

Rapport de mi-étape
Machine – Jeux de Génie 2019

Présenté au comité machine des Jeux de Génie 2019
Par la délégation de l'École de Technologie Supérieure



École de technologie supérieure
Montréal, 04 novembre 2018

Table des matières

Introduction	3
Défi machine	4
Stratégies	5
Séparation des tâches : deux types de robots	5
Pupper	5
Doggo	5
Tyrolienne	5
Bras robotique	6
Machine préliminaire	7
Doggo	7
Pupper	8
Disposition des robots au début du défi	9
Plan de mitigation	10
Résultats escomptés	11
Conclusion	12

Introduction

Après avoir conquis les vastes territoires de l'année dernière, la délégation de l'ÉTS se lance désormais à la conquête des sommets vertigineux de la montagne. Ralliée derrière leurs deux chefs machine, la délégation est fin prête à affronter le mont et ses nombreux défis. Nous avons pris à coeur de démontrer nos capacités et notre compréhension de ce défi aussi créatif que varié.

Tout d'abord, un récapitulatif du défi sera présenté, suivi de la présentation de la stratégie envisagée pour répondre aux problématiques de la compétition ainsi qu'un aperçu de notre machine à son stade actuel. Finalement, un plan de mitigation ainsi qu'une description des résultats escomptés réalisés par notre machine seront présentés afin d'énoncer clairement les attentes que nous avons par rapport à notre solution robotique.

Ce rapport présente en somme un aperçu du travail effectué au cours des deux derniers mois par les membres motivés et déterminés de l'équipe machine de l'ÉTS et vous permettra de découvrir ce qu'il est possible de faire lorsque toute une délégation se rallie derrière une seule et même bannière afin d'atteindre, ensemble, de nouveaux sommets.

Défi machine

La compétition de la machine de cette année comporte son lot de défis. La problématique peut être résumée en un mandat bien précis : fournir une solution robotisée pouvant effectuer un sauvetage efficace et sécuritaire en montagne. La solution doit entre autres pouvoir :

- gravir des pentes
- déplacer des blocs de bois
- se déplacer en milieu contraint et sombre
- détecter des contenants de matière potentiellement dangereuse
- détecter des survivants parmi les décombres
- recouvrir des figurines pour un sauvetage par hélicoptère
- ramener d'autres figurines sinistrées en terrain sécuritaire
- être télécommandée.

Le plus grand enjeu du défi est le temps d'exécution lors de la démonstration. En effet, la contrainte de temps pour parcourir le terrain est particulièrement courte. Nous disposerons d'une dizaine de minutes pour effectuer les sauvetages. Puisque chaque tâche accomplie par la solution robotique permet l'obtention de points, l'accomplissement de celles-ci et la stratégie de l'équipe doivent être particulièrement efficaces afin de maximiser le pointage. Par exemple, pour assurer l'obtention des points reliés aux figurines 3D, la solution robotique devra effectuer plusieurs allers-retours avec la zone de travail. L'identification des personnages 2D peut prendre plusieurs secondes et doit donc être optimisée au préalable pour nous permettre de passer rapidement à d'autres tâches.

Stratégies

Dans cette partie du rapport, nous allons détailler notre stratégie pour répondre au défi machine 2019.

Séparation des tâches : deux types de robots

Ayant la possibilité d'avoir trois opérateurs, nous utiliserons chacun d'eux pour contrôler un robot différent. Ainsi, nous prévoyons déployer trois robots lors de l'épreuve, chacun contrôlé par un opérateur :

- Le robot principal est équipé d'un bras robotique ainsi qu'un système d'évacuation des figurines par tyrolienne qui sera décrit plus bas
- Deux robots plus petits, servant principalement à l'identification des personnages 2D et des codes QR des contenants potentiellement dangereux dans la mine et la caverne.

