

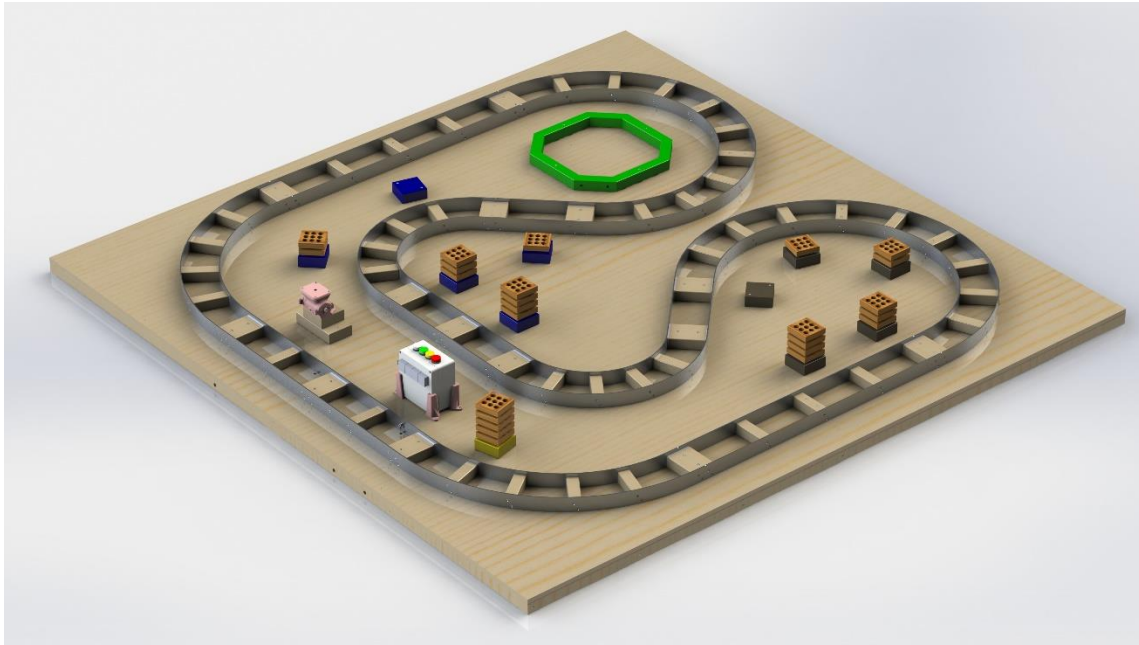


CAHIER DE LA MACHINE  
ROBOTIQUE

Mission  
JDG2020



Jeux de génie du Québec  
Mission JDG 2020 : Changer le monde  
**Cahier de la Machine robotique**  
École de technologie supérieure



Conception et rédaction :  
Gabriel Lévesque  
Pierrick Arsenault  
Alexandre Mongrain  
VP Machine :  
Gabriel Lévesque  
Avec :  
Ben Fevereiro



Un ÉNORME merci aux entreprises partenaires impliquées dans le défi Machine des Jeux de génie 2020. Sans vous, il serait tout simplement impossible de mener ce projet à terme.



**SECTION DE MONTRÉAL**

**Mentor des projets Machine**



MISSION Jdg2020

ii

PARTENAIRES

# Table des matières

Défi Machine 2020 : .....	1
Agriculture urbaine sur rails électrifiés .....	1
1. Survol du défi .....	2
2. Les éléments du défi .....	3
2.1. Rails .....	3
2.2. Modules de billes .....	5
2.3. Stations .....	9
2.4. Disposition initiale des billes et plateaux .....	14
2.5. Zone de départ de la machine .....	15
2.6. Génératrice, l'élément qui ajoute du temps .....	16
3. Démonstration devant public .....	18
3.1. Avant l'essai .....	18
3.2. Durant l'essai .....	18
3.3. Équipe de pilotage .....	18
3.4. Temps accordé .....	20
3.5. Restrictions .....	21
4. La solution robotique .....	22
4.1. Restrictions de dimensions et de poids .....	22
4.2. Restrictions de communication .....	22
4.3. Restrictions électriques .....	22
4.4. Restrictions de sécurité .....	23
5. Pointage de la démonstration .....	24
5.1. Répartition du pointage .....	24
5.2. Billes récoltées .....	24
5.3. Activation de la génératrice .....	25
5.4. Remplacer le robot .....	25
5.5. Plateaux non remplacés .....	25



6. Livrables de la compétition .....	26
6.1. Barème d'évaluation .....	26
6.2. Rapport d'avancement (10%).....	27
6.3. Vidéo de présentation (5%) .....	28
6.4. Présentation devant juges (25%) .....	29
6.5. Démonstration devant public (60%).....	29
7. Logistique .....	30
7.1. Périodes Machine.....	30
7.2. Journée de la compétition .....	30
8. Documents externes .....	31
Annexe A : Éléments fournis .....	32
Annexe B : Comité organisateur .....	33



