Livrable C - Critères de conception et spécifications cibles

Présenté à : Emmanuel Bouendeu

Soumis par :

- Mehdi Belhouari
- Binate, Cedric
- Girijambo, Jaouen
- Nguyen, Félix
- Nitcheu, Arnold
- Riendeau, Laurence

Université D'Ottawa

Introduction

Dans le cadre du projet **Atelier Forces et Structures**, notre équipe FA42 a pour mission de concevoir un nouveau système ainsi qu'un dispositif de mesure de force destiné à cet atelier. Les livrables du projet documentent chaque étape de ce processus, jusqu'à la présentation du produit final. Ce document traite de la création des critères de conception, une phase essentielle de la pensée conceptuelle, qui servira de base aux étapes ultérieures d'idéation et de prototypage.

L'objectif principal du projet est d'établir une liste priorisée de critères de conception basée sur les besoins interprétés. Un étalonnage technique des produits existants, ainsi qu'une liste de spécifications cibles seront également inclus. Cela nous permettra d'établir un barème d'évaluation comparative pour nos concepts, prototypes et produits concurrents, tout en facilitant notre orientation lors de la phase d'idéation..

Ce document présentera donc la liste des critères de conception associée aux besoins du client, un étalonnage technique de produits existants potentiellement adaptés à ces mêmes besoins, ainsi qu'une liste de spécifications cibles à respecter pour la solution proposée. Une réflexion sur les discussions avec le client et leur impact sur notre processus sera également effectuée.

Critères de conception

Légende
Exigence fonctionnelles
Exigence non fonctionnelle
Métrique
Contrainte

Tableau 1 : **Critères de conception pour le matériel**

No.	Besoins interprétés	Critères de conception
1	Le matériel est sécuritaire et il y a très peu de chances de se blesser, même en étant très jeune.	Risque de causer des blessures.
2	Le matériel est assez durable pour permettre la réutilisation de façon successive.	Durée de vie. (années) Résistance à l'usure. Utilisations successives possibles. Force supportée. (kg) Résistance aux impacts.
3	Le matériel a un coût abordable de remplacement et d'achat.	Coût. ($)
4	Le matériel est compact, rentre dans un bac et il se transporte facilement, aussi, il se démonte et se range rapidement.	Volume lors du rangement. (m3) Poids. (kg) Temps de rangement. (min)
5	Le matériel est facile à obtenir au quotidien.	Disponibilité en magasin.

6	Le matériel est interactif et facile d'utilisation.	Temps pour assembler une structure. (min)
7	Le matériel est écologique et produit peu de déchets.	Déchets produits. Matériaux utilisés.
8	Le matériel est esthétique, beau et propre.	Esthétique.

Tableau 2 : **Critères de conception pour le dispositif**

No.	Besoins interprétés	Critères de conception
1	Le dispositif est sécuritaire, même lorsque manipulé par des enfants de l'école primaire.	Risque de blessure.
2	Le dispositif mesure et affiche clairement la force mesurée. La force peut être mesurée en Newton ou en kilogrammes, mais d'autres méthodes comme une série de lumières sont acceptables. Le dispositif mesure idéalement le poids et le temps. Le dispositif a un affichage bilingue français et anglais et met le français d'abord.	Type d'affichage. Unités de l'affichage. Données mesurées. Précision des données. Langue de l'affichage.
3	Le dispositif coûte au maximum 40$ à fabriquer.	Coût. ($)
4	Le dispositif est léger et compact. Le dispositif mesure au maximum 210 x 297 mm (8,3 x 11,7 pouces).	Volume occupé. (cm3) Longueur. (cm) Largeur. (cm) Poids. (kg)
5	Le dispositif est conçu pour garantir une utilisation régulière pendant plus de 10 ans. Le produit est fiable et opérationnel en tout temps.	Durée de vie. (années) Fiabilité. Durabilité.
6	Le dispositif est branché à une source d'alimentation pour charger et/ou pour fonctionner.	Type d'alimentation.

Étalonnage

Afin d'étalonner correctement nos produits, il est crucial de se référer à la liste des critères de conception ainsi qu'aux performances techniques. En effet, l'objectif de l'étalonnage est d'assurer que les produits répondent aux normes et exigences établies, en comparant leurs performances réelles aux références définies. Cela permet de garantir leur précision et leur conformité.

