



GNG1103 – Engineering Design
GNG1503 – Génie de la conception

Analyse de Concepts en Génie

Presented by: Emmanuel Bouendeu

Image from: <http://cdn.quotesgram.com>

Agenda

- Quiz 2
- **Généralité sur l'Analyse de Concepts en Génie**
 - Définition & Principe général
 - Importance
 - Processus & Conseils
- **Analyse en Génie: Dispositif de Sauvetage pour les Stations de Ski**
 - Concept Préliminaire Choisi
 - Choix de Matériaux & Activité
 - Calcul des Valeurs de Spécifications & Activités
 - Poids du dispositif
 - Force de Freinage
 - Comparaison des Valeurs aux Spécifications Cibles
- Rappels Importants

Analyse de conception en génie

L'**analyse en génie** implique l'**application de principes et de processus** scientifique analytique pour étudier les **propriétés et l'état** d'un système, appareil ou mécanisme.

Le principe général d'analyse en génie se résume en ces **trois étapes** suivantes:

1. **Séparer** le système à analyser en ces modules constitutifs ou sous-systèmes opérationnels
2. **Analyser** ou **examiner** chaque sous-système/Module
3. **Recombinaison** ces sous-systèmes analysés en utilisant les principes de base de la physique et les lois de la nature.

- Wikipédia



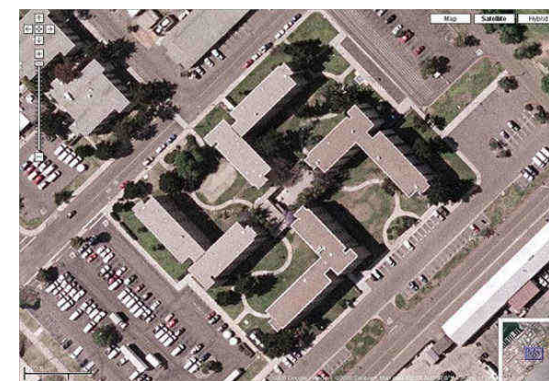
uOttawa

Importance de l'Analyse en Génie

- L'analyse en génie est une des **pierres angulaires** de notre profession
- L'analyse est ce qui nous permet de **garantir notre travail** et d'y appliquer notre sceau d'ingénieur
- Une bonne analyse nous permet de **prédire le résultat** de notre conception et de **prévenir les défaillances**



Cas de Défaillance en Génie



Comment Est Faite l'Analyse en Génie?

- L'analyse se fait en utilisant des **calculs**, des **modèles**, des **simulations** et des **essais expérimentaux** pour s'assurer que chaque composante satisfait aux spécifications cibles
- Utilisez les **connaissances** que vous avez **déjà!**
- En génie, on essaye toujours d'utiliser **la méthode la plus simple** pour arriver à un résultat satisfaisant
- S'il vous manque de l'information ou des outils, **allez les trouver!**
- N'ayez pas peur de faire **vérifier** votre travail par d'autres. Nul n'est parfait...

Processus d'Analyse en Génie

1. En s'appuyant sur les concepts préliminaires choisis, **déterminer une liste de composantes et de matériaux** initiaux qui répondent le mieux aux **spécifications cibles**
2. Utiliser les valeurs des propriétés de ces composantes et de ces matériaux pour **calculer** aussi précis que possible les **valeurs spécifiques de ces concepts** en fonction des métriques définies
3. **Comparer** les valeurs calculées aux spécifications cibles et **modifier** votre choix de composantes et de matériaux si nécessaire
4. **Répéter** les étapes 2 et 3 jusqu'à satisfaction



Conseils

- **Ne faites pas de choix aléatoire** pour les composantes et les matériaux!
- **Conseils:**
 - Vérifiez la **compatibilité** entre les composantes et matériaux choisis
 - Vérifiez la **disponibilité** des composantes et des matériaux choisis
 - Vérifiez si les composantes et les matériaux choisis sont **utilisés de façon courante** (sinon, ils peuvent vous coûter cher)
- Ceci dit, n'ayez pas peur d'utiliser de **nouveaux matériaux et de nouvelles composantes** si vous pouvez le justifier!