# Liste des figures

Figure 1 : Parcours du défi machine 2020.....	2
Figure 2 : Les ressources .....	5
Figure 3 : Plateau de transport.....	6
Figure 4 : Position du distributeur .....	7
Figure 5 : Intérieur du distributeur .....	8
Figure 6 : Manipulation du distributeur.....	8
Figure 7 : Stations de germination et leur contenu.....	10
Figure 8 : Station de pousse et leur contenu .....	11
Figure 9 : Station d'emballage .....	12
Figure 10 : Station d'entreposage de plateaux.....	13
Figure 11 : Disposition des billes et plateaux sur le parcours .....	14
Figure 12 : Zone de départ .....	15
Figure 13 : Côtés avant et arrière de la génératrice .....	16
Figure 14 : Disposition des zones entourant le parcours.....	19
Figure 15 : Dates importantes de la compétition Machine .....	26

# Liste des tableaux

Tableau 1 : Temps alloué par la génératrice [M :SS] .....	20
Tableau 2 : Pointage alloué pour la démonstration .....	24
Tableau 3 : Pénalités engendrées.....	24
Tableau 4 : Pondération des livrables.....	26
Tableau 5 : Évaluation du rapport d'avancement.....	27
Tableau 6 : Évaluation du vidéo de présentation.....	28
Tableau 7 : Évaluation de la présentation devant juges.....	29





## Défi Machine 2020 : Agriculture urbaine sur rails électrifiés

*Auparavant, il fallait défricher la terre à l'aide d'une charrue et des bœufs. Par la suite, l'ingénierie a permis de développer de la motorisation, des engrais et des pesticides afin d'assurer une meilleure productivité des terres. Aujourd'hui les terres arables à la surface de la Terre n'ont plus de quoi soutenir la culture agricole...*

*En effet, l'exploitation agricole a contribué à la pollution de l'eau, rendu l'air irrespirable et accentué les variations climatiques. De plus, ce secteur d'activité qui nécessite d'énormes quantités d'eau est vulnérable aux maladies et aux insectes en plus d'être à la merci des intempéries. Au Québec, le nombre d'exploitations agricoles diminue sans cesse. Les hivers toujours plus rudes, les inondations printanières, et les périodes de sécheresse critiques sont problématiques pour les habitants de la région qui doivent alors se tourner vers des alternatives technologiques pour continuer de s'alimenter.*

*S'inspirant d'une compagnie à Londres<sup>1</sup>, le [Bureau d'Ingénierie et de Planification des Compétitions Officielles Multidisciplinaire](#) (BIPCOM) croit qu'une solution envisageable à ce problème est de développer l'agriculture urbaine grâce à l'hydroponie : la culture de plantes hors sol. Ce type de culture intérieure contrôlée a d'innombrables avantages à offrir.*

*Le département Machine du BIPCOM souhaite alors développer une technologie permettant la mise en place de nouvelles plantations industrielles ultras sophistiquées. Pour tirer parti de la créativité et du savoir-faire de la relève en ingénierie, l'organisation lance un concours ouvert aux universités membres de la [Confédération pour le Rayonnement Étudiant en Ingénierie au Québec](#) (CRÉIQ).*

*Motivé par le désir de s'impliquer dans le développement de jeunes esprits scientifiques, l'OBNL [PMI-Montréal](#) met ses ressources de mentorat en gestion de projet à la disposition des équipes afin d'optimiser leurs chances de relever le défi.*

*Grâce à leur savoir-faire et aux partenariats, les participant-e-s devront produire une solution complète exploitable par le BIPCOM dans l'environnement particulier conçu par le département Machine de l'organisation. L'équipe produisant le meilleur résultat à petite échelle se verra alors offrir l'opportunité de coordonner le projet de développement d'agriculture semi-automatisée du BIPCOM à travers le Québec.*

---

<sup>1</sup> [Où tout a commencé...!](#)



# 1. Survol du défi

*L'hydroponie est un processus permettant la culture de plantes dans un substrat inerte. Ainsi, les nutriments sont apportés aux plantes par l'eau circulant dans des stations de pousse. Le processus comporte 4 étapes que la solution robotique devra reproduire.*

*Premièrement, les semences prises d'un distributeur doivent être mises sur un plateau de substrat. Ensuite, elles sont placées dans l'obscurité afin d'optimiser la germination. Après quelques jours, les graines germées peuvent maintenant être déplacées dans des stations hydroponiques éclairées afin d'optimiser leur croissance. Finalement, les plantes prêtes sont récoltées et placées dans une zone d'emballage pour fin d'expédition aux divers détaillants.*

Les participant·e·s devront produire un prototype à petite échelle pour faire valoir leur concept de robotisation du processus hydroponique. Le BIPCOM propose le parcours suivant simulant une usine avec rails électrifiés et ses différentes zones de production.