Matériel

Les critères que nous avons identifiés pour le matériel sont les suivants :

- Sécurité
- Durabilité
- Impact environnemental
- Abordabilité
- Facilité de transport et maniabilité
- Facilité d'utilisation
- Esthétique

Les matériaux utilisés par les compétiteurs sont les suivants :

- **(ABS)** Lego Technic
- Polyoxymethylene plastic.(K'Nex)
- Tubes de PVC
- Blocs de mousse haute densité
- Balsa wood
- Tiges et joints en aluminium
- Filament PLA (impression 3D)

Tableau 3 : **Étalonnage technique du matériel**

Critère de performance	**(ABS) Lego Technic**	**Polyoxymethylene plastic.(K'Nex)**	**Tubes de PVC**	**Blocs de mousse haute densité**	**Balsa wood**	**Aluminium**	**Filament PLA (impression 3D)**
Écologique (biodégradabilité %)	40% (plastique recyclable)	40% (plastique recyclable)	0%	90% (biodégradable)	100% (bois naturel)	100% (aluminium recyclable)	80% (bioplastique, biodégradable)
Abordabilité (coût par unité en $)	0.50 - 1.50$	0.10 - 0.50$	0.05 - 0.15$	0.02 - 0.10$	0.01 - 0.05$	1.00 - 3.00$	20-50$ (selon le filament utilisé)
Compacité et transportabilité (volume en cm³)	500 - 1000 cm³	300 - 500 cm³	2000 - 3000 cm³	200 - 400 cm³	100 - 300 cm³	2000 - 5000 cm³	Variable (selon conception)
Interactivité et facilité d'utilisation (temps d'assemblage en minutes)	5 - 10 minutes	5 - 10 minutes	15 - 20 minutes	3 - 5 minutes	2 - 5 minutes	10 - 15 minutes	10 - 30 minutes (selon conception)
Production de déchets (pourcentage des matériaux gaspillés)	5%	5%	10%	5%	20%	10%	2 - 5% (si bien conçu)
Esthétique (qualité visuelle subjective / 5)	4/5	4/5	2/5	4/5	3/5	2/5	5/5
Toxicité (degré de toxicité)	Faible	Faible	Modéré	Faible	Faible	Très faible	Très faible

Tableau 4 : **Matrice décisionnelle pour le matériel**

Critère	Importance	(ABS) Lego Technic	Polyoxymethylene plastic.(K'Nex)	Tubes de PVC	Blocs de mousse haute densité	Balsa wood	Aluminium
Sécurité	5	5	4	4	5	3	5
Durabilité	4	4	3	4	5	2	5
Impact environnemental	3	3	2	4	4	5	5
Abordabilité	3	3	4	4	3	3	3
Facilité de transport et maniabilité	4	4	4	3	4	5	2
Esthétique	3	4	4	2	4	3	2
Total		87	78	78	**94**	76	83

Dispositif :

Les critères que nous avons identifiés pour le dispositif sont les suivants :

- Sécurité
- Durabilité
- Impact environnemental
- Abordabilité
- Facilité de transport et maniabilité
- Facilité d'utilisation
- Esthétique

Les dispositifs des compétiteurs sont les suivants :

- TE Connectivity Force Sensor
- Honeywell FSG Series
- Mark-10 Digital Force Gauge
- Mecmesin Compact Force Gauge
- Filament PLA (impression 3D)

Tableau 5 : **Étalonnage technique du dispositif**

Critère de performance	TE Connectivity Force Sensor	Honeywell FSG Series	Mark-10 Digital Force Gauge	Mecmesin Compact Force Gauge
Sécurité	Faible, conçu pour un usage scolaire	Faible, pièces protégées	Faible, bien conçu pour la sécurité	Faible, sécurisé

Type d’affichage	Numérique	Numérique	Numérique	Numérique
Unités de l’affichage	Newton et kilogrammes	Newton et kilogrammes	Newton et kilogrammes	Newton et kilogrammes
Données mesurées	Force appliquée	Force appliquée	Force appliquée	Force appliquée
Précision des données	±0.5% à ±1%	±1%	±0.1%	±0.5%
Langue de l’affichage	Anglais uniquement	Bilingue (français/anglais)	Anglais uniquement	Anglais uniquement
Coût ($)	50-100$	40-80$	500-1,000$	200-600$
Dimensions (cm)	15 x 10 x 7	10 x 5 x 5	x 5	18 x 10 x 6
Poids (kg)	0.5 kg	0.3 kg	1.2 kg	0.8 kg
Durée de vie (années)	5-10 ans	10 ans	10+ ans	10+ ans
Fiabilité	Élevée	Élevée	Très élevée	Élevée

Tableau 6 : **Matrice décisionnelle pour le matériel**

Critère	**Importance**	**TE Connectivity Force Sensor**	**Honeywell FSG Series**	**Mark-10 Digital Force Gauge**	**Mecmesin Compact Force Gauge**
Sécurité	5	2	2	3	3
Type d’affichage	2	5	5	5	5
Unités de l’affichage	3	5	5	5	5
Données mesurées	4	4	4	4	4
Précision des données	3	2	3	5	2
Langue de l’affichage	4	2	5	2	2
Coût ($)	4	4	4	2	3
Dimensions (cm)	4	4	5	3	4
Poids (kg)	4	4	5	2	3
Durée de vie (années)	3	3	4	5	5
Fiabilité	4	4	4	5	4