Pupper

Les deux plus petits robots, nom de code Pupper, seront destinés principalement à l'identification des personnages 2D et des codes QR dans les milieux restreints que sont la mine et la caverne, en plus d'avoir la possibilité de transporter une figurine. En somme, ils devront avoir une taille restreinte pour leur permettre de se déplacer dans tous les recoins et petits espaces du parcours. Les robots seront munis d'un système d'éclairage efficace afin d'assurer une vision optimale pour les contrôleurs et seront équipés d'un système mécanique extrêmement simple leur permettant le transport d'un rescapé à la fois. Les instances de Pupper pourront donc accomplir deux tâches en parallèle, soit transporter une figurine et effectuer les défis de vision, car le fait de transporter une figurine ne les empêche pas de pouvoir effectuer ces derniers. Lors d'un déploiement dans la mine du premier plateau, la petite taille et la mobilité des Puppers permettront aux contrôleurs de faire plusieurs transports de figurines entre la zone accidentée et la zone sécuritaire pour sauver un maximum de blessés selon la stratégie établie. Finalement, puisque les deux instances de *Pupper* seront identiques, celles-ci sont totalement interchangeables, nous procurant plus de flexibilité au niveau de la délégation des tâches lors du parcours ou dans le cas d'un imprévu technique.

Doggo

Le troisième robot, nom de code Doggo, sera celui qui effectuera toutes les manœuvres inhérentes à l'extérieur de la montagne, soit le sauvetage complet des figurines s'y trouvant ainsi que le déblaiement des blocs de neige obstruant la voie pour la caverne. Doggo sera équipé d'un système de propulsion à chenilles avec des moteurs puissants, permettant l'accès à toutes les parties supérieures de la montagne, ainsi que d'un bras robotique lui permettant de ramasser toutes les figurines. Afin d'acheminer celles-ci en lieux sûrs, Doggo fera usage d'un système de tyrolienne tel que décrit dans la section suivante.

Tyrolienne

Afin de rendre efficace le transport des figurines du sommet de la montagne vers la zone de travail, nous utiliserons un système de tyrolienne. Une partie de celle-ci sera fixée solidement à la base de la montagne dans la zone de sécurité et l'autre à une des extrémités de *Doggo*, permettant ainsi un déplacement extrêmement efficace et sécuritaire des figurines jusqu'à la zone appropriée, et ce, peu importe son emplacement dans la montagne. Dans cette optique, nous considérons qu'une figurine adéquatement récupérée par le robot et placée sur la tyrolienne se rendrait à tout coup dans la zone sécuritaire, assurant par le fait même d'obtenir les points pour cette action.

Bras robotique

Malgré la possibilité de faire usage de l'hélicoptère pour sauver les figurines au sommet de la montagne, l'approche choisie par notre équipe est centrée sur l'utilisation d'un bras robotique. De cette façon, nous favorisons un mécanisme simple et réutilisable plutôt que l'ajout d'un autre mécanisme pour récupérer les figurines au sommet. La flexibilité et la polyvalence d'un tel bras nous permettent d'atteindre toutes les figurines de la montagne et même d'effectuer d'autres tâches comme le déblaiement des blocs de neige. Aussi, étant donné que ce bras est très similaire à celui que nous avons conçu pour notre solution robotique de l'édition 2018, la réutilisabilité de notre concept nous permet d'évoluer plus vite en faisant des tests plus réalistes et basés sur une solution déjà testée et éprouvée.