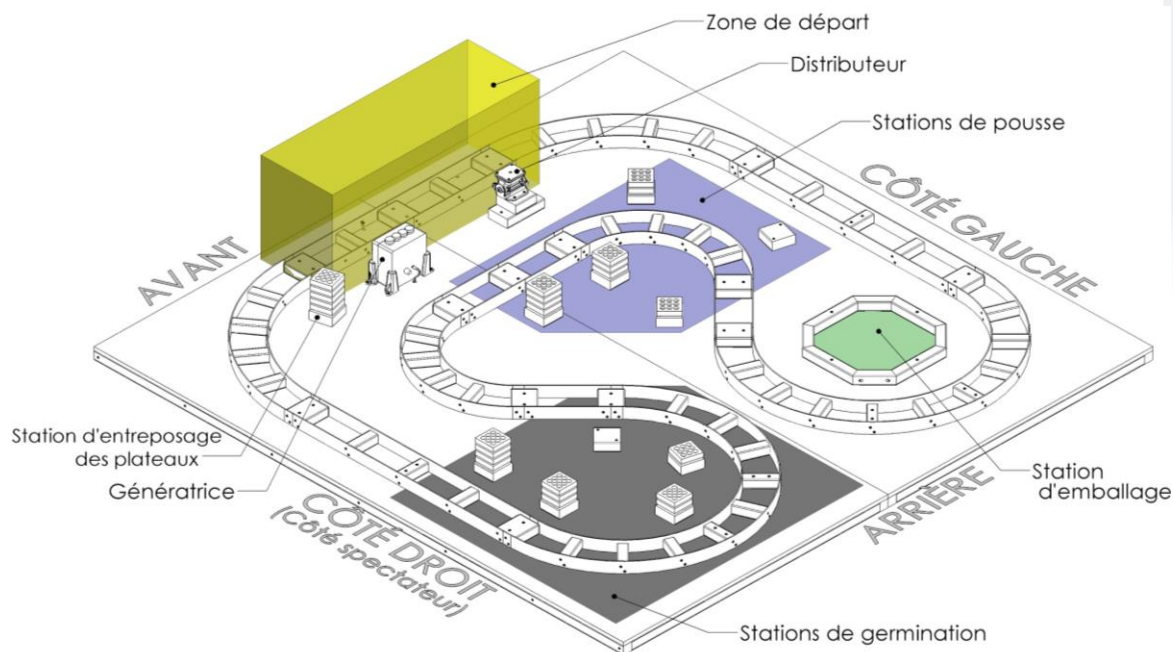


Figure 1 : Parcours du défi machine 2020

Concrètement, la solution robotique devra être en mesure de :

- 1) Se déplacer en utilisant des rails électrifiés comme source d'énergie ;
- 2) Extraire des billes en acier d'un distributeur manuel ;
- 3) Placer des billes dans des plateaux carrés de MDF percés ;
- 4) Transporter des plateaux et les placer à l'endroit approprié selon leur contenu ;
- 5) Retirer des billes en verre de plateaux et les placer dans une zone appropriée ;
- 6) Reproduire une séquence en appuyant sur les boutons d'une génératrice.





## 2. Les éléments du défi

Cette section comprend l'ensemble des informations relatives au parcours et la définition de ses différents éléments. Chaque section contient :

1. *Une mise en contexte en italique ;*
2. Les caractéristiques physiques d'un élément ;
3. Son fonctionnement et les interactions possibles avec l'élément.

### 2.1. Rails

*La solution robotique devra s'alimenter à l'aide des rails électrifiés de l'usine. Évidemment, l'alimentation électrique comporte des protections qui limitent le courant pour éviter d'endommager l'équipement.*

#### 2.1.1. Les barres d'aluminium

Les rails sont composés de deux barres d'aluminium de 2"x1/8" séparée de 4"3/4 pour une distance extérieure de 5". Chaque barre a été percée et fraisée de manière à noyer les têtes de vis d'assemblage afin de laisser la face extérieure des rails uniforme.

Afin d'assurer la continuité électrique sur l'ensemble du parcours, les sections de rails sont reliées entre elles par des petits segments de continuité en aluminium. Ces derniers ont une hauteur de 1"1/2, une largeur de 1/8" et une longueur de 3"1/2.

Sur l'ensemble du parcours, il y a un dégagement minimal de 4 pouces de part et d'autre des rails. Les éléments de jeu sont accessibles à environ cette même distance des rails.

Les rails pourront servir de support mécanique à la solution robotique. Toutefois, les barres d'aluminium ne doivent en aucun cas être endommagées par cette dernière. Endommager les rails entraînera des pénalités.



