis que d'autres y arrivent sans problème. L'intervention du professeur auprès des élèves en difficulté se résume à une explication de la méthode pour opérer (choix des critères, lecture du paragraphe concernant les applications sur les documents du constructeur, lecture de la référence, déduction du prix), complétée par des consignes : comment disposer ses documents sur le bureau, surligner les éléments de réponse ou les données clés...

Une fois ce tableau complété, le calcul du coût du matériel déterminé, les élèves reportent ce montant hors taxe sur le tableau 10. Ils doivent alors calculer le coût des traitements internes, puis la TVA, et peuvent ainsi aboutir au prix final.

Le coût de cette solution se monte à 689,02 euros TTC, ce qui est proche de celui de la première solution. Peu importe qu'il soit inférieur d'environ 2 %, puisque l'on aboutit à l'objectif de départ qui était de réaliser l'étude comparative des coûts de deux solutions.

Le bilan

À la suite de cette séquence de cours, j'invite les élèves à situer les étapes parcourues dans le cycle de vie d'un produit afin de faire le lien avec les autres cours.

Le choix de la solution peut être remis en cause en même temps que l'hypothèse de départ, qui conserve la même géométrie de châssis quelle que soit la solution mise en œuvre. Précisons d'autre part qu'il est nécessaire de réactualiser régulièrement les données tarifaires, afin de conserver leur caractère réaliste.

Au-delà du coût, cette séquence a permis aux élèves de découvrir un procédé d'assemblage, qu'ils ont réutilisé, en classe de T^{le} notamment, au cours du projet U34 évalué en cours de formation (CCF). En revanche, on notera que cette séquence seule ne suffit pas pour appréhender les notions de coûts. C'est pourquoi, en lycée professionnel, de nombreuses séquences débouchent sur une activité où il est demandé de compléter un bon de commande. ■