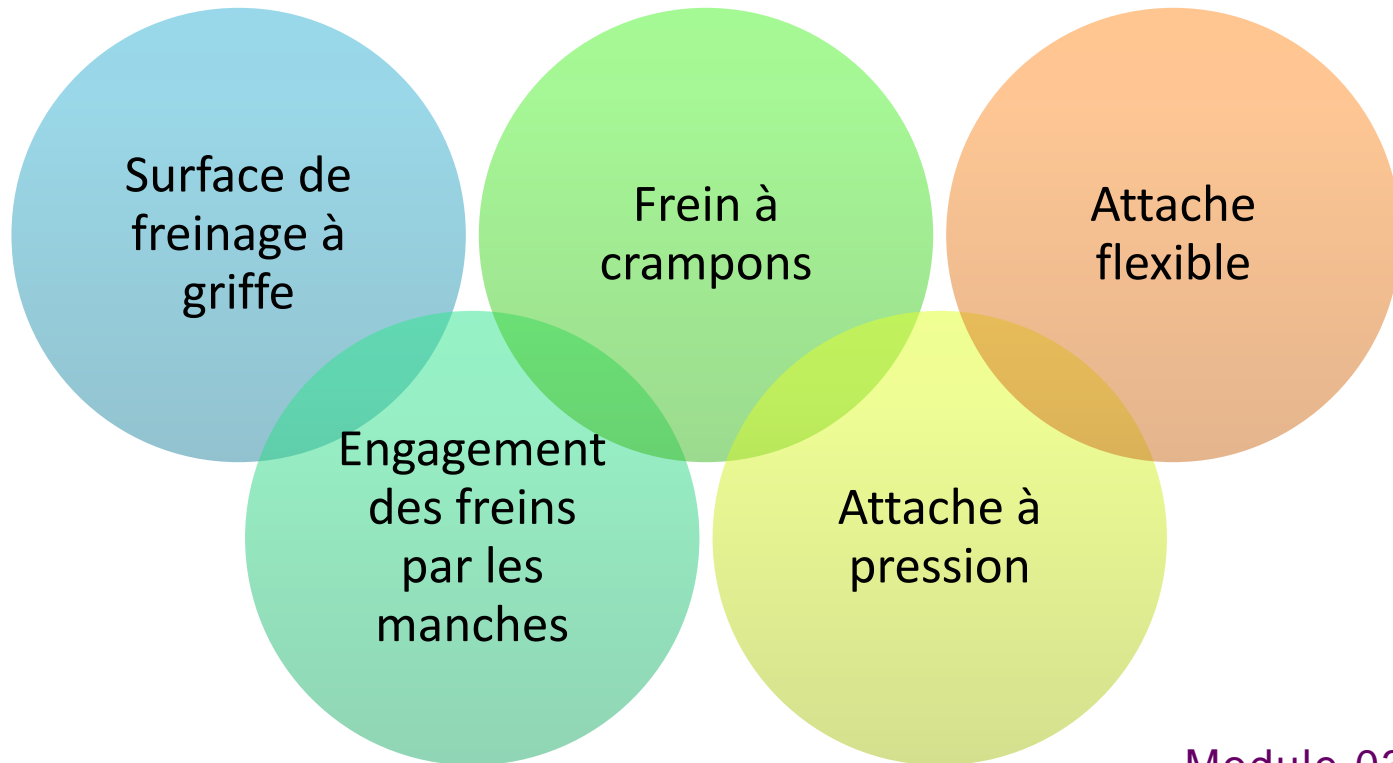
ANLAYSE DE CONCEPTION

Dispositif de sauvetage pour les stations de ski

WCDE 00395-03

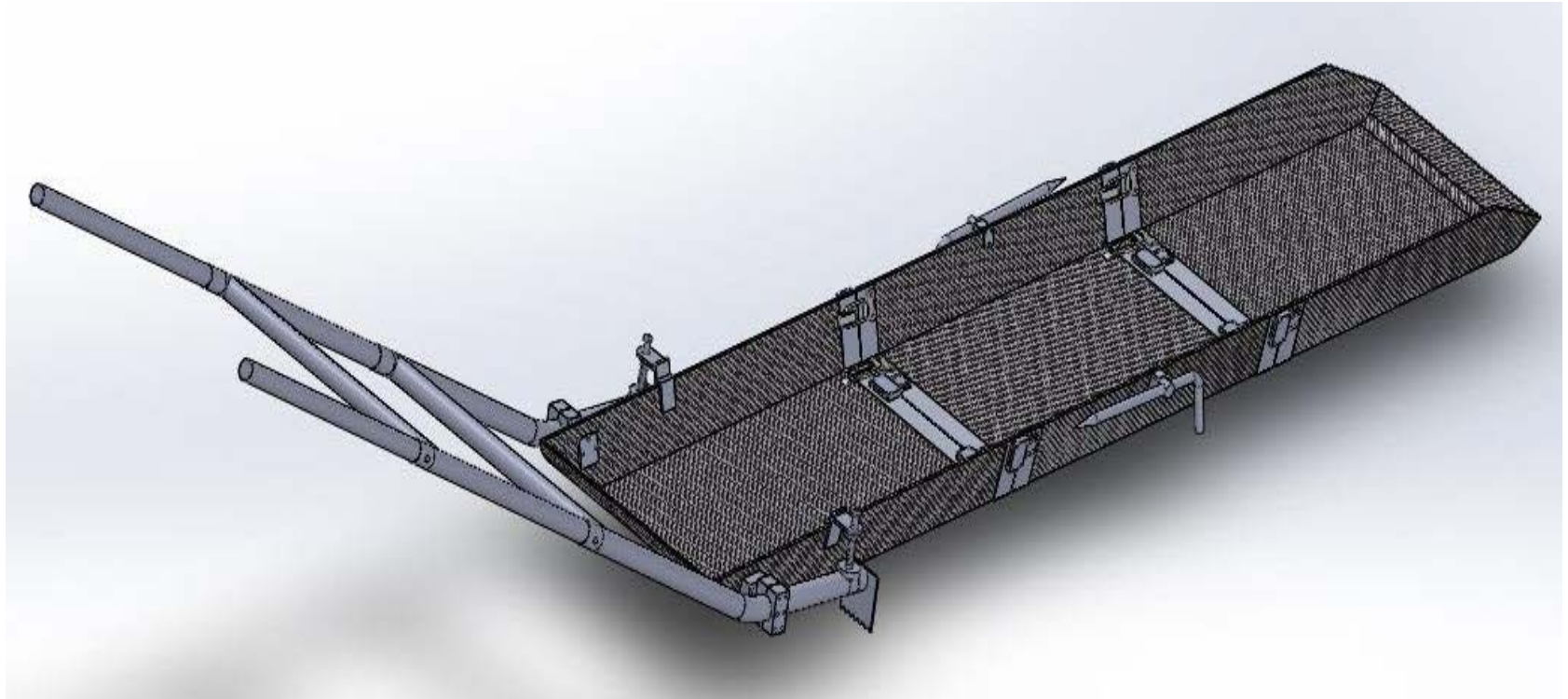


Concept Préliminaire Sélectionné pour le Dispositif de Sauvetage