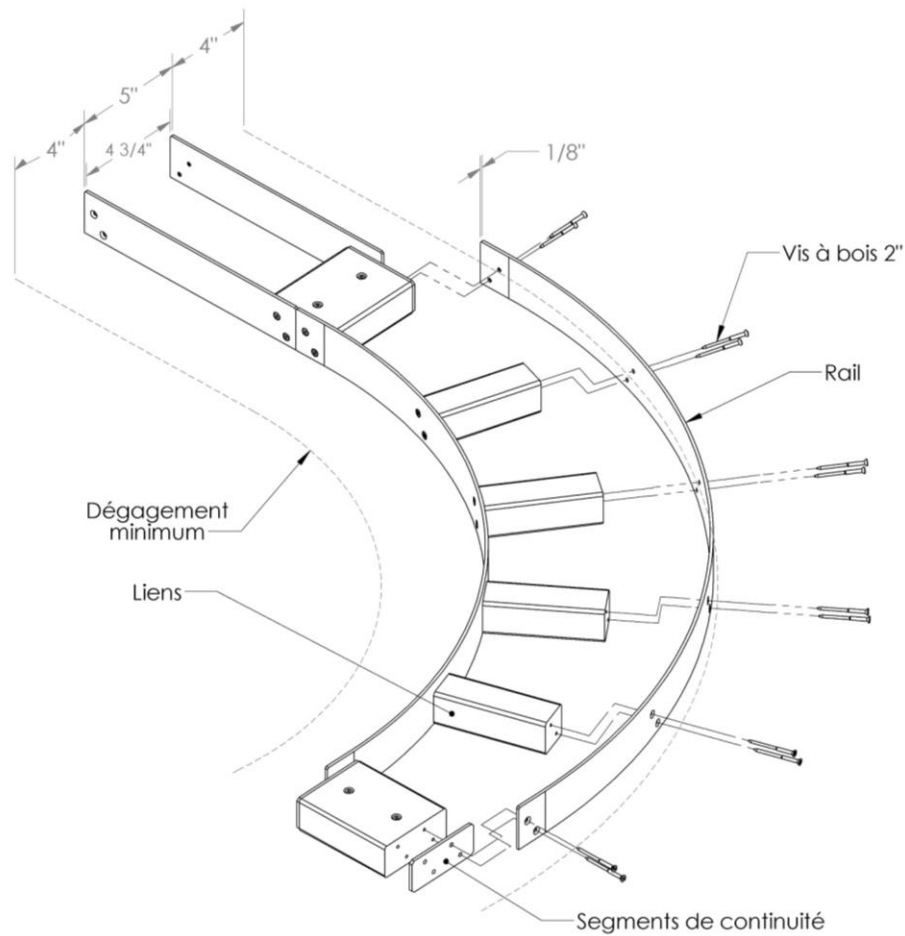


Figure 2 : Composition des rails

### 2.1.2. Électrification des rails

Les rails **doivent** servir d'alimentation pour la solution robotique conçue. Ils seront alimentés par un transformateur 115V / 18V dont l'enroulement primaire est branché sur l'alimentation domestique 120Vac et le secondaire est protégé par un disjoncteur de 10A en amont des rails. Causer l'ouverture du disjoncteur due à une consommation excessive de courant entraînera des pénalités.



## 2.2. Modules de billes

### 2.2.1. Les billes

*La logistique entourant la production végétale dans l'usine fait en sorte que la solution robotique devra manipuler 3 types de ressources sous forme de billes :*

- 1) *Des semences de plantes ;*
- 2) *Des pousses de graines germées ;*
- 3) *Des plantes matures prêtes à récolter.*

Trois types de billes doivent être placées à différents endroits du parcours :

- 1) Billes en acier de 1/4" de diamètre (semences) ;
- 2) Billes en acier de 3/8" de diamètre (pousses) ;
- 3) Billes en verre de 1/2" de diamètre (plantes).

Pour alléger le texte, l'appellation des ressources se fera par leur représentation dans le défi soit par les termes « semences », « pousses » ou « plantes ».

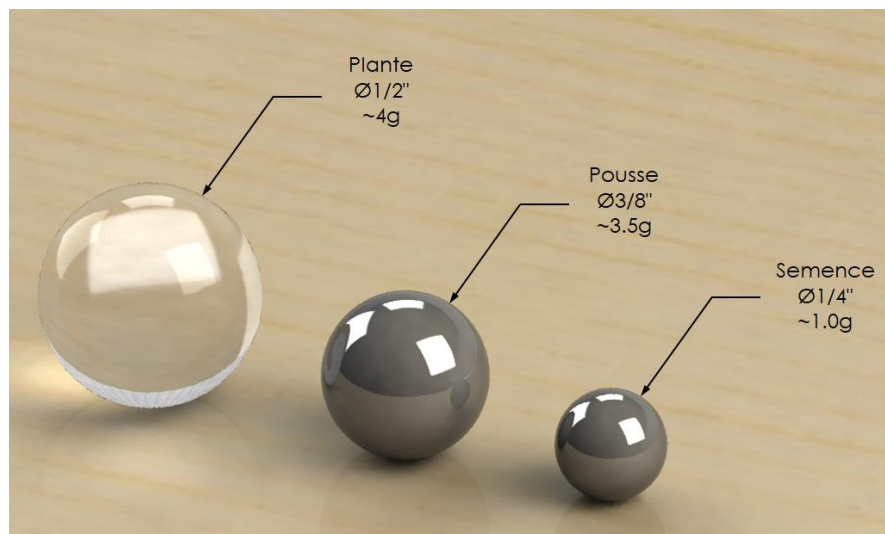


Figure 2 : Les ressources



### 2.2.2. Les plateaux

*Ce sont des plateaux de substrat qui permettent aux plantes de croître. Ils comportent des fibres dans lesquelles les racines pourront se développer permettant ainsi l'envoi de nutriments aux plantes par hydroponie.*

Les plateaux servent de contenant pour les billes. Ils sont composés de deux carrés en panneaux de fibres à densité moyenne (MDF). Un premier carré de  $3\frac{1}{4} \times 3\frac{1}{4} \times \frac{5}{8}$ " comporte 9 trous de  $\frac{11}{16}$ " de diamètre. Un deuxième carré de  $2\frac{1}{2} \times 2\frac{1}{2} \times \frac{1}{8}$ " collé sous le premier permet de fermer les trous à la base.