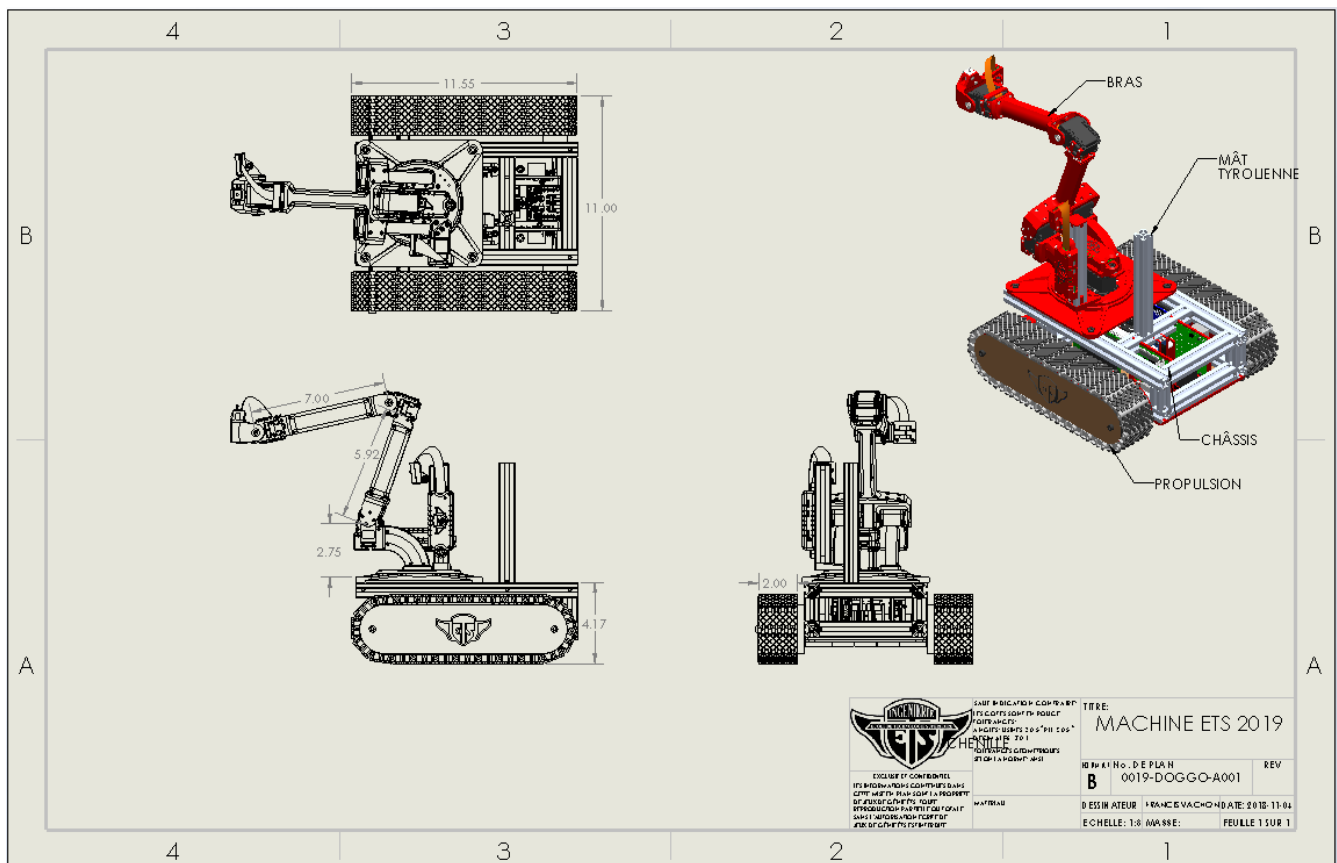
Machine préliminaire

Tout comme l'année dernière, l'équipe machine compte sur un design modulaire pour que chaque département puisse travailler sur la machine sans encombrer les autres. Comme mentionné un peu plus haut, la machine 2019 de l'ÉTS sera composée de trois robots, et nous avons donc opté pour trois équipes de travail.

Doggo

Étant notre plus gros robot, Doggo se déplacera grâce à des chenilles de 2'' de large. Grâce à ces dernières, Doggo pourra facilement gravir les pentes de la montagne pour effectuer les sauvetages et sera beaucoup plus maniable pour effectuer des virages. Le châssis de Doggo est fait à partir d'extrusions d'aluminium 8020 pour faciliter son assemblage et les modifications qu'il pourrait avoir à subir. Le dessous du robot a été conçu comme un boîtier électrique pour inclure la totalité des composantes et faciliter l'accès à ces dernières. Comme mentionné dans la description de la stratégie, Doggo utilisera un robuste bras à 3 axes et sera équipé d'un mât fait d'aluminium 8020 pour loger l'une des extrémités de la tyrolienne afin d'effectuer les sauvetages. Côté logistique, Doggo sera équipé d'un RaspberryPi 3 pour faire l'acquisition des commandes de contrôle et de deux RaspberryPi Zero pour les caméras.

