

Démarche de conception technologique

Vers la construction d'un cahier des charges fonctionnel (CdCF)

Exemple de détermination des besoins, des fonctions et des spécifications pour un dispositif de mise à l'eau pour un enfant handicapé

Ressource à l'intention des enseignantes et des enseignants de science et technologie

TABLE DES MATIÈRES

Introduction.....	3
1. Identifications des besoins	4
1.1 Rencontre avec le client et identification des besoins exprimés	4
1.2 Recherche des besoins initialement non exprimés.....	5
1.3 Consignation des besoins	9
2. Recherche des fonctions	10
2.1 Liste initiale des fonctions	10
2.2 Consignation des fonctions vérifiées.....	12
2.3 Déroulement des évènements	15
2.4 Arbre fonctionnel	15
2.5 Autres fonctions	17
3. Spécifications.....	18
3.1 Tableau des spécifications.....	18
3.2 Notes à la conception	23
4. Cahier des charges fonctionnel (CdCF)	24

INTRODUCTION

Ce document a été élaboré dans le cadre d'un projet de la *Chaire pour les femmes en sciences et en génie au Québec* (CFSG) réalisé grâce au soutien financier du Secrétariat à la condition féminine. Ce projet s'adresse principalement aux enseignantes et enseignants du primaire, aux enseignantes et enseignants en science et technologie du 1^{er} cycle du secondaire ainsi qu'aux conseillères et conseillers pédagogiques qui accompagnent le personnel enseignant dans ces domaines.

Afin d'aider les enseignantes et les enseignants à améliorer la formation qu'ils offrent en technologie et leur permettre de développer le plaisir cognitif de la résolution de problèmes technologiques chez les filles (et les garçons), la CFSG s'est donné comme objectif de développer un dispositif de formation en technologie à l'intention du personnel enseignant. Plus spécifiquement, les éléments développés visent à amener les acteurs scolaires à :

- Développer leurs connaissances en épistémologie du génie;
- Développer leurs connaissances relatives au domaine du génie et des métiers ou professions qui lui sont associés;
- S'approprier la démarche de conception et de résolution de problème en technologie;
- S'initier à la prise en compte des caractéristiques particulières de l'enseignement de la technologie.

Le présent document constitue une ressource de ce dispositif qui vise à illustrer les différentes étapes et éléments d'une démarche de conception en technologie. Dans les prochaines pages, la lectrice ou le lecteur aura l'occasion de mieux comprendre comment s'articule la démarche de conception autour d'un exemple concret, **la conception d'un dispositif de mise à l'eau pour une piscine**.

Les enseignantes et les enseignants sont invités à consulter cette ressource en ayant à l'esprit qu'elle contient de multiples références à des pratiques sociales des ingénieures et des ingénieurs dans leur travail. Bien que la situation présentée ne se prête pas directement à un enseignement en classe auprès d'élèves du primaire et du secondaire (ce n'est pas une situation d'apprentissage), elle vise avant tout à servir d'exemple authentique à conserver comme référence en vue de la planification d'autres séquences d'enseignement-apprentissage en technologie qui seront à adapter en fonction de ses élèves. Plus spécifiquement, le document fait état du processus mis en œuvre par les ingénieures et les ingénieurs lorsqu'ils conçoivent un cahier des charges fonctionnel (CdCF).

Pour compléter ce dispositif de formation sur la démarche de conception en technologie, d'autres ressources, telles que des capsules vidéo, sont disponibles en ligne sur le site web de la Chaire pour les femmes en sciences et en génie : <http://cfsg.espaceweb.usherbrooke.ca/demarche-de-conception/>

1. IDENTIFICATIONS DES BESOINS

1.1 Rencontre avec le client et identification des besoins exprimés

Une équipe de conception rencontre un grand-père qui désire faire concevoir un **dispositif de mis à l'eau** pour la piscine à l'intention son petit-fils paraplégique.

Ma fille est une mère monoparentale qui a un enfant qui est paraplégique. C'est un enfant qui aime beaucoup bouger et faire des activités. Ils ont une piscine hors terre. Cet enfant a beaucoup grandi et ma fille n'est plus capable de le soulever pour le porter à la piscine et le sortir de la piscine. Là, je me demandais si vous étiez capable de faire un système pour embarquer et sortir de la piscine. Il ne faudrait pas que ça ait l'air d'un chantier de construction comme une grue. Il faudrait que ce soit beau, esthétique, disons. Et pas trop cher, parce que nous ne sommes pas très fortunés. La chose aussi qui me préoccupe, c'est qu'à chaque fois, j'y vais pour lui donner un coup de main. Si elle pouvait être autonome avec ça, ça serait parfait. Mais je suis inquiet, d'un coup que ça déraile, ça? Est-ce qu'il y aurait moyen d'y avoir un genre de « bouton panique » qu'on pourrait appuyer dessus pour bloquer le système? Au moins le temps qu'elle aille chercher de l'aide?

Alors c'est ça que j'aimerais avoir.

À partir de la mise en situation précédente, nous pouvons identifier **les besoins** tels qu'**exprimés** par le grand-père (**client**).

Tableau 1: Besoins initialement exprimés par le client

Besoins exprimés par le client (grand-père)
Aider un enfant handicapé à entrer dans une piscine hors terre
La mère doit être capable de l'utiliser seule
Bouton d'urgence pour bloquer le système
Bas prix
Belle apparence

1.2 Recherche des besoins initialement non exprimés

L'équipe de conception a ensuite posé des questions au grand-père (**client**) et à la mère (une **utilisatrice**) afin d'identifier **les besoins** initialement **non exprimés**.