Puisqu'ils sont tous identiques, les plateaux peuvent être utilisés pour n'importe quelle ressource. Par contre, chaque espace à bille ne permet de stocker qu'une seule bille à la fois portant ainsi la capacité maximale d'un plateau à 9 billes. Ainsi, seulement une bille par trou sera comptabilisée au pointage. Endommager un plateau lors de manipulations entraînera des pénalités.

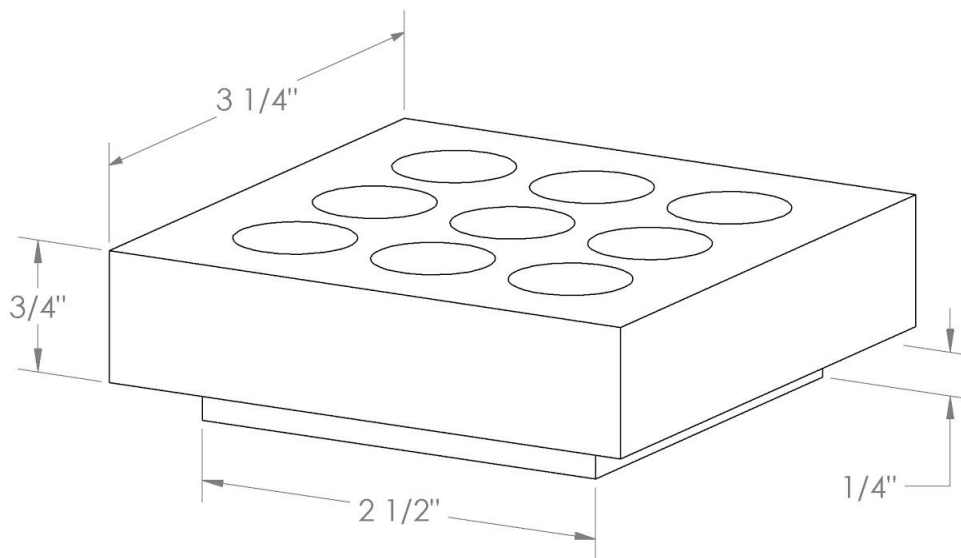


Figure 3 : Plateau de transport



### 2.2.3. Le distributeur

*Initialement, des semences devront être extraites d'un distributeur pour être mises dans un plateau vide. Ceci représente le processus de « planter » des semences. Pour éviter le gaspillage, le distributeur ne libère les semences qu'une à la fois.*

L'action du distributeur à l'avant du parcours est la seule méthode permettant d'obtenir les semences. Ce dernier est constitué d'un réservoir couvert, d'un cylindre de distribution horizontal et d'une chute. C'est par cette chute que les semences seront libérées. Initialement, le réservoir contient environ 180 billes de semences prêtes à être extraites et mises dans des plateaux vides. Sur le terrain officiel, ce distributeur est imprimé en PLA de couleur rouge.

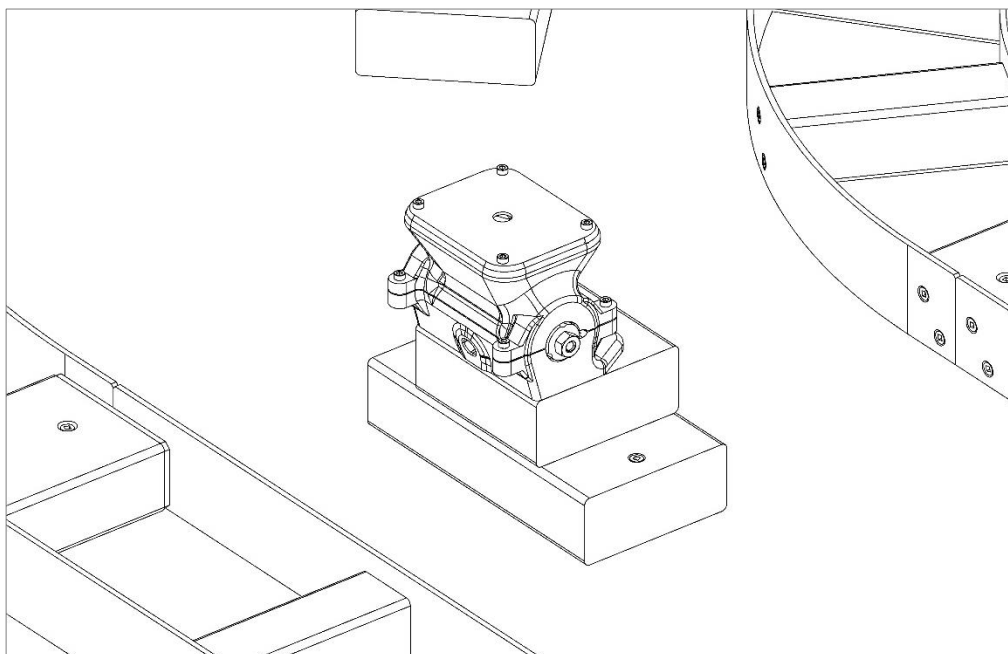


Figure 4 : Position du distributeur

Les semences pourront être extraites en actionnant le cylindre de distribution. Lorsque ce dernier tourne, une bille entre dans l'un des trois trous individuels pour bille puis se retrouve dans la chute. Le cylindre possède des rainures pour éviter les blocages en provoquant l'agitation des billes dans le réservoir.