Total		138	**164**	142	141

Spécifications cibles

Tableau 7 : **Spécifications cibles du matériel**

No.	Critères de conception	Relation	Valeur	Unités	Méthode de Vérification
		Exigences fonctionnelles			
1	Temps de montage : facilité d'utilisation	=	5 à 10	min	Essai
2	Matériel accessible	=	Oui	S/O	Analyse
3	Temps de rangement	=	2 à 5	min	Essai
		Contraintes			
4	Coût	<	10	$	Analyse
5	Poids	<	0.5	Kg	Essai, analyse
6	Volume occupé	<	600	m3	Essai, analyse
		Exigences non fonctionnelles			
7	Matériel écologique	=	Oui	S/O	Analyse
8	Durée de vie			année	Essai
	Résistance à la corrosion	=	Oui	S/O	Essai, analyse
9	Matériel esthétique	=	Oui	S/O	Essai

Tableau 7 : **Spécifications cibles du dispositif**

No.	Critères de conception	Relation	Valeur	Unités	Methode de Verification
		Exigences fonctionnelles			
1	Dispositif est sécuritaire	=	Oui	S/O	Essai
2	Type d'alimentation	=	Electrique: Prise	S/O	Analyse, Essai3

			electrique		
3	Affichage	=	Numérique	S/O	Analyse
4	Données mesurée	=	Force appliquée	S/O	Analyse
Contraintes					
5	Coût	<	50	$	Analyse
6	Poids	<	2.5	Kg	Essai, Analyse
7	Volume occupé	<	8500	cm3	Essai, analyse
8	Dimension : largeur, longueur	<	20 x 15	cm	Essai, Analyse
Exigences non fonctionnelles					
9	Unités affichées	=	Newton Kilogramme	N;Kg	Essai, analyse
10	Langue d'affichage	Bilingue	Anglais Français	S/O	Essai, Analyse
11	Précision des données	=	±0.5	%	Essai, analyse
12	Durée de vie	>	4	année	Essai
13	Fiabilité	=	oui	S/O	Essai

Réflexion

Impact des discussions avec le client sur les critères de conception

Sécurité : Lors de la discussion avec le client, il a été souligné que la sécurité devait être une priorité, notamment parce que le matériel fourni - et potentiellement le dispositif - sera manipulé par des enfants. Cette préoccupation a conduit à l'intégration de critères spécifiques concernant la sécurité, pour s'assurer que le matériel ne présente aucun risque de blessure. Les exigences comme « Le matériel est sécuritaire et il y a très peu de chances de se blesser » ou « Le dispositif est sécuritaire, même lorsqu'il est manipulé par des enfants » découlent directement de cette attente.

Durabilité et réutilisabilité : Le client a insisté sur la durabilité des matériaux et du dispositif et leur capacité à être utilisés à plusieurs reprises. Ce besoin est particulièrement pertinent puisque les matériaux et le dispositif sont destinés à un environnement scolaire et professionnel. Ce besoin de durabilité et de longévité est reflété dans les critères de conception pour le matériel ainsi que pour le dispositif.

Abordabilité : La discussion avec le client a permis d'ajuster les contraintes budgétaires pour s'assurer que le dispositif reste accessible et abordable. Cela se reflète dans les critères : « Le

dispositif coûte au maximum 40$ à fabriquer » et « Le matériel a un coût abordable », ce qui démontre une adaptation aux contraintes financières imposées par le client.

Facilité d'utilisation et d'assemblage : Le client a exprimé le besoin que le matériel et le dispositif soient faciles à utiliser, à assembler et à ranger. Par conséquent, des critères tels que « Le matériel est interactif et simple d'utilisation », « Temps pour assembler une structure (min) » et « Le dispositif mesure et affiche clairement la force mesurée » ont été inclus pour répondre à cette demande.

Conclusion des impacts de la discussion avec le client

En résumé, les échanges avec le client ont directement influencé la hiérarchisation et l'affinement des critères de conception. Ils ont permis de mieux comprendre les priorités du client en termes de sécurité, durabilité, coût, facilité d'utilisation et impact environnemental, et ont conduit à la définition de spécifications techniques qui répondent à ces besoins.

Conclusion

Ce livrable a permis d'établir des critères de conception, de réaliser un étalonnage technique, et de définir les spécifications cibles pour notre projet.En nous appuyant sur les besoins du client, nous avons pu clarifier les exigences fonctionnelles et non fonctionnelles, tout en intégrant des contraintes mesurables.

L'étalonnage nous a permis de comparer notre vision avec des solutions existantes, nous offrant ainsi des repères de performance qui nous ont permis d'ajuster nos priorités et d'assurer une pertinence entre chaque critère et besoin associés afin de guider notre processus de conception.

Nos échanges avec notre client ont massivement contribué au développement de nos idées d'abord, puis des critères et spécifications ainsi que dans l'ajustement des besoins. On a réussi à travers un processus d'itération d'identifier au moins un critère pour chaque besoin.

En résumé, ce livrable est un pas vers l'avant vers non seulement la réalisation, ou la complétion de notre projet mais surtout son succès. Il nous prépare cependant à avancer vers les étapes prochaines d'idéation et de prototypage.