Tableau 2: Besoins non exprimés par le client et l'utilisatrice

Questions posées par l'équipe de conception	Besoins exprimés par le client (grand-père) lorsque questionné
	Pour un enfant de 6 à 12 ans
	S'adapte à un enfant en croissance
	Facile à assembler et démonter
	Se range dans un endroit restreint (cabanon)
Avez-vous accès à de l'électricité près de la piscine ou est-ce possible d'en installer facilement?	Énergie humaine
Questions posées par l'équipe de conception	Besoins exprimés par l'utilisatrice (mère) lorsque questionnée
Parlez-nous du handicap de votre enfant, de ses capacités physiques et cognitives et de son degré d'autonomie.	Supporte le tronc de l'enfant jusqu'à la vertèbre L2

À la suite de l'entrevue avec le grand-père et la mère, l'équipe de conception a elle-même identifié d'autres **besoins non exprimés**.

Tableau 3: Besoins identifiés par l'équipe de conception

Autres besoins identifiés par l'équipe de conception
Sécuritaire pour les utilisateurs (mère, fils)
Ergonomique pour les utilisateurs (mère, fils)
Peut être réparé facilement
Fait de pièces standards
Fait de matériaux facilement disponibles
Faits de matériaux résistants à l'environnement

L'équipe de conception a interrogé à nouveau la mère, afin d'obtenir plus de détails sur l'utilisation éventuelle du dispositif (et d'identifier d'autres **besoins non exprimés**).

Tableau 4: Besoins exprimés par l'utilisatrice lors d'une deuxième entrevue

Questions posées par l'équipe de conception	Besoins exprimés par l'utilisatrice (mère), lorsque questionnée une deuxième fois
Le fauteuil de l'enfant peut-il aller dans la piscine?	Passage facile du fauteuil au système de transfert
À quoi ressemble le contour de la piscine? Est-ce qu'il y a du béton ou une plateforme de bois solide?	S'adapte à un parterre (terre et gazon)

Lors de la phase d'identification des besoins, l'équipe de conception a fait aussi quelques recherches afin **d'étudier quelques systèmes existants**. L'examen des systèmes existants permet notamment de faire ressortir de nouveaux besoins non exprimés.



<https://www.surehands.com/products/wheelchair-to-water-pool-lift/>



<https://www.pinterest.com/pin/318981586077973677/>



<http://www.topmobility.com/pool-shower-transfer-wheelchair-p1825.htm>



<http://mobilityaids.blogspot.ca/>



<http://mobilityaids.blogspot.ca/>



<http://www.svezia-scandinavia.com/en/accessibility.html>



<http://www.commercialpoolequipment.co.uk/hoist/bluone-pool-lift.htm>



<http://mobilityaids.blogspot.ca/2013/06/wall-lift-for-hoisting-into-spa-pool.html>

1.3 Consignation des besoins

Une fois la collecte des besoins terminée, ceux-ci sont consignés dans un tableau en les identifiant par des numéros, en indiquant leur provenance et en donnant une pondération de leur importance.

Tableau 5: Consignation des besoins

Numéro	Besoin	Provenance	Pondération (1 n'est pas important, 5 est très important)
B1	Aider un enfant handicapé à entrer dans une piscine hors terre	Client (grand-père)	5
B2	La mère doit être capable de l'utiliser seule	Client (grand-père)	4
B3	Bouton d'urgence pour bloquer le système	Client (grand-père)	5
B4	Bas prix	Client (grand-père)	3
B5	Belle apparence	Client (grand-père)	2
B6	Pour un enfant de 6 à 12 ans	Client (grand-père)	5
B7	S'adapte à un enfant en croissance	Client (grand-père)	3
B8	Facile à assembler et à démonter	Client (grand-père)	3
B9	Se range dans un endroit restreint (cabanon)	Client (grand-père)	3
B10	Énergie humaine	Client (grand-père)	5
B11	Supporte le tronc de l'enfant jusqu'à L2	Utilisatrice (mère)	5
B12	Sécuritaire pour les utilisateurs (mère, fils)	Équipe de conception	5
B13	Ergonomique pour les utilisateurs (mère, fils)	Équipe de conception	3
B14	Peut être réparé facilement	Équipe de conception	3
B15	Fait de pièces standards	Équipe de conception	3
B16	Fait de matériaux facilement disponibles	Équipe de conception	3
B17	Fait de matériaux résistants à l'environnement	Équipe de conception	5
B18	Passage facile du fauteuil au système de transfert	Utilisatrice (mère)	4
B19	S'adapte à un parterre (terre et gazon)	Utilisatrice (mère)	5

Dans cette première section, l'équipe de conception a utilisé différentes méthodes pour identifier les besoins exprimés et non exprimés. Elle a également consigné et pondéré ces besoins. Ceci est une première étape pour comprendre ce que doit faire le produit à concevoir et connaître les attentes du client et des utilisateurs.

On remarque qu'initialement, le grand-père n'a exprimé que **cinq** besoins, alors que finalement, l'équipe en a recensé près de **20**. Le travail de questionnement, de recherche et de réflexion est donc important, car il permet de faire émerger d'autres besoins initialement non exprimés.

