

UNIVERSITÉ DE SHERBROOKE
Faculté de génie
Département de génie électrique et génie informatique

RAPPORT D'ANALYSE ET PLANIFICATION

Projet et Communication écrite
Projet

Présenté à
Gouin, Jean-Philippe
Tessier, Alexandre
Rossignol, Julien

Présenté par
L'équipe P-23 : IceSee
Gabriel Bélanger – belg1451
Yohan Chuet – chuy5555
Mohammed El Moustafa Ahmed Mili – ahmm1502
Elyes Ismail - isme2473
Mathis Plouffe – plom8500
Mathis Prince – prim5565
Awa Seyni Laye Sylla - syla1703
Raphaël St-Onge – stor5222

Sherbrooke – 26 septembre 2024

TABLE DES MATIÈRES

1.	Énoncé du problème	1
2.	Présentation des options de solution	1
3.	Formulation de la solution	2
3.1	Fonctionnalités du produit et du prototype	3
3.2	Innovation par rapport à la concurrence	3
3.3	Reconnaissance des contraintes et des limitations	3
4.	Planification	4
5.	Planification de la session	8
6.	Références	11

1. ÉNONCÉ DU PROBLÈME

Dans les régions froides du monde, les trottoirs gelés et enneigés en période hivernale constituent un véritable danger pour les piétons. Au Québec, ces surfaces glissantes difficiles à détecter et éviter sont à l'origine de beaucoup d'accidents et blessures. Cependant, durant ces périodes hivernales, l'entretien manuel des zones pour piétons nécessite des ressources humaines et matérielles considérables et des délais, ce qui peut rendre certaines zones hasardeuses avant une opération de déneigement et déglacement des trottoirs.

L'objectif de ce projet consiste à créer un robot autonome qui est capable de détecter une surface glissante telle que de la glace et y verser du sel. Ceci sera fait grâce à un ensemble de capteurs et de traitement de donnée, afin d'assurer la sécurité des piétons.

2. PRÉSENTATION DES OPTIONS DE SOLUTION

Afin de résoudre ce problème, ces solutions ont été envisagées par l'équipe IceSee, P-23:

- Faire un robot équipé de capteurs visuels, tels qu'un LiDAR jumelé à une caméra pour détecter la glace et épandre du sel de manière autonome.
- Faire un robot avec la détection du glissement des roues selon la perte de traction pour détecter la glace et épandre du sel de manière autonome.
- Accélérer le réchauffement climatique afin de réduire la neige et la glace.
- Faire des trottoirs chauffés.

3. FORMULATION DE LA SOLUTION

La décision est d'opter pour une combinaison des deux premières options, ce qui limite les situations dans lesquelles le robot ne détecte pas la glace. Cette solution combinée offre une meilleure fiabilité et un coût optimal.