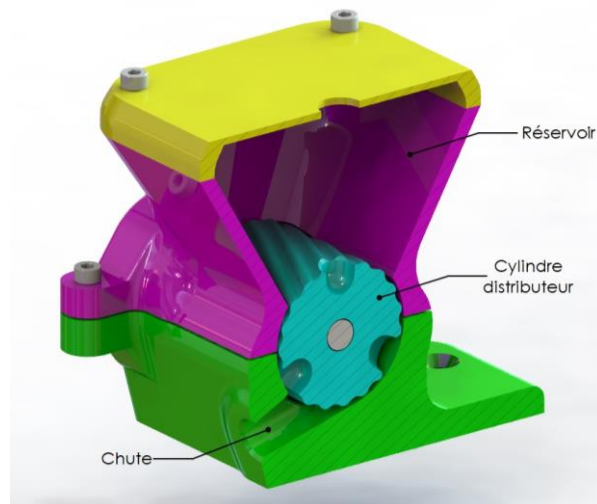


Figure 5 : Intérieur du distributeur

Le cylindre de distribution comporte des têtes hexagonales sortant de chaque côté du distributeur. Ces têtes peuvent être utilisées comme point d'attache pour permettre la rotation du cylindre de distribution en sens horaire ou antihoraire. Endommager le distributeur lors de sa manipulation entraînera des pénalités.



Figure 6 : Manipulation du distributeur



## 2.3. Stations

*Afin d'arriver à livrer la nourriture, l'usine doit accompagner la production végétale à travers plusieurs étapes de développement : la plantation, la germination, le développement (la pousse), la récolte, puis l'emballage. La germination, la pousse et l'emballage ont lieu dans des sections spécifiques de l'usine. La plantation, le transport et la récolte s'effectuent directement par la solution robotique.*

Les stations sont des réceptacles pour les plateaux. Pour marquer des points, les billes doivent être placées stratégiquement à travers le parcours sur des stations spécifiques par la solution robotique. Une bille placée dans le mauvais type de station ne sera pas comptabilisée, et seulement une bille par trou sera comptabilisée. Le pointage sera comptabilisé seulement à la fin de l'essai. Un plateau positionné hors d'une station de germination, de pousse ou d'entreposage à ce moment entraînera des pénalités.



### 2.3.1. Stations de germination

*L'obscurité et le taux d'humidité présents dans cet environnement laissent croire aux semences qu'elles sont sous terre. Cette station offre les conditions optimales pour la germination des semences.*

Les 5 stations de germination sont situées dans la partie arrière droite du parcours et sont constituées d'un bloc de bois de 3" 1/2 x 3" 1/2 x 1" 1/2 peint de couleur noire.

Ce type de station permet de réceptionner des plateaux contenant les semences prises dans le distributeur, permettant ainsi de marquer des points. Tout autre type de ressource dans ce type de station ne sera pas comptabilisée au pointage. Les stations ont chacune une capacité maximale de 4 plateaux.

Initialement, certaines stations sont occupées par des plateaux remplis de pousses prêtes à être déplacées selon la configuration suivante :

- Station 1a : 4 plateaux pleins ;
- Station 1b : 3 plateaux pleins ;
- Station 1c : 2 plateaux pleins ;
- Station 1d : 1 plateau plein ;
- Station 1e : Aucun plateau.

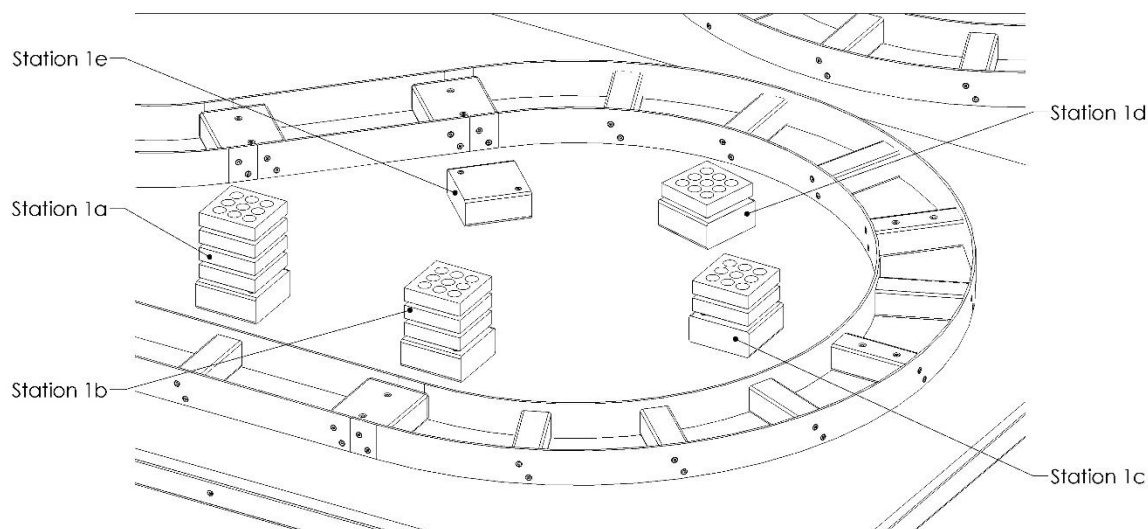


Figure 7 : Stations de germination et leur contenu



### 2.3.2. Stations de pousse

*Cette station permet d'offrir les nutriments nécessaires au développement des pousses grâce à l'hydroponie, enlevant du même coup la nécessité de les abreuver. Le contrôle de l'environnement, entre autres par sa luminosité et son taux d'humidité, permet d'obtenir rapidement un produit de meilleure qualité.*

Les 5 stations de pousse sont situées dans la partie centrale du parcours et sont constituées d'un bloc de bois de 3"1/2 x 3"1/2 x 1"1/2 peint de couleur bleue.