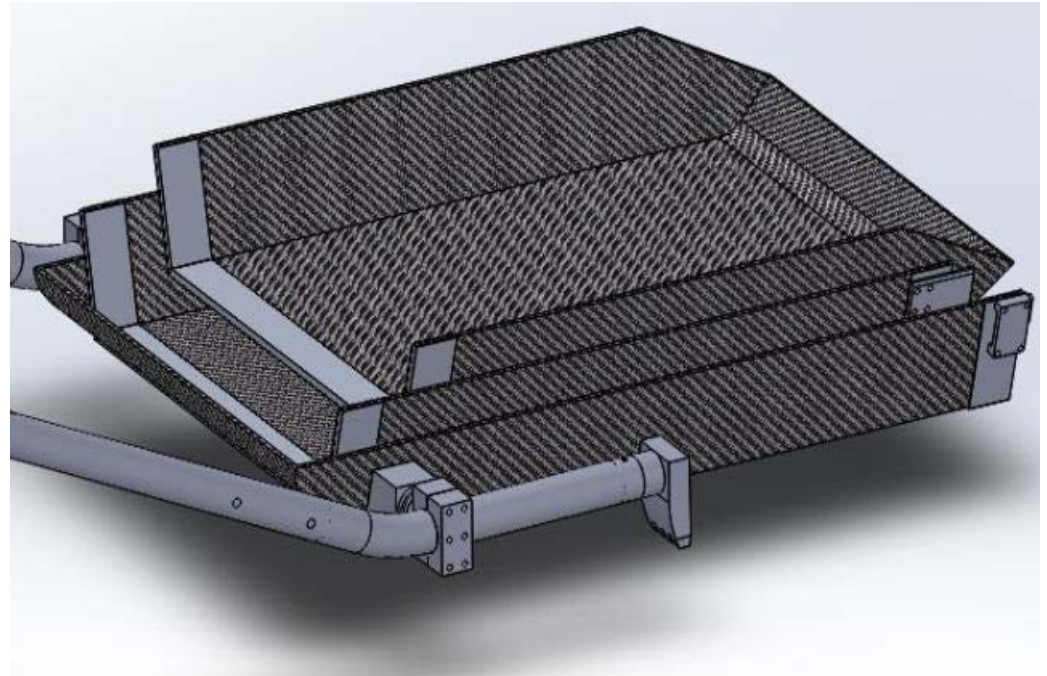
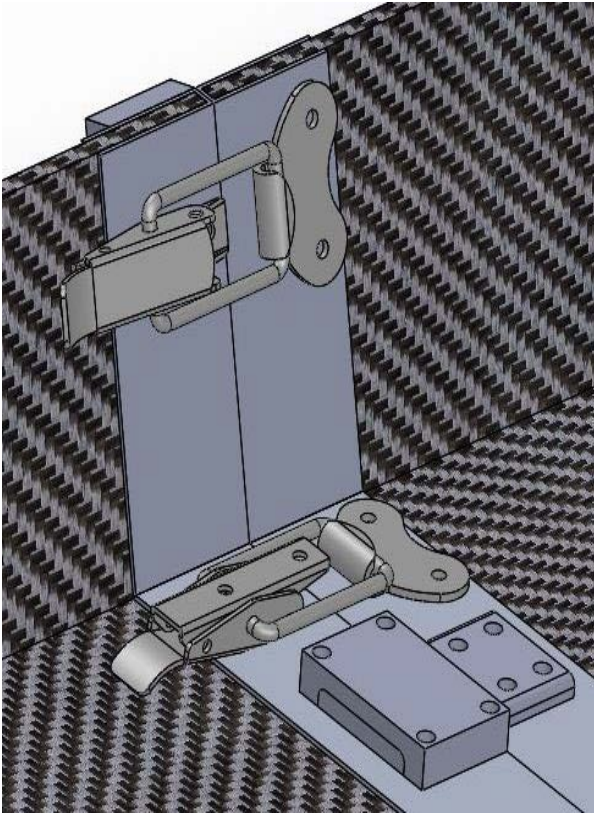
Module 03, Figure 12

Concept au Complet



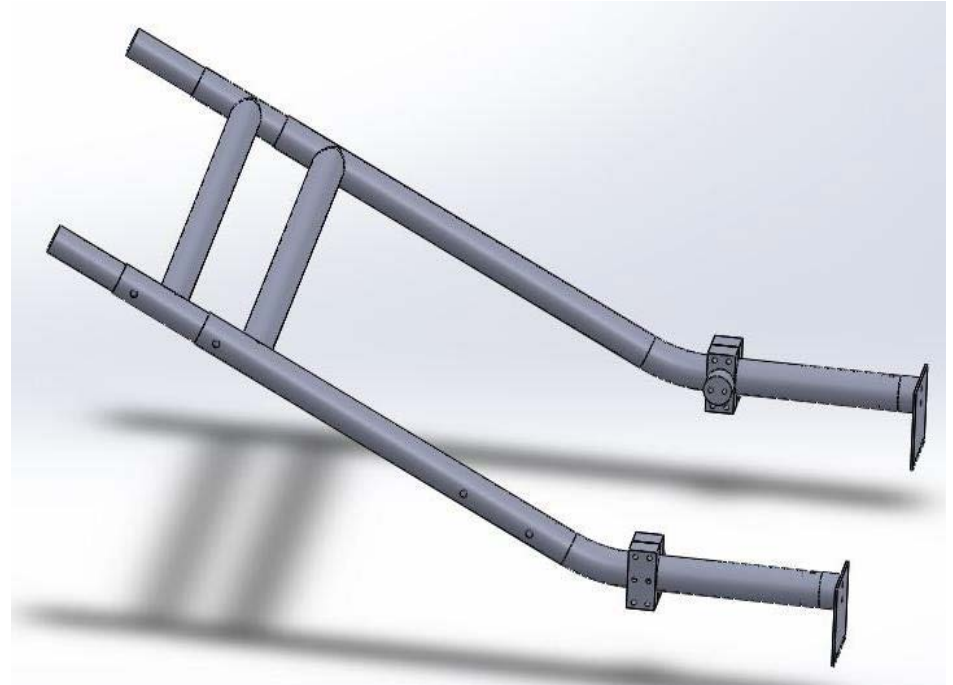
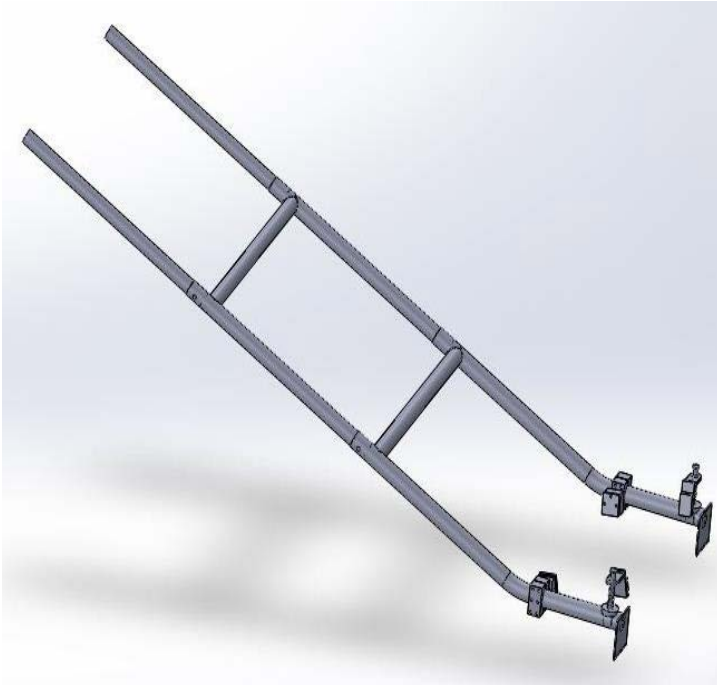
Civière de sauvetage pour les stations de ski