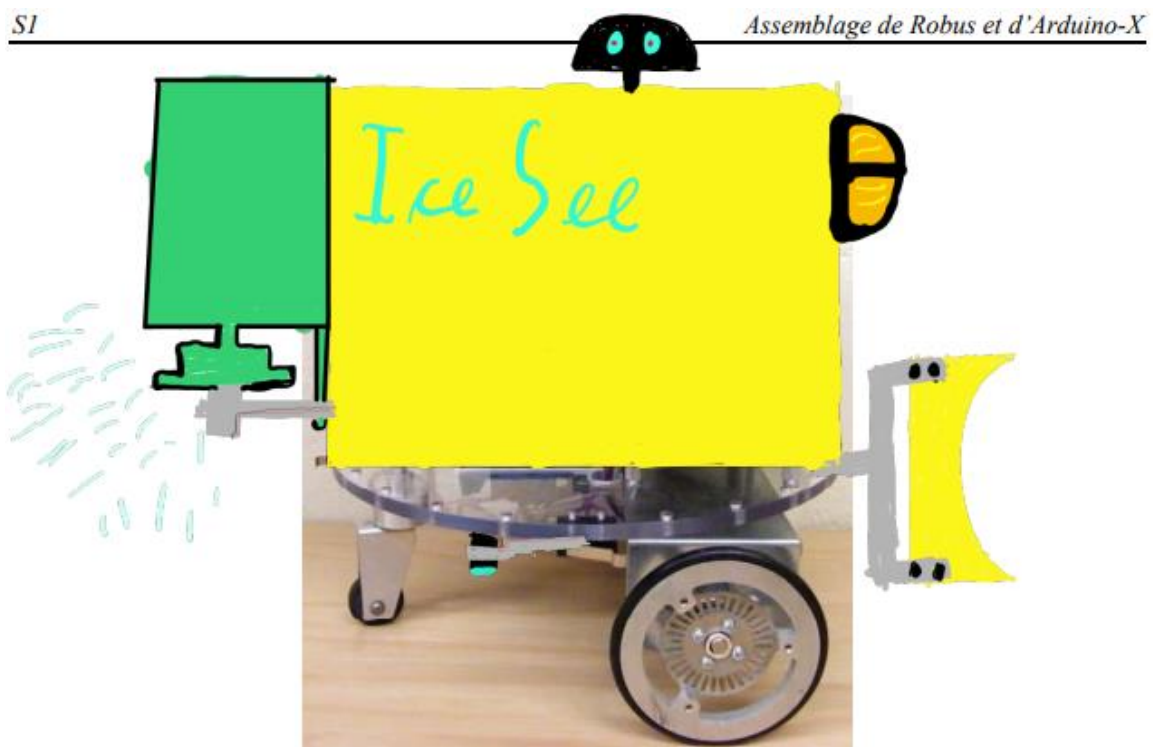


Figure 1 : Image du produit (Caron, 2024)

3.1 FONCTIONNALITÉS DU PRODUIT ET DU PROTOTYPE

Le tableau 1 présente les fonctionnalités du robot visant à offrir un système logiciel léger, tout en répondant au besoin principal, l'épandage de sel faite de manière autonome.

Tableau 1: Tableau des Fonctionnalités

Fonctionnalités	
Détection de la glace	Fonctionner par batterie rechargeable
Détection d'obstacle	Choix de périmètre d'usage
Interface de contrôle par affichage graphique	Épandage de sel selon la présence de glace
Éviter le contact avec les humains en mouvement	Être portable

3.2 INNOVATION PAR RAPPORT À LA CONCURRENCE

Pour l'instant, aucun robot qui accomplit ces fonctions n'est disponible au grand public, puisque seulement des prototypes très dispendieux et ayant une accessibilité limitée ont été inventés. En effet, Transports Canada ont fait le test d'un prototype de robot d'une plus grande taille et très sophistiqué, donc très coûteux. Cela ne répond pas aux besoins moins importants du citoyen typique. Alors, IceSee innove par sa portabilité, son coût abordable et sa disponibilité pour tous.

3.3 RECONNAISSANCE DES CONTRAINTES ET DES LIMITATIONS

Le robot est limité dans ses mouvements, puisqu'il se déplace à l'aide de roues. Pour cette raison, il ne peut fonctionner dans les escaliers et changer de paliers sans la présence de rampe. De plus, les ressources matérielles et logicielles sont limitées par le coût de celles-ci. Bien que l'utilisation de modèles d'IA pour le traitement d'image aiderait grandement à la précision et à l'amélioration du robot, IceSee utilise un Raspberry Pi avec seulement 4GB de mémoire vive. C'est pourquoi le traitement d'image et l'acquisition de données sont limités.

4. PLANIFICATION

Tableau 2: Planification des 3 prochaines semaines

Fonctionnalité	Numéro	Tâche	Travail (h)	Prédécesseur	Semaine
Déplacement					
	1	Faire déplacer le robot (virage, avant, arrière)	2		1
	2	Test du déplacement	1		1
	3	Calibrer la ligne droite du robot	6-8	1	1, 2
	4	Test de la droite sur 10 m	1	1	1, 2
	5	Calibrer les virages à 90° du robot	4-6	1, 2	1, 2
Détecteur de proximité					
	5	Intégrer le détecteur de proximité dans les 2 robots	2		1
	6	Valider les infos du capteur et tester leur usage	1	5	1
Détecteur d'onde sonore					
	7	Intégrer le détecteur dans les 2 robots	2		2
	8	Valider les infos du capteur et tester leur usage	1	7	2

Mouvement autonome

9	Planification de l'algorithme de déplacement	3		2
10	Programmation de l'analyse de la situation	6	9	2
11	Programmation des actions que le robot peut faire	6	9	2
12	Décision d'action	8	10, 11	2
13	Intégrer le code au robot	1	6, 8, 12	2
14	Déverminage et test du parcours	8	13	3
15	Validation du parcours complet	2	13, 4, 5	3