Ce type de station permet de réceptionner des plateaux contenant les pousses en provenance des stations de germination, permettant ainsi de marquer des points. Tout autre type de ressource dans ce type de station ne sera pas comptabilisée au pointage. Les stations ont également une capacité maximale de 4 plateaux.

Initialement, certaines stations sont occupées par des plateaux remplis de plantes prêtes à être récoltées puis emballées selon la configuration suivante :

- Station 2a : 4 plateaux pleins ;
- Station 2b : 3 plateaux pleins ;
- Station 2c : 2 plateaux pleins ;
- Station 2d : 1 plateau plein ;
- Station 2e : Aucun plateau.

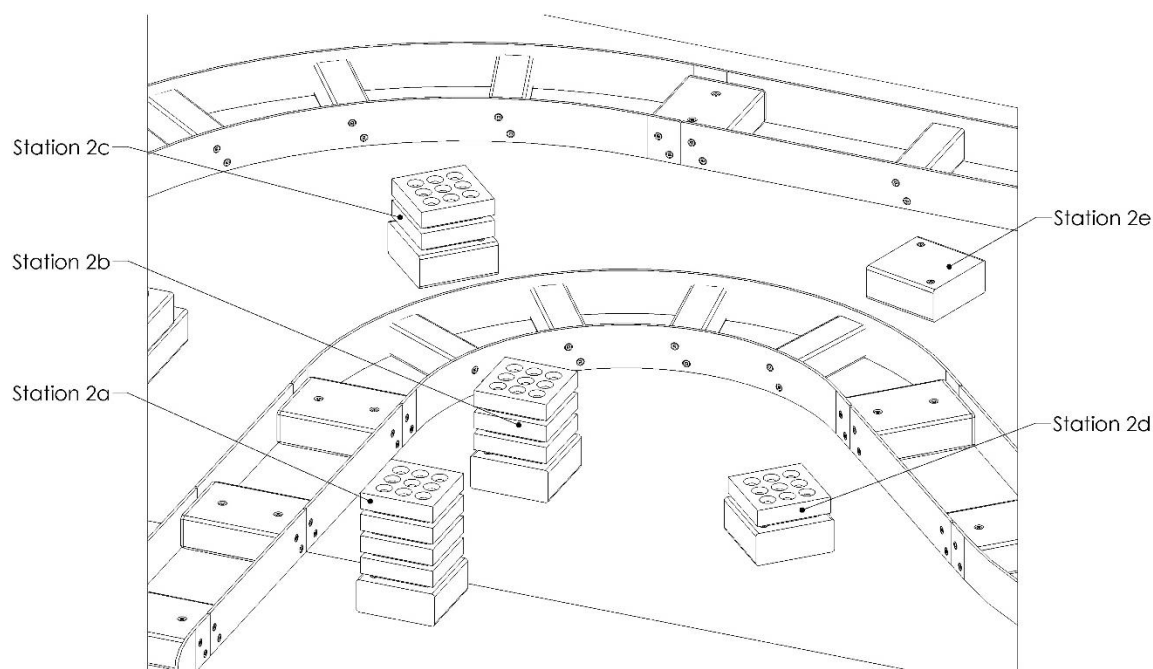


Figure 8 : Station de pousse et leur contenu



### 2.3.3. Station d'emballage

*Une fois placées dans cette station, les plantes sont emballées automatiquement sous différents formats puis étiquetées à l'image du BIPCOM afin d'être acheminées aux divers commerces alimentaires près de l'usine.*

Cette station permet de réceptionner les plantes en provenance des stations de pousse et est située dans la partie arrière gauche du parcours. Cette dernière est de forme octogonale, fabriquée avec des morceaux de bois de 2"x2" et peinte de couleur verte. La station d'emballage ne comporte aucune limite de hauteur et est initialement vide.