Transportabilité 1



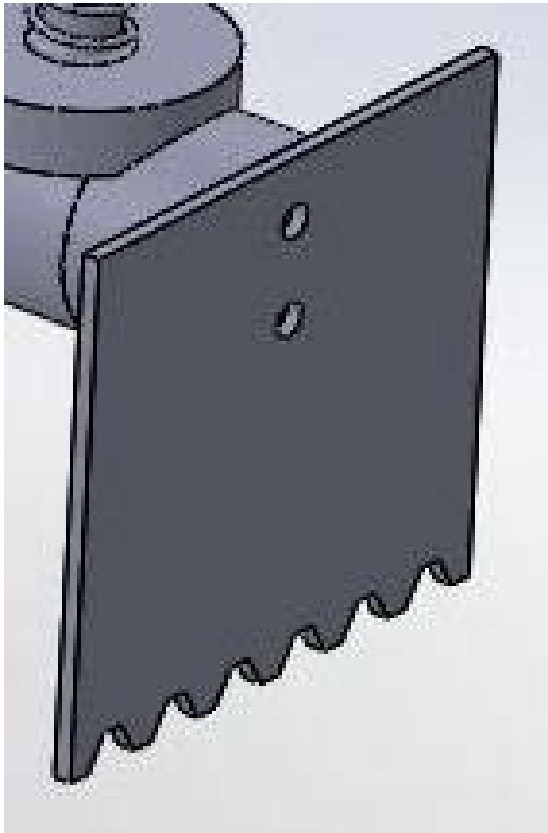
Corps pliant

Transportabilité 2

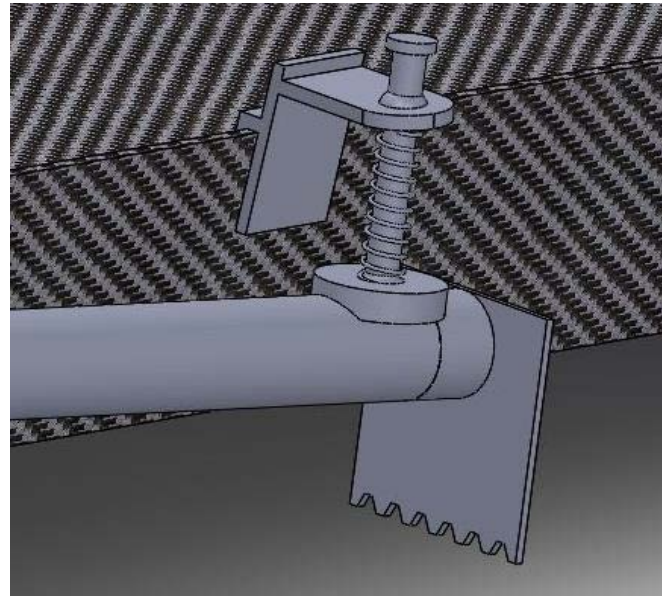


Guidon démontable

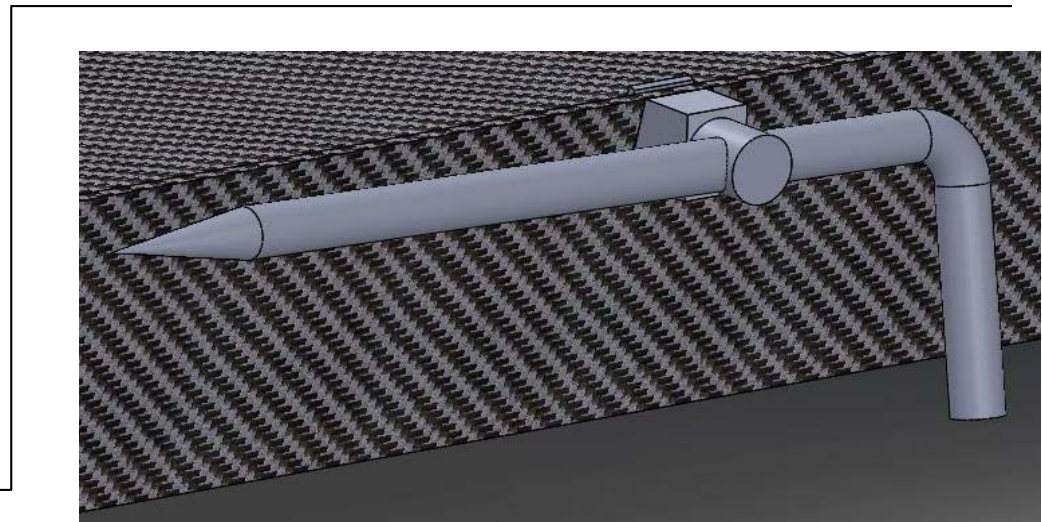
Systeme de Freinage



Systeme de freinage principal



Freinage d'urgence



Rappel du Processus d'Analyse en Génie

1. Matériaux
2. Calcul
3. Comparaison
4. Itération

1. Liste de **composantes et de matériaux initiaux** qui répondent le mieux aux spécifications cibles
2. Calcul des **valeurs de spécifications** en fonction des propriétés des matériaux
3. Comparaison des valeurs aux **spécifications cibles**
4. Répétition des étapes **2 et 3 jusqu'à satisfaction**

1. Liste de Composantes et de Matériaux

- Commencez avec les concepts préliminaires choisis et les spécifications cibles:
 1. Créez une liste de composantes et de matériaux nécessaires pour les concepts
 2. Assurez-vous que les composantes et les matériaux peuvent satisfaire à la liste de spécifications métriques et non-métriques (basé sur vos connaissances et votre expérience)
 3. Si deux choix sont en conflit, un compromis sera requis
- En cas de compromis, retournez aux critères de conception priorisés pour aider à choisir les spécifications les plus importantes