2. RECHERCHE DES FONCTIONS

2.1 Liste initiale des fonctions

Une fois les besoins consignés, l'équipe de conception peut formuler **les fonctions de service** :

- Une **fonction d'usage** exprime ce que fait le produit ou ce que font ses composantes en faisant abstraction de toute solution. Elle est formulée par un verbe d'action et un nom.
- Une **fonction d'estime** traduit généralement les considérations du client en faisant abstraction de toute solution. Elle est formulée par un verbe d'état et un attribut du sujet.

Tableau 6: Formulation des fonctions

N° de la fonction	Fonctions	Méthodes utilisées pour identifier les fonctions
F1	Transférer un enfant handicapé de son fauteuil roulant à une piscine hors terre	Transfert des besoins en fonctions
F2	Minimiser l'effort nécessaire pour transférer l'enfant	Transfert des besoins en fonctions
F3	Posséder un système de sécurité en cas de défaillance ou de manque d'énergie humaine	Transfert des besoins en fonctions
F4	Être abordable	Transfert des besoins en fonctions
F5	Être esthétique	Transfert des besoins en fonctions
F6	Supporter un enfant de 6 à 12 ans	Transfert des besoins en fonctions
F7	S'adapter à un enfant de 6 à 12 ans	Transfert des besoins en fonctions
F8	Faciliter l'assemblage et le démontage	Transfert des besoins en fonctions
F9	Occuper peu d'espace lors du rangement	Transfert des besoins en fonctions
F10	Utiliser l'énergie humaine	Transfert des besoins en fonctions
F11	Assurer la stabilité de l'enfant jusqu'à L2 ou plus	Transfert des besoins en fonctions
F12	Être sécuritaire pour les utilisateurs (mère, fils)	Transfert des besoins en fonctions
F13	Être ergonomique pour les utilisateurs (mère, fils)	Transfert des besoins en fonctions
F14	Faciliter la réparation	Transfert des besoins en fonctions
F15	Utiliser des pièces standards	Transfert des besoins en fonctions
F16	Utiliser des matériaux facilement disponibles	Transfert des besoins en fonctions
F17	Utiliser des matériaux résistants à l'environnement	Transfert des besoins en fonctions
F18	Faciliter l'embarquement de l'enfant	Transfert des besoins en fonctions
F19	S'adapter à un parterre (terre et gazon)	Transfert des besoins en fonctions
N° de la fonction	Fonctions	Méthodes utilisées pour identifier les fonctions

F20	Permettre à l'enfant de se dégager rapidement en cas de défaillance	Brainstorming
F21	Faciliter le débarquement de l'enfant	Brainstorming
F22	Protéger l'utilisateur (mère) d'une blessure due à l'effort	Cycle de vie, cycle d'utilisation et environnement
F23	Protéger l'utilisateur (enfant) d'une blessure due à une défaillance	Cycle de vie, cycle d'utilisation et environnement
F24	Sécuriser l'enfant pendant le transfert	Cycle de vie, cycle d'utilisation et environnement
F25	Garder la tête de l'enfant hors de l'eau	Cycle de vie, cycle d'utilisation et environnement
F26	Se ranger dans le cabanon, lorsque non utilisé	Cycle de vie, cycle d'utilisation et environnement
F27	Permettre un transfert doux (vs brusque et saccadé)	Efforts et mouvements
F28	Stabiliser la position du système lors de l'embarquement et du débarquement	Efforts et mouvements
F29	Permettre à l'utilisatrice (la mère) de bien voir la piscine, la surface de l'eau et les autres baigneurs	Étude des interactions
F30	Éviter que l'enfant ne frappe le bord de la piscine lors du transfert	Étude des interactions
F31	Ne pas abîmer la piscine	Analyse de systèmes existants
F32	Se fixer au sol ou à une structure	Analyse de systèmes existants <i>A amené une nouvelle question à la mère: Système fixe ou mobile?</i>
F33	Ne doit pas permettre à un enfant de grimper seul dans la piscine	Normes et règlements
F34	Se conformer aux normes en vigueur sur les équipements de levage	Normes et règlements

2.2 Consignation des fonctions vérifiées

L'équipe de conception vérifie la **redondance** des fonctions ainsi que leur **formulation** en retravaillant le tableau 6 de la section précédente (voir le tableau 7 plus bas). Pour ce faire, elle se fie aux critères suivants :

La fonction d'usage :

- Exprime ce que fait le produit ou ce que font ses composantes (elle a un aspect utilitaire);
- Fait abstraction de toute solution;
- Est formulée par un verbe d'action et un nom;
- Ne doit pas être formulée avec un verbe d'état (ex. : être) ni avec le verbe permettre;
- Utilise une formulation positive.

La fonction d'estime :

- Traduit généralement les considérations du client;
- A souvent un impact affectif ou psychologique sur le client;
- Fait abstraction de toute solution;
- Est formulée par un verbe et un attribut du sujet;
- Utilise une formulation positive.

La fonction technique :

- Réfère à un concept (une solution) et non à une fonction du produit;
- N'apparaît généralement pas dans le tableau des fonctions en début d'analyse fonctionnelle, mais plutôt une fois que des concepts seront générés.

La **fonction de contrainte** exprime des limitations dans la conception ou impose une finalité au produit. Souvent, les contraintes sont dictées par des règlements, normes ou contrats. La **contrainte** est, à la base, une fonction d'usage, d'estime ou technique.

