

# ÉCOLE DE TECHNOLOGIE SUPÉRIEURE

## De la conception à la réalité:

### Déploiement d'une C.A.V.E. immersive transportable

Bulaon, Russel

Dubuc, Frédéric

Feknous, Mehdi

Floréal-Marcelin, Mathieu

## 1. OBJECTIF DU PROJET

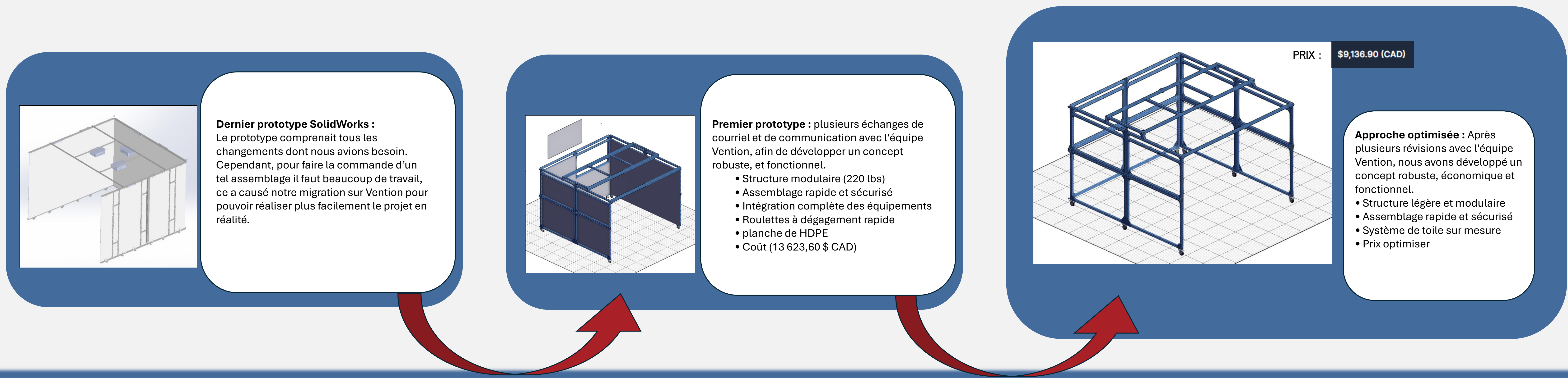
**Concevoir une C.A.V.E. immersive transportable capable d'offrir une expérience visuelle comparable aux installations fixes, tout en répondant aux contraintes réelles des milieux communautaires et éducatifs.**  
Le projet vise à développer une structure **modulaire, stable, sécuritaire et simple à assembler**, permettant une utilisation polyvalente auprès d'enfants neurodivergents et facilitant le déploiement de scénarios pédagogiques et thérapeutiques.



- Critères clés :**
- ✓ Modularité et flexibilité
  - ✓ Rigidité structurelle
  - ✓ Sécurité optimale
  - ✓ Assemblage et transport facilités



## 2. PROTOTYPE FINAL



## 3. CONCEPT ÉVALUÉ

Critère	Concept Initial	Version 2 (Final)
Coût	Très élevé	Optimisé
Robustesse	Excellente	Bonne
Transportabilité	Moyenne	Optimisée
Flexibilité	Bonne	Bonne
Assemblage	Complexe	Simple
Intégration équipements	Complète	Complète
Poids	Lourd	Léger

Catégorie de risque	Description	Causes possibles	Conséquences potentielles	Mesure d'atténuation
Stabilité mécanique	Basculement de la structure	Poussée accidentelle ou volontaire par un utilisateur.	Blessures physiques, bris majeur des projecteurs et miroirs	L'assemblage en U entraîne le centre de gravité vers le centre de la structure ce qui diminue les risques de perte de stabilité. Le poids de la structure qui est de 200 kg avec les murs fait en sorte qu'il est difficile de la bouger et ne devrait pas tomber facilement.
Sécurité des usagers	Impact physique avec la structure	Utilisateur qui se heurte à la structure pendant l'utilisation ou des enfants qui courent et qui se heurtent à la structure.	Blessures légères	Mettre des plaques de couverture sur les extrusions pour éviter les arêtes vives.
Intégrité du matériel	Chute d'équipement suspendu (principalement les projecteurs)	Desserrage des vis pendant le transport ou vibration inadéquate.	Blessure grave dépendamment sur quoi le projecteur tombe. Destruction du matériel. Risque de traumatisme crânien.	Procéder à l'inspection des équipements à chaque montage pour assurer une bonne installation des projecteurs.
Installation et transport	Ergonomie et manutention	Manipulation répétée de modules; Poids considérable de la structure (200 kg)	Troubles musculosquelettiques pour l'équipe d'installation.	Modularité : la structure est divisée en 3 murs transportables sur roue ce qui réduit la charge d'installation. Travail d'équipe : L'installation et le transport de la structure doit se faire à plus d'une personne.
Risque électrique	Câbles endommagés ou surchargés	Mauvaise installation ou câble pincé. Possibilité de surcharge sur la multiprise.	Court-circuit, incendies et chocs électriques.	Toute intervention sur le câblage doit être faite par les membres de l'équipe d'installation.
Sécurité des usagers	Surcharge sensorielle	Le scénario peut être mal figuré ou trop stimulant.	Anxiété et inconfort chez l'utilisateur.	Ajustement des scénarios par la personne responsable et ajustements en temps réel.
Sécurité des usagers	Trébuchement sur les câbles	Un mauvais routage des fils vers la station de contrôle ou les prises électriques.	Blessure légère ou abrasion.	Ne pas autoriser la circulation dans les zones de câblage.
Sécurité des usagers	Obstruction de la sortie de la CAVE	Entreposage d'objets encombrants ou grand rassemblement de spectateurs.	Difficulté d'évacuation ou d'intervention ce qui aggrave les risques en cas d'urgence.	Procéder à l'inspection des équipements à chaque montage pour assurer une bonne installation des projecteurs.
Installation et transport	Pincement des doigts lors de l'assemblage ou désassemblage.	Manque d'expérience de l'installateur ou manque d'attention.	Echymoses ou pincements, donc blessures mineures.	Port de gants de protection et formation du personnel.
Intégrité du matériel	Surchauffe du projecteur ou accumulation de chaleur.	La poussière bloque les ventilations après plusieurs mois d'utilisation ou espace trop restreint.	La durée de vie des projecteurs serait affectée et léger risque de brûlure.	Faire l'inspection du grillage de ventilation des projecteurs.