SCT: Exigences Fonctionnelles

	Critères de conception	Relation (=, < or >)	Valeur	Unités	Méthode de vérification
	Exigences fonctionnelles				
1	Transport d'une personne sur un terrain enneigé	=	oui	s.o.	Essai
2	Poids supporté	>	250	lb	Analyse, essai final
3	Freinage à sureté intégrée	=	oui	s.o.	Essai
4	Freinage variable	=	oui	s.o.	Essai
5	Temps d'installation	<	5	min	Essai
6	Stabilité (forme de la civière)	=	oui	s.o.	Essai

SCT: Spécification de Conception Technique

SCT: Contraintes

	Critères de conception	Relation (=, < or >)	Valeur	Unités	Méthode de vérification
	Contraintes				
1	Poids	<	60	lb	Analyse
2	Coût	<	1,500	\$	Estimation, vérification finale
3	Dimensions déployées	=	8x2x1.5	pi	Analyse
4	Grosueur non déployée	<	24	pi ³	Analyse
5	Conditions d'opérations: température	=	-40 à 25	°C	Essai
6	Conditions d'opérations: neige, glace et neige fondante	=	oui	s.o.	Essai

SCT: Exigences Non Fonctionnelles

	Critères de conception	Relation (=, < or >)	Valeur	Unités	Méthode de vérification
	Exigences non fonctionnelles				
1	Esthétique	=	oui	s.o.	Essai
2	Durée de vie	>	7	années	Essai
3	Corrosion et résistance UV	=	oui	s.o.	Essai
4	Sureté: points de pincement minimal	=	oui	s.o.	Essai
5	Sureté: utilisation de gants possible	=	oui	s.o.	Essai
6	Fiabilité	=	oui	s.o.	Essai



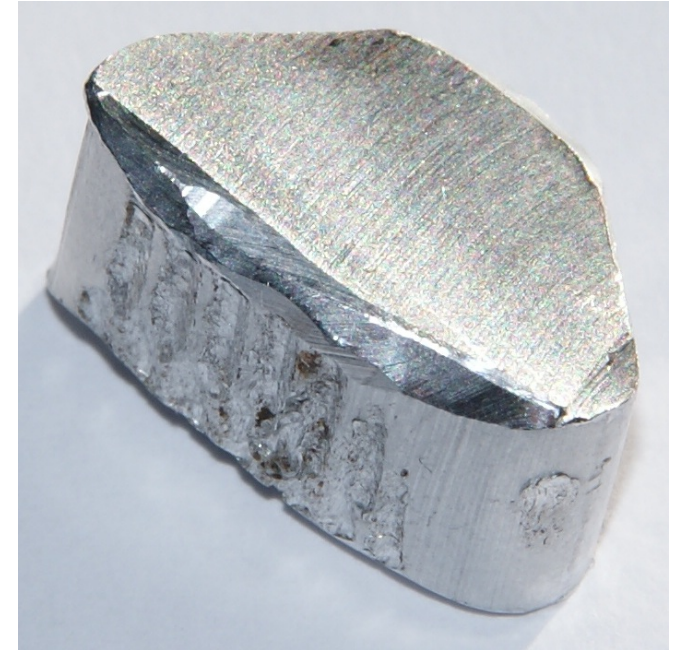
Activité de Groupe 1: Choix de Matériaux (2 min)

- En vous appuyant sur les **spécifications surlignées** précédentes, faites un choix de matériaux pour les **poignées**, les **mécanismes de freinage** et le **toboggan**



Choix de Matériaux

- Aluminium 6061:
 - Prix relativement abordable
 - Ne rouille pas
 - Assez léger
 - Assez résistant
 - Grande gamme de température
- Autres options:
 - Acier (rouille, pesant)
 - Plastique (moins résistant, fragile au froid)
 - Composite (chère: matériel et fabrication)
- Autre considération?



2. Calcul Basé sur les Propriétés

- Faites une **recherche** pour trouver les propriétés des composantes et des matériaux:
 - **Créez des tableaux des propriétés** qui seront utiles
 - Faites **référence aux sources** de ces propriétés (au cas où vous auriez besoin de plus d'information)
- Calculez les valeurs des spécifications de vos concepts pour les comparer aux spécifications cibles
 - **Supposez les valeurs raisonnables** si le concept n'est pas encore assez bien développé
 - **Surestimez les valeurs supposées** autant que possible

Activité de Groupe 2: Propriétés de l'Aluminium (2 min.)

1. Matériaux
- 2. Calcul**
3. Comparaison
4. Itération

- Quelles sont les propriétés physiques et mécaniques de l'aluminium?



Quelles Sont les Propriétés de l'Aluminium?

- Dans www.matweb.com:
 - (aluminium 6061-T6 est le plus commun)

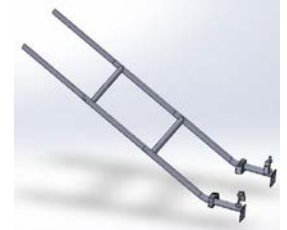
Propriétés	Valeurs
Densité	0.0975 lb/po ³
Module d'élasticité	10,000,000 lb/po ²
Module de cisaillement	3,770,000 lb/po ²
Coefficient de Poisson	0.33

Activité de Groupe 3: Calcul du Poids (8 min.)

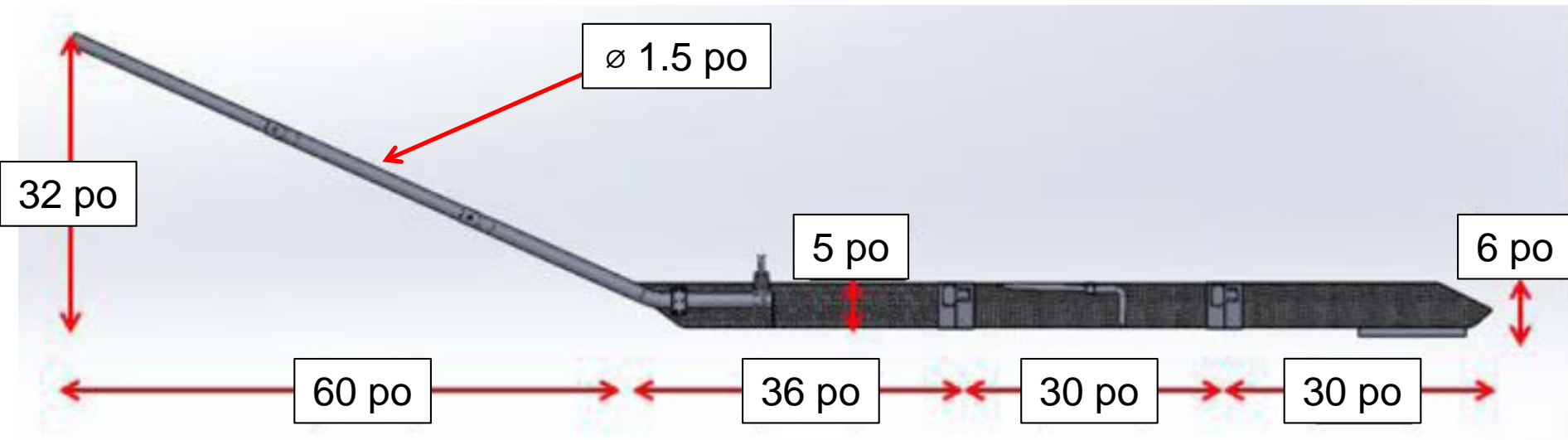
- Calculez le poids total du dispositif de sauvetage