Tableau 7: Tableau des fonctions vérifiées

	Fonction	Type de fonction	Commentaire
F1	Transférer un enfant handicapé paraplégique de 6 à 12 ans de son fauteuil roulant à une piscine hors terre	Usage	Reformulée
F2	Minimiser l'effort nécessaire pour transférer l'enfant Transformer l'énergie humaine d'une façon optimale afin de déplacer l'enfant paraplégique.	Usage	Reformulée
F3	Posséder un système de sécurité en cas de Contraindre les mouvements involontaires à des fins de sécurité (défaillance ou manque d'énergie humaine)	Usage	Reformulée
F4	Être abordable	Estime - Contrainte	
F5	Être esthétique	Estime	
F6	Supporter un enfant de 6 à 12 ans Soutenir l'enfant paraplégique	Usage	Reformulée
F7	S'adapter à un enfant paraplégique de 6 à 12 ans	Usage	
F8	Faciliter l'assemblage et le démontage Être facile à assembler et à démonter pour le rangement à l'hiver	Estime	

F9	Occuper peu d'espace lors du rangement		Redondant avec F26
F10	Utiliser l'énergie humaine		Incluse dans F2
F11	Assurer la stabilité de l'enfant jusqu'à L2 Positionner adéquatement l'enfant paraplégique durant le déplacement	Usage	Reformulée
F12	Être sécuritaire pour les utilisateurs (mère, fils)		Redondant avec F22
F13	Être ergonomique pour les utilisateurs (mère, fils -enfant paraplégique)	Estime	
F14	Faciliter la réparation Être facile à réparer (pièces standards, matériaux facilement disponibles, assemblages simples)	Estime	Reformulée
F15	Utiliser des pièces standards		Incluse dans F14
F16	Utiliser des matériaux facilement disponibles		Incluse dans F4 et F14
F17	Utiliser des matériaux résistants Résister à l'environnement (pluie, chlore,...)	Usage	Reformulée
F18	Faciliter l'embarquement de l'enfant Être facile à utiliser à toutes les étapes, de l'embarquement au débarquement de l'enfant paraplégique	Estime	Reformulée
F19	S'adapter à un parterre (terre et gazon)		Redondant avec F32
F20	Permettre à l'enfant de se dégager rapidement en cas de défaillance Libérer l'enfant paraplégique rapidement en cas de défaillance	Usage - Contrainte	Reformulée
F21	Faciliter le débarquement de l'enfant		Redondant avec F18
F22	Protéger l les utilisateurs (mère) d'une blessure due à l'effort et les équipements	Usage - Contrainte	Reformulée
F23	Protège l'utilisateur (enfant) d'une blessure due à une défaillance		Redondant avec F13
F24	Sécuriser l'enfant pendant le transfert		Redondant avec F11
F25	Garder la tête de l'enfant paraplégique hors de l'eau	Usage - Contrainte	Reformulée
F26	Être compact lorsque non utilisé	Estime	
F27	Permettre un transfert doux (vs brusque et saccadé) Être confortable pour l'enfant	Estime	Reformulée
F28	Stabiliser la position du système lors de l'embarquement et du débarquement	Usage	
F29	Permettre à Être visuellement peu encombrant afin que l'utilisateur (la mère) puisse de bien voir la piscine, la surface de l'eau et les autres baigneurs	Estime	Reformulée
F30	Éviter que l'enfant frappe le bord de la piscine lors du transfert		Redondant avec F38
F31	Ne pas abîmer Protéger la piscine	Usage	Reformulée
F32	Se fixer au sol ou à une structure Ancrer le système de transfert	Usage	Reformulée
F33	Ne doit pas permettre à un enfant de grimper seul dans la piscine Se conformer aux normes et règlements en vigueur concernant les piscines et les équipements de levage	Usage - Contrainte	Reformulée

F34	Se conformer aux normes de levage en vigueur		Incluse dans F33
F35	Accueillir l'enfant paraplégique	Usage	
F36	Accéder au fauteuil roulant		Incluse dans F39 et F40
F37	Déplacer l'enfant stabilisée		Incluse dans F2
F38	Accéder à la piscine		Incluse dans F39 et F40
F39	Déplacer verticalement le système pour accéder au fauteuil roulant et à la piscine et transférer l'enfant paraplégique d'un à l'autre	Usage	
F40	Déplacer horizontalement le système pour accéder au fauteuil roulant et à la piscine et transférer l'enfant paraplégique d'un à l'autre	Usage	
F41	Résister aux efforts	Usage	

Ici, l'équipe de conception a recensé et formulé les **actions** que doit accomplir le système de transfert ainsi que les **attributs** qu'il doit avoir. Elle a fait **abstraction de solutions** afin de lui permettre plus de **créativité** et de **latitude**. Lors de la formulation des fonctions, on souhaite avoir accès au plus grand nombre de concepts possible. On ne veut surtout pas se limiter par la formulation des fonctions.

On note que la formulation des fonctions différera d'une personne à l'autre, mais que dans l'ensemble, les actions et attributs du système resteront les mêmes.