## 4. SPÉCIFICATIONS TECHNIQUES

**Dimensions**

- Une fois la cave déployer : 3m x 3m x 3m

**Poids**

- 144 LBS

**Matériaux**

- Liste vention
- Toile texturée pour projecteurs

**Projecteurs**

- Trois unités de projecteurs
- Optoma ZU500UST

**Cameras**

- Intégré pour la capture du mouvement
- ARTRACK6/M

**Budget**

- Projet plus abordable \$9,245.97 (CAD)

Description	Sévérité	Occurrence	Détection	Priorité du risque
Basculement de la structure	9	3	3	81
Impact physique avec la structure	4	5	4	80
Chute d'équipement suspendu (principalement les projecteurs)	10	2	3	60
Ergonomie et manutention	6	5	4	120
Câbles endommagés ou surchargés	9	3	3	81
Surcharge sensorielle	7	3	3	63
Trébuchement sur les câbles	4	5	3	60
Obstruction de la sortie de la CAVE	7	3	4	84
Pincement des doigts lors de l'assemblage ou désassemblage.	3	3	3	27
Surchauffe du projecteur ou accumulation de chaleur.	6	1	3	18

**Gravité**

	1	2	3	4	5
5	Très critique	Très critique	Très critique	Très critique	Très critique
4	Élevé	Élevé	Élevé	Élevé	Élevé
3	Important/Élevé	Important	Important	Important	Important
2	Modéré	Modéré	Modéré	Modéré	Modéré
1	Faible/Modéré	Faible	Faible	Faible	Faible

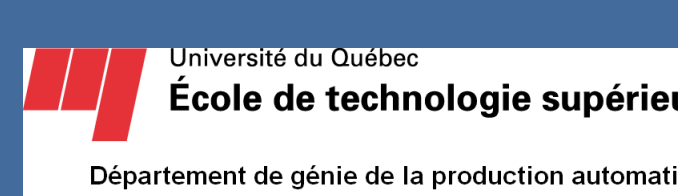
**Probabilité**

**Légende**

- Très critique
- Élevé
- Important/Élevé
- Important
- Modéré
- Faible/Modéré
- Faible

## 5. CONCLUSION

**La Solution finale réalisé sur Vention correspond bien aux objectifs visés par le mandat initial.**  
Ce projet a permis de transformer une technologie immersive habituellement fixe et coûteuse en une solution **mobile, accessible et sécuritaire**.  
Grâce au développement d'une structure modulaire, stable et facile à assembler, la C.A.V.E. transportable répond aux besoins réels des intervenants travaillant auprès d'enfants neurodivergents.  
Les résultats démontrent qu'il est possible de combiner **immersion visuelle, sécurité, ergonomie et mobilité** dans une seule solution technique. La conception proposée offre un outil concret et adaptable pour soutenir des activités éducatives, thérapeutiques et communautaires.



## REMERCIEMENT

**William de Paula Ferreira, ing., Ph.D.**  
Professeur, Département de génie des systèmes – ÉTS  
**Fatma Beji**  
Chercheuse et collaboratrice au projet  
**Alexandre Bernier**  
Soutien technique et ingénierie – ÉTS  
**Vitor Matias**  
**Isabelle Dabat Pivotto**  
Associée de recherche – ÉTS  
**Équipe Vention**  
Margaux Gilmour – Account Executive  
Guillaume Canuel – Ingénierie & collaborateurs techniques

1.SOURCE :  
<https://www.mechdyna.com/av-vr-solutions/immersive-virtual-augmented-reality/cave/>  
<https://www.mobileimmersivex.com/>  
<https://www.barco.com/en/products/immersive-systems>  
[https://www.vision.com/fr/vidéo/immersion/immersion-3d-technologie-3d-txck05y5tr\\_0l8sPhuA2PVe](https://www.vision.com/fr/vidéo/immersion/immersion-3d-technologie-3d-txck05y5tr_0l8sPhuA2PVe)