Il faut commencer par déterminer les dimensions du dispositif de sauvetage!

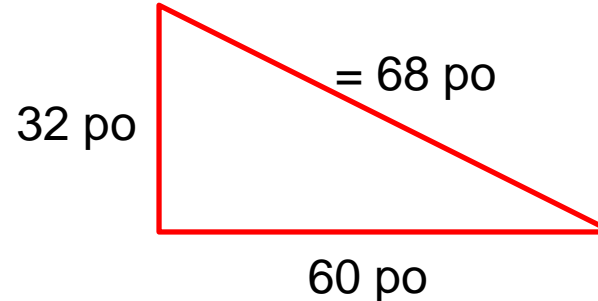


- Largeur = 24 po
- Épaisseur des tôles et des tubes creux en aluminium: 1/8 po



Calculer les Volumes...

1. Matériaux
2. Calcul
3. Comparaison
4. Itération



- Tube des poignées:

$$L = 2 \times 68'' + 2 \times 24'' + 2 \times 6'' = 196''$$

$$V = (\pi r^2 \times L)_{dia.ext.} - (\pi r^2 \times L)_{dia.int.}$$

$$V = \pi (1.5''/2)^2 \times 196'' - \pi (1.25''/2)^2 \times 196''$$

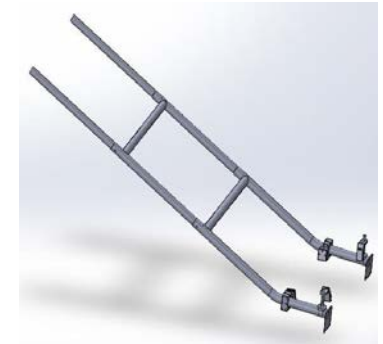
$$V = 105.8 \text{ po}^3$$

- Base du toboggan (supposez une boîte):

$$L = 36'' + 30'' + 30'' = 96''$$

$$V = V_{ext.} - V_{int.} = (96'' \times 24'' \times 5'') - (95.75'' \times 23.75'' \times 4.875'')$$

$$V = 433.9 \text{ po}^3$$



Calculer le Poids...

- Densité de l'aluminium 6061: $\rho = 0.0975 \text{ lb/}po^3$

- Tube des poignées:

$$Poids = V \times \rho = 105.8 \text{ } po^3 \times 0.0975 \text{ lb/}po^3 = 10.3 \text{ lb}$$

- Base du toboggan (assumez une boîte):

$$Poids = V \times \rho = 433.9 \text{ } po^3 \times 0.0975 \text{ lb/}po^3 = 42.3 \text{ lb}$$

- Autres mécanismes et composantes (frein, frein de stationnement, attache, etc.):

$$Poids \approx 10 \text{ lb ?}$$

- $Poids \text{ total} = 10.3 \text{ lb} + 42.3 \text{ lb} + 10 \text{ lb} = \mathbf{62.6 \text{ lb}}$

3. Comparez aux Spécifications Cibles

- **Comparez les valeurs** que vous avez calculées aux spécifications cibles
 - Si les valeurs calculées ne sont **pas parmi les valeurs cibles**, modifiez vos choix de composantes et de matériaux
4. Répétez les étapes 2 et 3 aussi souvent que nécessaire

Attention!



1. Matériaux
2. Calcul
- 3. Comparaison**
4. Itération

- D'après les spécifications, nous voulons un poids total **< 60 lb!**
- La **valeur calculée est de 62.3 lb**, alors il est possible que nous devions **changer de matériel** pour les poignées ou la base du toboggan...
- Il est possible que nous ayons **surestimé les volumes** basés sur les **simplifications** et les **hypothèses** que nous avons faites sur la forme du toboggan
- Une **analyse plus précise** est parfois nécessaire lorsque les valeurs sont proches. Des méthodes numériques peuvent parfois aider

Activité de Groupe 4: Information Requise? (5min)

- Un besoin important est de pouvoir **arrêter le toboggan**
- Quelle **force** est-elle nécessaire pour arrêter un toboggan en mouvement sur une pente de ski?
- En groupe, identifier **l'information requise** pour pouvoir calculer cette force



Quelle Information Est-Elle Requise?

Supposez les pires cas:

- Poids du blessé et du toboggan:
 - (basé sur les spécifications cibles)
 - $W_{\text{blessé}} = 250 \text{ lb}$
 - $W_{\text{toboggan}} = 60 \text{ lb}$
- Coefficient de friction:
 - (<http://hypertextbook.com/facts/2007/TabraizRasul.shtml>)
 - $\mu_k = 0.03$
- Angle des pentes de ski difficile:
 - (<http://www.skibum.net/do-it-up/comparing-steepness-of-ski-trails/>)
 - Pente = 35°