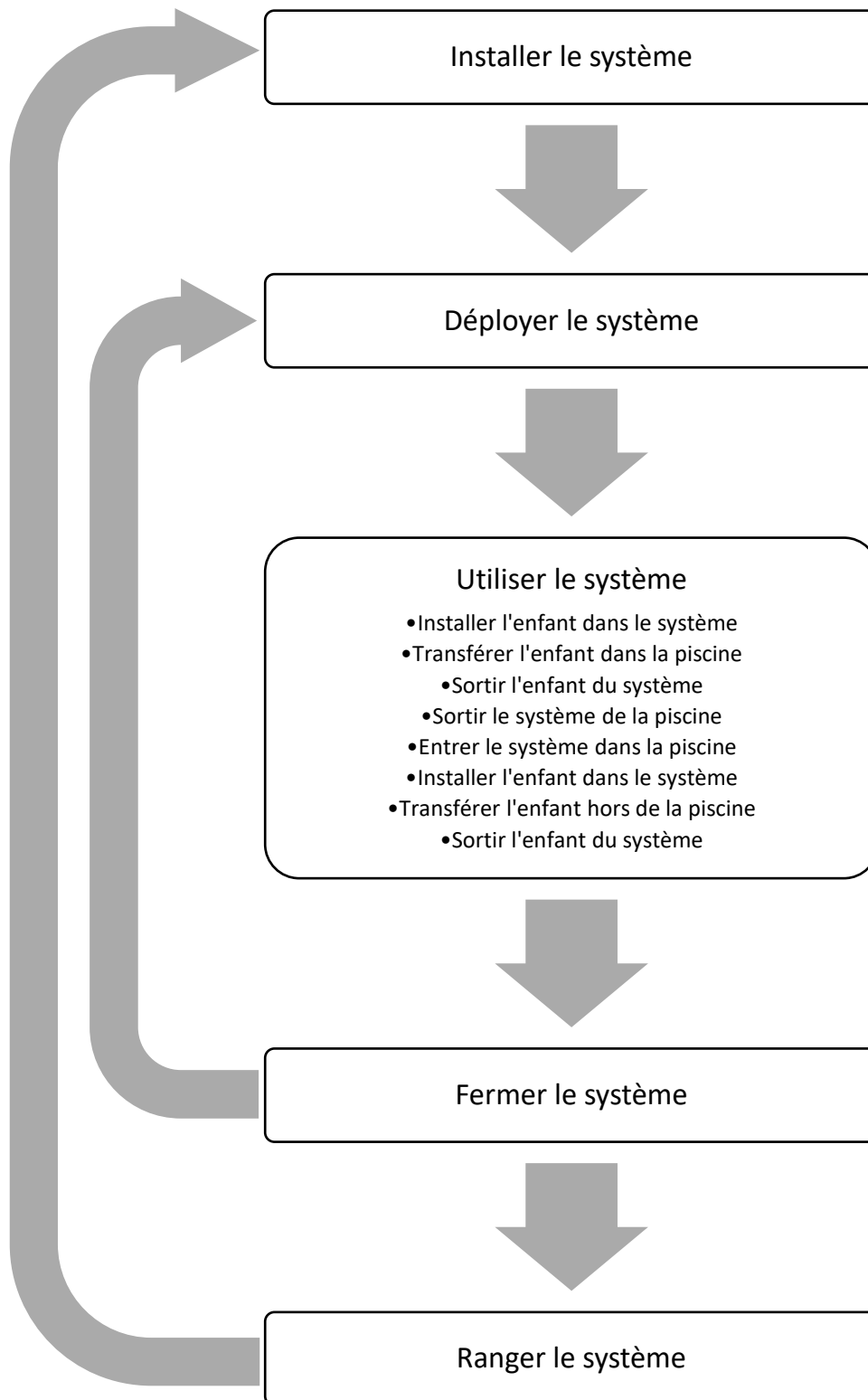
En terminant, des **exemples de fonctions techniques** sont :

- Utiliser des ganses à velcro → implique que l'enfant est stabilisé avec des ganses alors qu'il existe d'autres concepts pour bien le positionner lors de son déplacement;
- Protéger l'extrémité des pattes sous le sous-système d'accueil de l'enfant afin de ne pas abîmer la toile de la piscine → implique que le concept choisi pour garder la tête de l'enfant hors de l'eau en tout temps est de supporter le sous-système d'accueil de l'enfant avec des pattes.

Notes : Le terme « contraintes » est souvent utilisé inadéquatement dans les manuels scolaires et autres ressources d'enseignement en science et technologie. Par exemple, on confond parfois les « contraintes » avec l'ensemble des fonctions de l'objet technique.