Sunday	Monday	Tuesday	Wednesday	Thursday	Friday	Saturday
22	23	24 +	25	26	27	28
			Faire déplacer le robot (virage, avant, arrière)			
				analyse	Test du déplacement	
				Planificat...	Intégrer le détecteur de pro...	
				planificat...	Rencontre ...	
29 +	30	1	2	3	4	5
Calibrer la ligne droite du r...		Intégrer le ...	Intégrer le ...	Décision d'action		Intégrer le ...
Calibrer les virages à 90° du...		Test de la d...	Valider les i...	Programmation de l'analyse...		
Test du dép...	Planificatio...	Valider les i...		Programmation des actions...		
6	7 +	8	9	10	11	12
Intégrer le code au robot						
	Déverminage et teste du parcours					
	Validation du parcours complet					

Figure 2: Calendrier Teams de l'équipe P-23

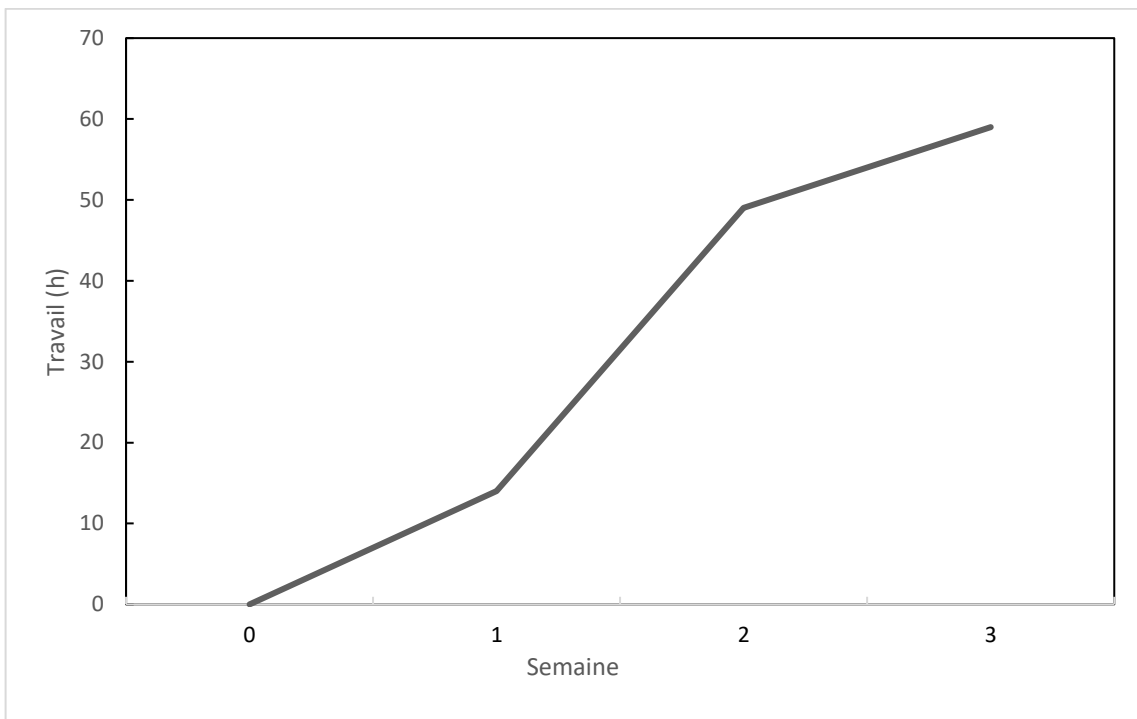


Figure 3: Graphique des heures de travail cumulées selon les semaines

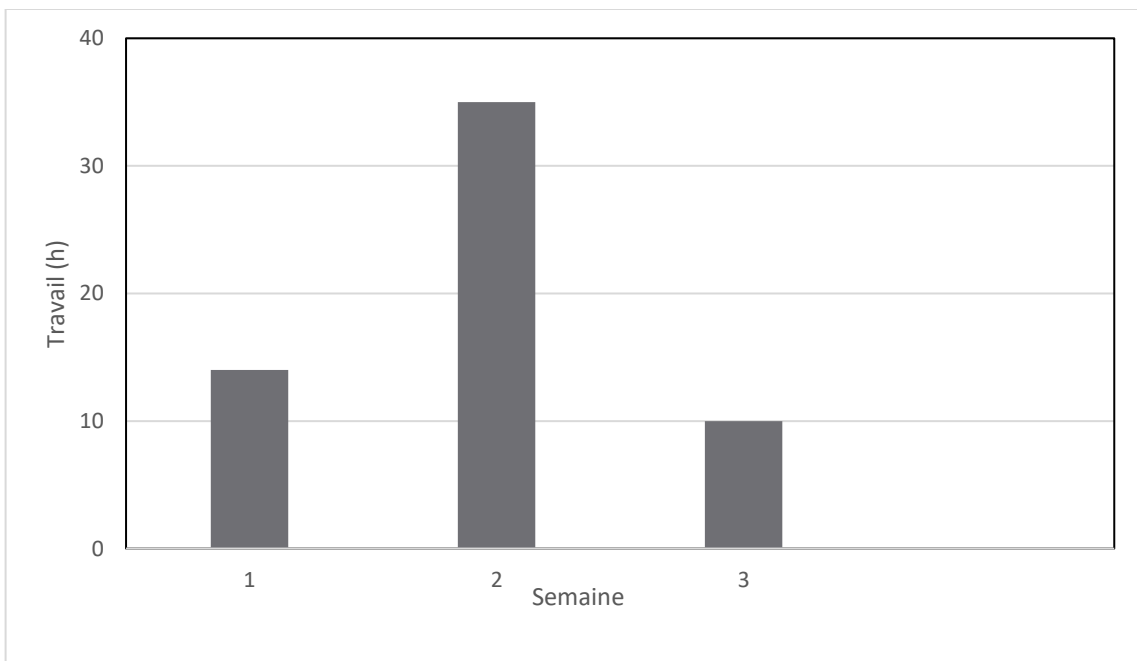


Figure 4 : Histogramme des heures de travail selon les semaines

5. PLANIFICATION DE LA SESSION

Tableau 3: Planification de la session

Fonctionnalité	Numéro	Tâche	Travail (h)	Prédécesseur	Semaine
Mouvement autonome	1	Programmation des mouvements de base	2		1
	2	Programmation de la calibration de mouvement	2	1	1
	3	Programmation de l'algorithme de mouvement autonome	8		2
	4	Programmation du radar	4		1
	5	Programmation du détecteur de proximité	2		1
	6	Test des capteurs de mouvement	2	1,2,3,4,5	2