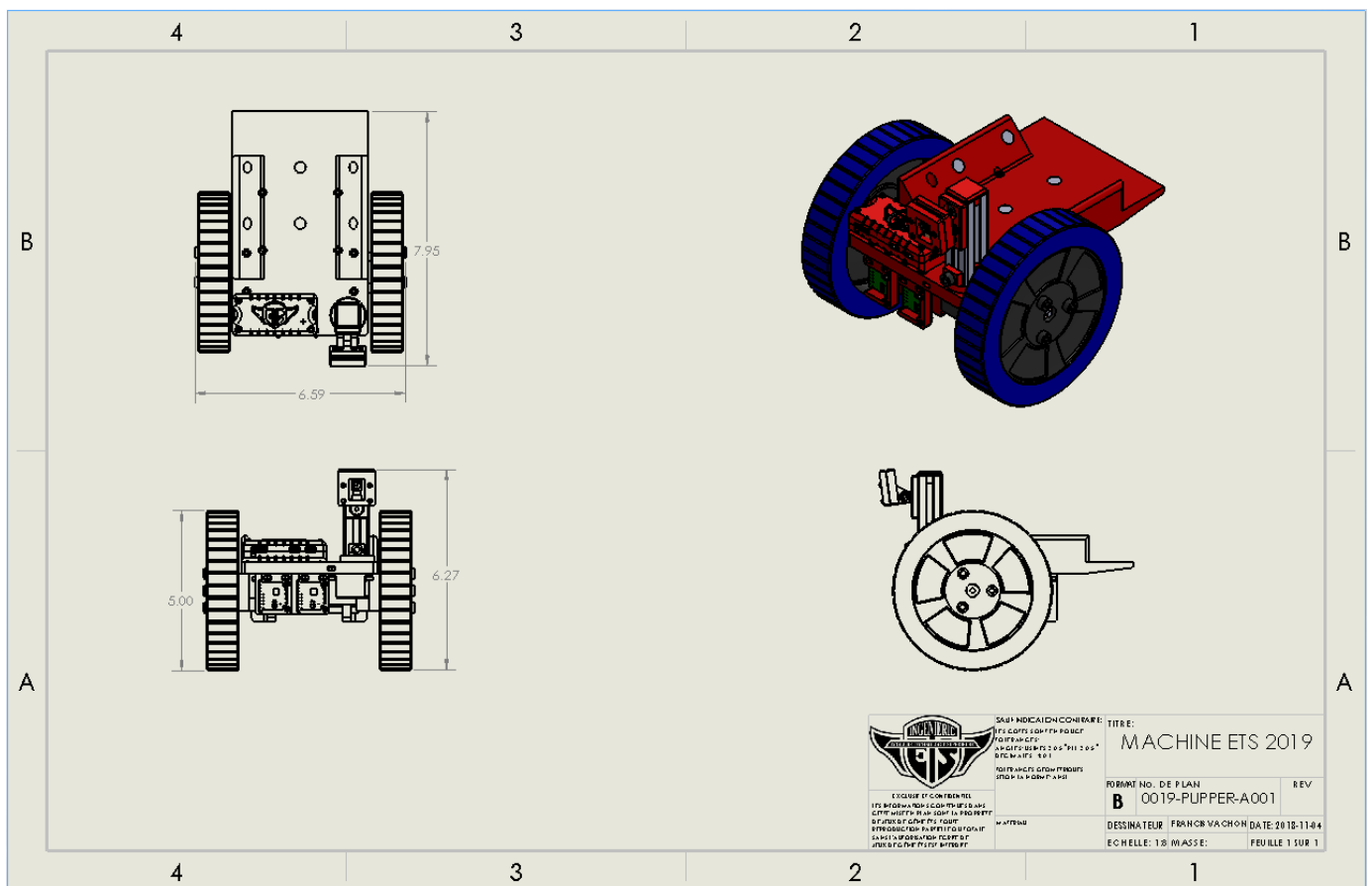
Côté technique, Doggo devrait avoir un poids d'environ 5kg. Ces dimensions devraient être 11'' de large, 11.55'' de long et une hauteur de 10''.



Pupper

La simplicité des Pupperts nous a permis de les concevoir presque entièrement à l'aide de l'impression 3D. Des grosses roues de 5" de diamètre et d'un pouce de large leur permettront de gravir les obstacles survenant sur leur parcours comme la planche dans la mine ou les roches sous la neige, et même de gravir la première pente si besoin. Ils sont chacun munis d'un RaspberryPi Zero ainsi que d'une caméra, et l'électronique permettant de contrôler les moteurs ainsi qu'un circuit assurant la protection des batteries se situent en dessous du corps principal.

Côté technique, chaque Pupper devrait avoir un poids d'environ 1.2 kg. Ces dimensions devraient être 6.59'' de large, 7.95'' de long et une hauteur de 6.27''.