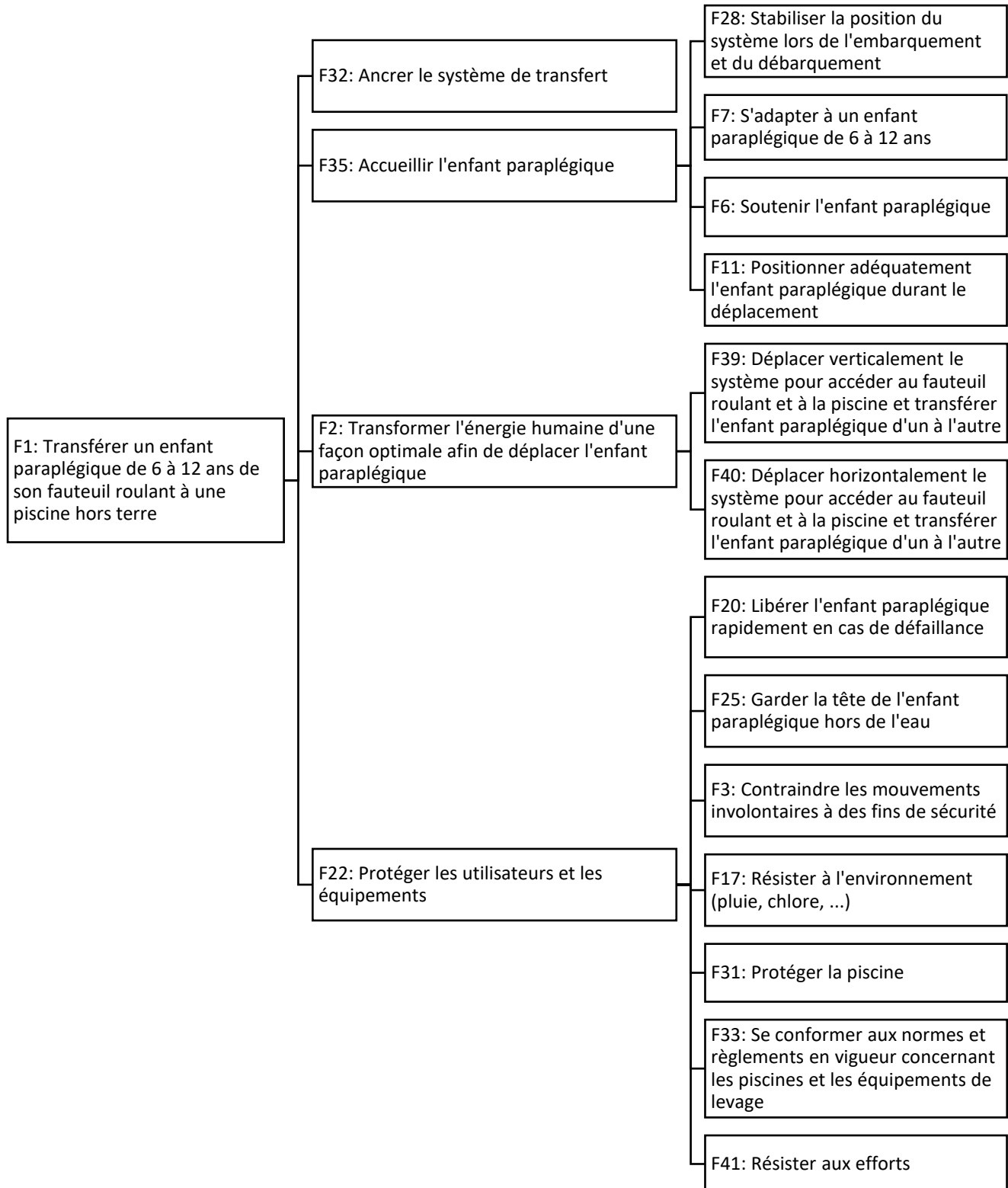
2.3 Déroulement des événements

Pour aider à la construction de l'arbre fonctionnel, l'équipe de conception peut étudier le cycle d'utilisation du dispositif de mise à l'eau.



2.4 Arbre fonctionnel

Un arbre fonctionnel est construit. Celui-ci permet d'organiser les **fonctions d'usage** en **sous-systèmes** et de vérifier si des fonctions sont manquantes.



2.5 Autres fonctions

Les fonctions d'estime et les fonctions techniques sont regroupées dans un tableau sous l'arbre fonctionnel.

Tableau 8: Tableau des « autres fonctions »

Autres fonctions		Type
F4	Être abordable	Estime - Contrainte
F5	Être esthétique	Estime
F8	Être facile à assembler et à démonter pour le rangement l'hiver	Estime
F13	Être ergonomique pour les utilisateurs (mère, enfant paraplégique)	Estime
F14	Être facile à réparer (pièces standards, matériaux facilement disponibles, assemblages simples)	Estime
F18	Être facile à utiliser à toutes les étapes, de l'embarquement au débarquement de l'enfant paraplégique	Estime
F26	Être compact, lorsque non utilisé	Estime
F27	Être confortable pour l'enfant	Estime
F29	Être visuellement peu encombrant afin que l'utilisateur (la mère) puisse bien voir la piscine, la surface de l'eau et les autres baigneurs	Estime

L'identification et la formulation de toutes les fonctions ainsi que la réalisation de l'arbre fonctionnel prennent beaucoup de temps. Parfois, il peut être utile de faire un premier jet moins en profondeur pour rapidement passer à la génération de concept, puis sonder le client ou faire une étude de faisabilité. On peut ensuite revenir pour compléter et corriger les fonctions et l'arbre fonctionnel et compléter une seconde étude conceptuelle plus détaillée. En ce sens, la conception n'est pas un processus linéaire : plusieurs allers-retours sont possibles. Il faut voir **ces documents** comme étant **évolutifs** et non figés dans le temps.

*Note : Avec des **élèves du secondaire**, il peut être suffisant de construire un arbre fonctionnel à deux niveaux seulement, car le 3^e niveau est plus complexe à réaliser.*

3. SPÉCIFICATIONS

3.1 Tableau des spécifications

Une fois que les fonctions ont été vérifiées et reformulées, l'équipe de conception formule les spécifications. La notion de **spécification** est directement rattachée à celle de fonction. Elle désigne le **critère quantifiable et mesurable** qui permettra de valider qu'une fonction est bel et bien vérifiée. Voici le tableau des spécifications pour le dispositif de mise à l'eau.