	7	Installation des capteurs	1	6	3
	8	Tests finaux du mouvement	2	7	3
Détection de la glace	9	Développement de l'algorithme de détection de glace	6		3
	10	Programmation de l'algorithme	3	9	4
	11	Programmation du capteur IR	3		4

	12	Programmation de la caméra optique	4		4
	13	Programmation de l'algorithme de l'antidérapage	6		5
	14	Installation des capteurs	2		5
	15	Test des capteurs pour la détection	4	11,12,13,14	5
	16	Test de la détection de glace	4	15	6
Épandeur de sel					
	17	Développement 3D de l'épandeur	6		6
	18	Programmation de l'épandeur	3		6
	19	Installation de l'épandeur	3	17,18	7
	20	Tests de l'épandeur	2	19	7
Généralités					
	21	Développement châssis	9		7
	22	Installation châssis	2		8
	23	Test chassie	1		8
	24	Transfert plaquette de montage a protoboard	3		8
	25	Test protoboard	3		8

Tableau 4: Estimation des couts d'équipe

Matériel	Quantité	Coût unitaire (\$)	Coût total (\$)
Radar LiDAR 8m	2	30	60
Capteur IR	3	20	60
Matériaux de construction	1	60	60
Filament d'impression	1	40	40
Imprévus	1	50	50
Total			270

6. RÉFÉRENCES

Caron, S. (2024). *Manuel d'assemblage et d'utilisation de Robus*. Sherbrooke: Université de Sherbrooke.

Mark Robbins. (2022, 03 18). *Canada.ca*. (Gouvernement du Canada) Récupéré sur <https://tc.canada.ca/fr/transport-canada-teste-premier-robot-electrique-deneigement-salage-trottoirs>

c