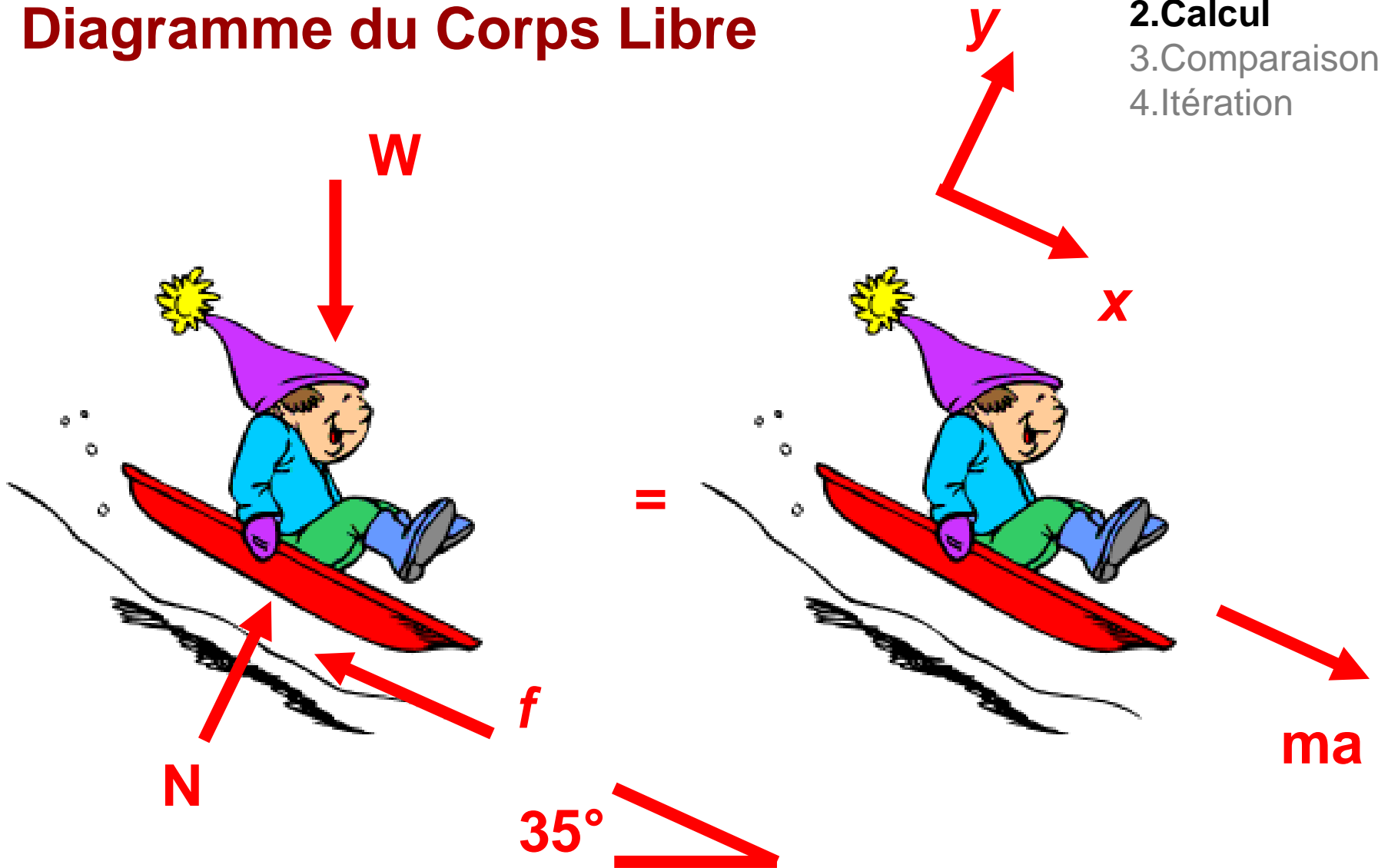
Activité de Groupe 5: Force de Freinage (8 min.)

- Calculez la force de freinage requis pour arrêter le dispositif de sauvetage
- Utilisez vos connaissances en mécanique!



Diagramme du Corps Libre

1. Matériaux
2. Calcul
3. Comparaison
4. Itération



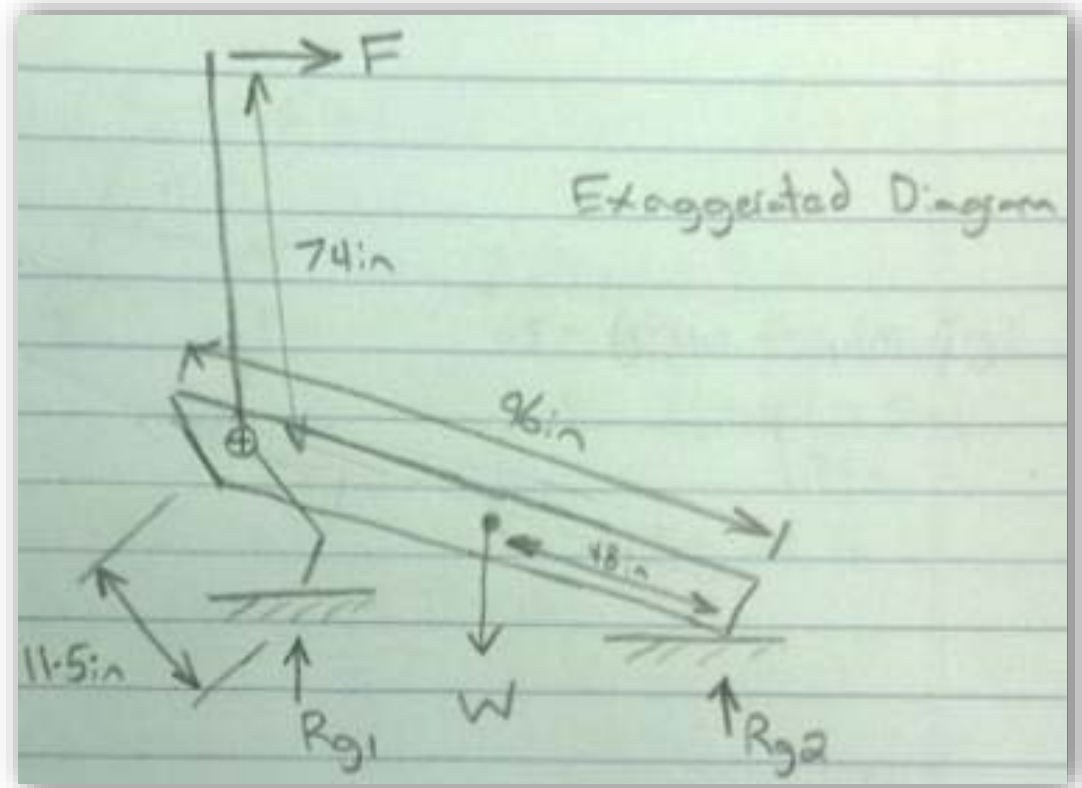
Calcul des Forces

- Somme des forces en x et y:
- $\sum F_y = 0 = N - W \cos 35^\circ$
 $\rightarrow N = (250lb + 60lb) \cos 35^\circ = 253.9lb$
 $\rightarrow f = \mu_k N = 0.03 \times 253.9lb = 7.6lb$
- $\sum F_x = ma = W \sin 35^\circ - f = F$
 $\rightarrow F = (250lb + 60lb) \sin 35^\circ - 7.6lb = 170.2lb$

Force de freinage (pour arrêter) = 170.2 lb

Quoi d'Autres Devons-Nous Calculer?