Tableau 9: Tableau des spécifications

Fonctions		Spécification						
No.	Fonction	No.	Spécification	Définition	Mesure	Niveau	Flexibilité	Source
Spécifications provenant des fonctions d'usage (arbre fonctionnel)								
F32	Ancrer le système de transfert	S32.1	Force à la base	Force à supporter au point d'ancrage	Calcul des efforts	X N	±X N	Calculs. Référence à S6.1
		S32.2	Moment à la base	Moment à supporter au point d'ancrage	Calcul des efforts	X Nm	±X Nm	Calculs. Référence à S6.1
F28	Stabiliser la position du système lors de l'embarquement et du débarquement	S28.1	Force d'autoblocage	Force d'autoblocage générée automatiquement pour stabiliser le système lors de l'embarquement et le débarquement de la personne paraplégique	Dynamo mètre	X N	±X N	Référence S6.1
F7	S'adapter à un enfant de 6 à 12 ans	S7.1	Hauteur du tronc	Hauteur du tronc en position assise (du siège aux dessus des épaules)	Ruban à mesurer	X mm	±X mm	Entrevue mère; Table

				d'un garçon de 6 à 12 ans du 75e percentile				anthropométrique
		S7.2	Longueur des cuisses	Longueur des cuisses en position assise (du dossier jusqu'à l'arrière des genoux) d'un garçon de 6 à 12 ans du 75e percentile	Ruban à mesurer	X mm	±X mm	Entrevue mère; Table anthropométrique
		...						
F6	Soutenir l'enfant paraplégique	S6.1	Masse à supporter	Masse de la personne paraplégique à supporter. Garçon 12 ans 75e percentile	Calcul de structure	X kg	±X kg	Entrevue mère; Table anthropométrique
		S6.2	Largeur à supporter	Largeur de la personne paraplégique à supporter. Garçon de 6 ans 75e percentile à 12 ans 75e percentile.	Ruban à mesurer	X mm	±X mm	Entrevue mère; Table anthropométrique
F2	Transformer l'énergie humaine d'une façon optimale afin de déplacer l'enfant paraplégique	S2.1	Force maximale requise	Force maximale requise par la mère pour transférer son fils dans la piscine Femme 50e percentile	Dynamomètre	X N	±X N	Table d'ergonomie
F39	Déplacer verticalement le système pour accéder au fauteuil roulant et à la piscine et transférer l'enfant paraplégique d'un à l'autre	S39.1	Plage de déplacement vertical	Plage de déplacement vertical pour transférer l'enfant paraplégique du fauteuil à la piscine et vice-versa	Ruban à mesurer	X mm	±X mm	Entrevue avec la mère

		S39.2	Hauteur d'accessibilité hors piscine	Distance du sol accessible par le système de transfert à l'extérieur de la piscine (pour accéder au fauteuil roulant)	Ruban à mesurer	X mm	±X mm	Examen des fauteuils roulants
		S39.3	Hauteur de dégagement	Dégagement en hauteur requis pour transférer l'enfant en évitant tout contact avec la piscine	Ruban à mesurer	X mm	±X mm	Mesure de la hauteur de la piscine
F40	Déplacer horizontalement le système pour accéder au fauteuil roulant et à la piscine et transférer l'enfant paraplégique d'un à l'autre	S40.1	Plage de déplacement horizontal	Plage de déplacement horizontal pour transférer l'enfant paraplégique du fauteuil à la piscine et vice-versa	Ruban à mesurer	X mm	±X mm	Entrevue avec la mère
		S40.2	Aire d'accessibilité hors piscine	Espace disponible à l'extérieur de la piscine pour transférer l'enfant	Ruban à mesurer	X mm par X mm	±X mm	Entrevue mère
		S40.3	Aire d'accessibilité dans la piscine	Aire disponible dans la piscine pour transférer l'enfant paraplégique en évitant tout contact avec la piscine	Ruban à mesurer	X mm par X mm	±X mm	Grandeur de la piscine; Positionnement des accessoires (escaliers, glissade)
F20	Libérer rapidement l'enfant paraplégique en cas de défaillance	S20.1	Temps de libération	Temps requis pour que l'enfant soit dégagé (soit libre de mouvement) en cas de défaillance	Chronomètre	X sec	±X sec	Littérature; Temps pour lequel un enfant peut garder son souffle

F25	Garder la tête de l'enfant paraplégique hors de l'eau	S25.1	Dégagement de la tête	Distance entre le menton et la surface de l'eau pour la personne paraplégique à transférer. Garçon de 6 ans 75e percentile à 12 ans 75e percentile	Ruban à mesurer	X mm par X mm	±X mm	Mesure de la hauteur de la piscine
F3	Contraindre les mouvements involontaires à des fins de sécurité	S3.1	Descente involontaire maximale	Distance maximale possible en descente de façon involontaire (ex: défaillance, absence de force humaine)	Ruban à mesurer	X mm par X mm	±X mm	
		S3.2	Déplacement latéral maximal	Déplacement latéral maximal possible de façon involontaire (ex: défaillance, absence de force humaine, accrochage)	Ruban à mesurer	X mm par X mm	±X mm	
F33	Se conformer aux normes et règlements en vigueur concernant les piscines et les équipements de levage	S33.1	Distance du bord de la piscine	Distance entre le système de transfert et le bord de la piscine	Ruban à mesurer	X mm	±X mm	Règlement municipal
Spécifications complémentaires pour satisfaire le client (provenant des fonctions d'estime)								
F4	Être abordable	S4.1	Coût de fabrication	Coût d'achat des matériaux et de la quincaillerie et coût de fabrication des pièces	Factures	X \$	±X \$	Grand-père