Comme nous utilisons une solution robotique séparée en plusieurs robots et que nous avons une contrainte de départ physique, voici comment nous comptons (pour le moment) les disposer pour le départ du défi.



Plan de mitigation

La conception d'un prototype robotique apporte un lot de risques de défaillance. De ce fait, pour maximiser les chances de succès de notre solution robotique, l'équipe a établi des risques ainsi que des mitigations aux problèmes qui peuvent potentiellement se produire.

Défaillance des moteurs du bras

Les moteurs du bras peuvent cesser de fonctionner lors d'un effort trop intense. C'est d'ailleurs ce qui est arrivé à l'équipe de l'an dernier. Pour mitiger ce risque, nous remplaçons les moteurs par des moteurs plus puissants, réduisons le poids du bras par des impressions 3D plus efficaces et nous allons inclure une fonction pour redémarrer à distance les moteurs.

Défaillance d'un Pupper

Ce risque sera accepté étant donné l'utilisation d'un second robot. Comme mentionné dans la section *Stratégies*, l'interchangeabilité des Puppers nous permettrait de diminuer l'impact sur notre performance.

Délais de communication

La connexion avec les robots peut être ralentie pour diverses raisons et peut entraîner des problèmes tels qu'une augmentation de la latence dans la réception des images des caméras. Les opérateurs auront donc la possibilité de couper certains flux de caméra afin de réduire le trafic.

Défaillance de la tyrolienne

Dans le cas où la corde de la tyrolienne ne permettrait pas le transport sécuritaire d'une figurine, Doggo a aussi la possibilité de transporter la figurine sur lui-même jusqu'à la zone de travail.

Résultats escomptés

Les résultats escomptés lors de notre performance seront séparés en 2 catégories afin de bien diviser les objectifs de points visés : les points reliés aux défis de vision et ceux reliés au sauvetage des figurines.

Étant donné que nous avons deux robots dédiés à la détection des personnages 2D et des contenants, nous visons une réalisation complète de ces tâches. Par contre, ils ont aussi la capacité de sauver des figurines. Le temps restant au défi permettra aux opérateurs de tenter de sauver le plus de figurines possible.

En ce qui a trait au sauvetage des figurines, nous allons en premier lieu viser la récupération de celles sur la partie la plus élevée de la montagne, puisque ce sont celles qui peuvent rapporter un maximum de points. Doggo aura ensuite comme priorité de sauver les figurines rouges du deuxième plateau, soit celle de l'autre côté des blocs de neige ainsi que celles sur les façades. Nous tenterons de déblayer les blocs de neige simplement par la force brute de déplacement de notre robot. Bien que des points soient associés au retrait de 10 blocs de neige, notre priorité est la libération du passage pour l'un des Puppets.

Ainsi, nous voulons minimalement identifier trois contenants par plateau, rescaper les trois figurines bleues du sommet, trois figurines rouges du 2e plateau, une figurine rouge et deux vertes du premier plateau ainsi qu'identifier tous les personnages 2D rouges et bleus.

Conclusion

La compétition robotique de la machine 2019 est un défi de taille, et beaucoup d'efforts seront nécessaires au sein de la délégation et de l'équipe afin de les surmonter tous ensemble. Nous réalisons avec cœur tout ce travail afin de performer pendant une dizaine de minutes lors de la démonstration, et l'équipe est consciente que la réussite d'un maximum de tâches à effectuer pendant ce temps imparti requerra un effort de tous. L'établissement de stratégies claires et sans équivoque est donc un point clé que nous devons continuer à maintenir afin de performer de la façon que nous le voulons lors de la démonstration et retirer le hasard de l'équation. Ainsi, notre machine, quoique bien avancée et se développant dans la direction voulue, nécessitera encore beaucoup de travail afin de livrer la marchandise et atteindre les résultats escomptés lors des Jeux de Génie 2019. Nous sommes toutefois persuadés que cela ne relève pas de l'impossible et qu'avec la détermination et la motivation que la délégation des Jeux de Génie 2019 de l'ÉTS ainsi que l'équipe machine ont démontrées jusqu'à présent, nous avons atteint et continuerons d'atteindre, ensemble, de nouveaux sommets.