- Poids qui peut être supporté (Capacité de charge)
- Force de flexion
- Force de torsion
- Distance d'arrêt
- Contraintes
- Le coût
- Etc...



Attention!



1. Matériaux
2. Calcul
3. Comparaison
4. Itération

- **Nous ne savons pas** encore si les freins à griffe peuvent **exercer 170 lb** de force pour arrêter le toboggan!
- Difficile à calculer... Il va falloir faire un essai!
- On s'en reparle au prochain cours



Limites des Analyses

- Les calculs seuls ne suffisent pas à dire que nos hypothèses sont bonnes ou que le concept est bon...

Hyatt du Kansas City



<https://www.youtube.com/watch?v=VnvGwFegbC8>

Anatomie d'Une Catastrophe

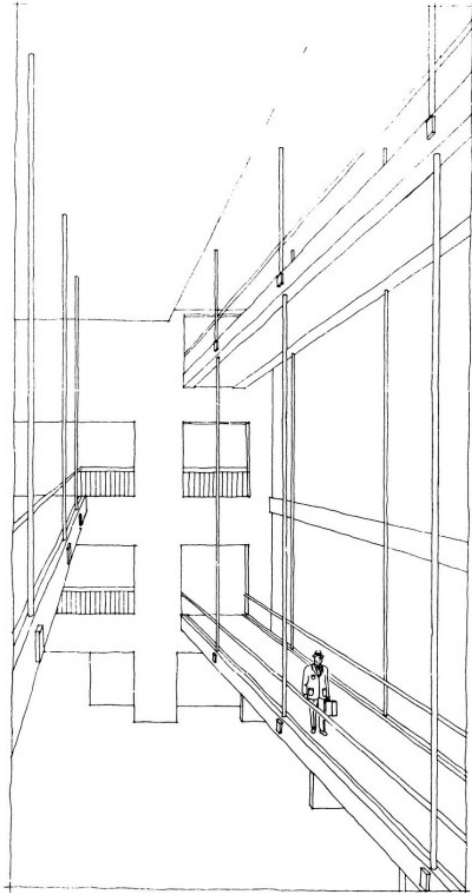
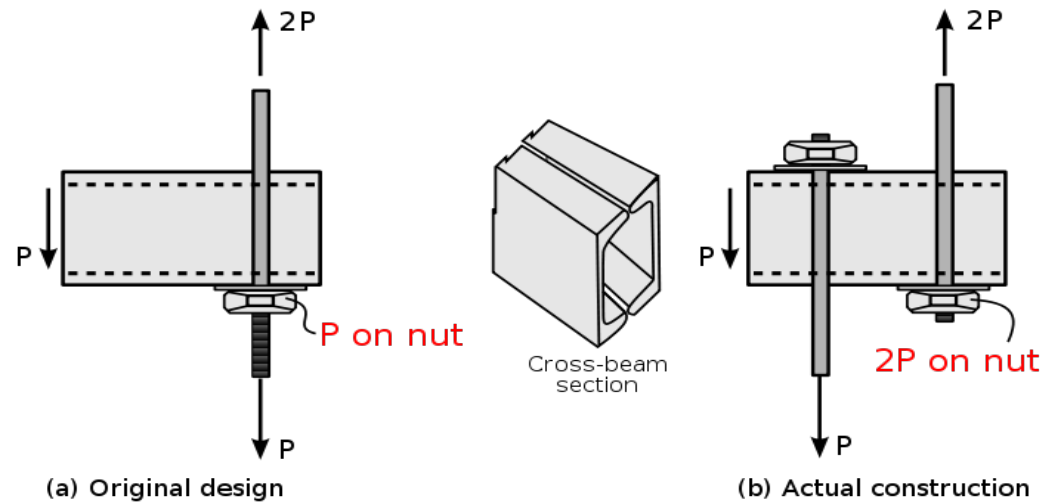
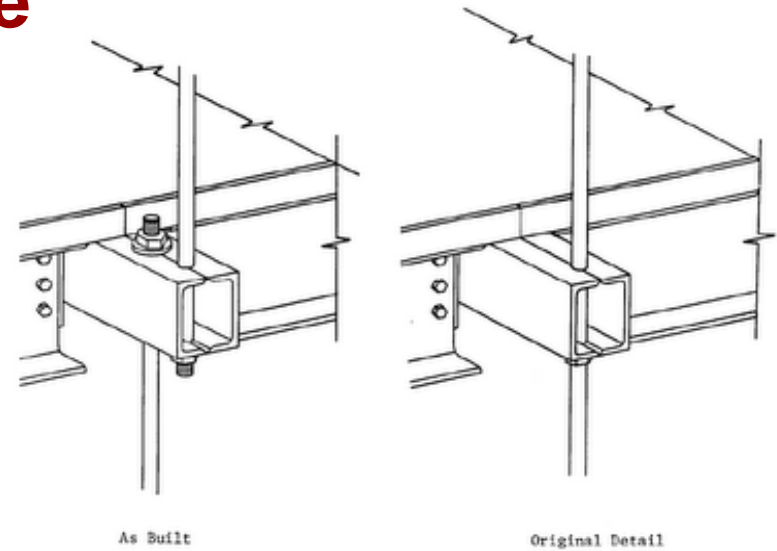


Figure 3.4 Schematic of walkways as viewed from north wall of atrium.



Rappels Importants

- Soumission du **Livrable E** (Plan & Coût): **14 octobre**
- Toutes les soumission dans **Brightspace**