F8	Être facile à assembler et à démonter pour le rangement l'hiver	S8.1	Masse des pièces mobiles	Masse des pièces à déplacer pour l'entreposage d'hiver. Femme 50e percentile	Balance	X kg	±X kg	Table d'ergonomie
		S8.2	Temps d'assemblage	Temps requis pour assembler le système au printemps	Chronomètre	X min	±X min	Mère
		S8.3	Temps de désassemblage	Temps requis pour désassembler le système à l'automne	Chronomètre	X min	±X min	Mère
F18	Être facile à utiliser à toutes les étapes, de l'embarquement au débarquement de l'enfant paraplégique	S18.1	Temps d'embarquement de l'enfant	Temps requis pour embarquer l'enfant paraplégique dans le système de transfert	Chronomètre	X min	±X min	Mère
		S18.1	Temps de débarquement de l'enfant	Temps requis pour débarquer l'enfant paraplégique dans le système de transfert	Chronomètre	X min	±X min	Mère
F26	Être compact, lorsque non utilisé	S26.1	Dimensions hors tout lorsque non utilisé	Dimension permettant l'entreposage dans le cabanon	Ruban à mesurer	X mm par X mm par X mm	±X mm	Mesure de la porte du cabanon et de l'espace disponible dans le cabanon

3.2 Notes à la conception

Les notes à la conception regroupent les fonctions techniques et les fonctions auxquelles il est plus difficile d'identifier des spécifications quantifiables et mesurables.

Tableau 10: Notes à la conception

F5	Être esthétique	
F11	Positionner adéquatement l'enfant paraplégique	S'assurer que l'enfant est dans une position stable durant le transfert pour qu'il ne tombe pas. Au besoin, ajouter des éléments de sécurité pour le stabiliser.
F13	Être ergonomique pour les utilisateurs (mère, enfant paraplégique)	Faciliter les manipulations pour la mère tant au niveau des formes, de la disposition que des efforts.
F14	Être facile à réparer	Utiliser des pièces standards, des matériaux facilement disponibles et des méthodes d'assemblage simple.
F17	Résister à l'environnement (pluie, chlore)	Utiliser des matériaux qui ne corroderont pas sous la pluie ou au contact avec le chlore. Protéger les autres matériaux.
F22	Être sécuritaire pour les utilisateurs (mère, enfant paraplégique)	Ne pas avoir d'embouts pointus ou d'arêtes vives qui pourraient blesser les utilisateurs. Ne pas emmagasiner d'énergie potentielle inutilement. Avoir des systèmes de sécurité.
F27	Être confortable pour l'enfant	Permettre un transfert doux (vs brusque et saccadé). Éliminer les points de pressions.
F29	Être visuellement peu encombrant afin que l'utilisateur puisse bien voir la piscine, la surface de l'eau et les autres baigneurs	Le système doit avoir un profil qui minimise l'encombrement visuel.
F31	Protéger la piscine	Bien dégager le mur de la piscine tant intérieur qu'extérieur. Ne pas avoir d'embouts pointus ou d'arêtes vives qui pourraient abîmer la toile de la piscine.
F41	Résister aux efforts	Appliquer un facteur de sécurité pour assurer la résistance du dispositif

Le **tableau des spécifications** est un document qui **évolue** dans le temps. Au départ, l'équipe de conception n'a pas toute l'information en main pour compléter l'entièreté du tableau. Plusieurs nombres des colonnes « Niveau » et « Flexibilité » doivent être identifiés par des lectures, des expérimentations, des entrevues, etc. De plus, des spécifications peuvent avoir été initialement oubliées et seront ajoutées à mesure que l'équipe avancera dans le projet et connaîtra de mieux en mieux la problématique.

4. CAHIER DES CHARGES FONCTIONNEL (CDCF)

Le cahier des charges fonctionnel (CdCF) est le document de référence pour guider la conception et pour effectuer la validation finale du prototype. Dans cet exemple-ci, le CdCF comporterait :

- Une introduction (enjeux du projet);
- Les références (système d'unités, système de coordonnées, logiciels à utiliser);
- Le tableau résumant les spécifications;
- Les notes à la conception.

Note : L'expression « cahier des charges » est souvent utilisée inadéquatement dans les manuels scolaires et autres ressources d'enseignement au secondaire.

Certains contenus présentés dans ce document sont tirés des notes de cours d'IMC156, *Méthodologie de conception*, produites par Patrik Doucet et Evelyne Carbonneau. Nous les remercions d'avoir accepté de les partager avec nous.

Ce projet a été réalisé grâce à une contribution financière provenant de l'entente intervenue entre l'Université de Sherbrooke et le Secrétariat à la condition féminine.



Les autres partenaires de la Chaire sont :

- **Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada (CRSNG)**
- **Faculté de génie de l'Université de Sherbrooke**
- **Fonds de recherche du Québec – Nature et technologie (FRQ-NT)**
- **La Fondation de l'Université de Sherbrooke**
- **Ministère de l'Économie, de la Science et de l'Innovation (MESI)**
- **Université de Sherbrooke**