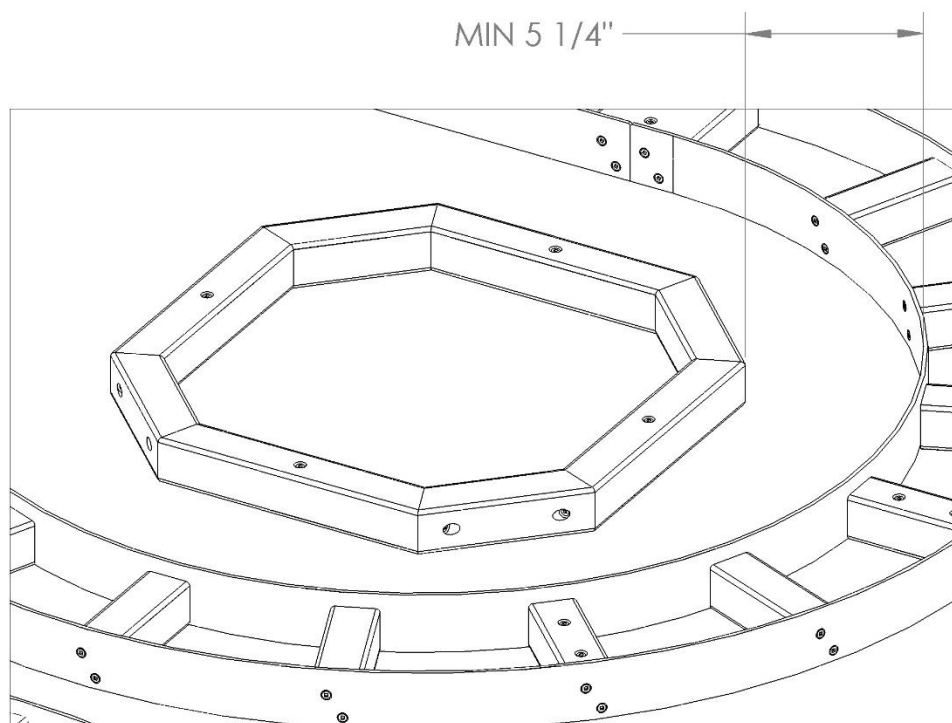


Figure 9 : Station d'emballage





### 2.3.4. Station d'entreposage de plateaux

*Une section de l'usine permet d'entreposer des plateaux de rechange vides. Le plafond est étonnamment haut dans cette station...*

Cette station est située à l'avant des stations de germination et est constituée d'un bloc de bois de 3"1/2 x 3"1/2 x 1"1/2 peint de couleur jaune. Celle-ci a pour objectif de permettre d'entreposer des plateaux non utilisés. Il n'y a aucun maximum de plateaux pour cette station. Initialement, cette station contient 5 plateaux vides.

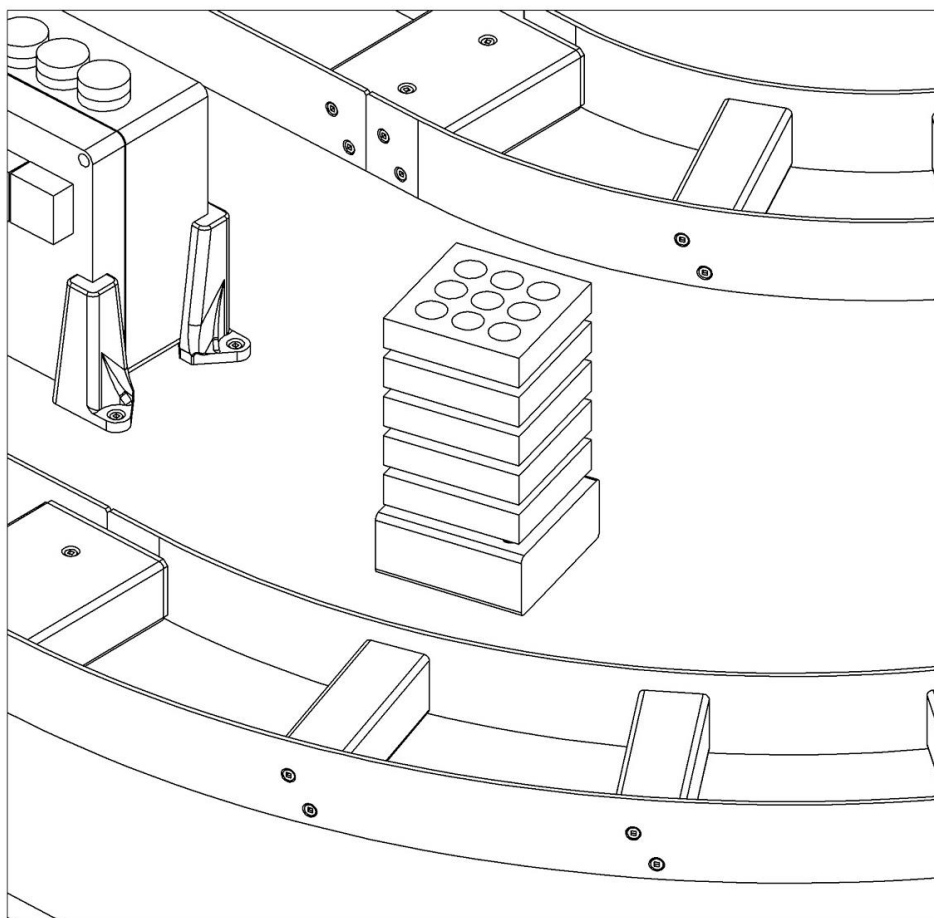


Figure 10 : Station d'entreposage de plateaux



## 2.4. Disposition initiale des billes et plateaux

Au début de l'essai, tous les éléments de jeu et les ressources se retrouvent sur la plateforme de 8'x8' formant le parcours. La figure suivante résume la position initiale de l'ensemble des billes et des plateaux du défi.

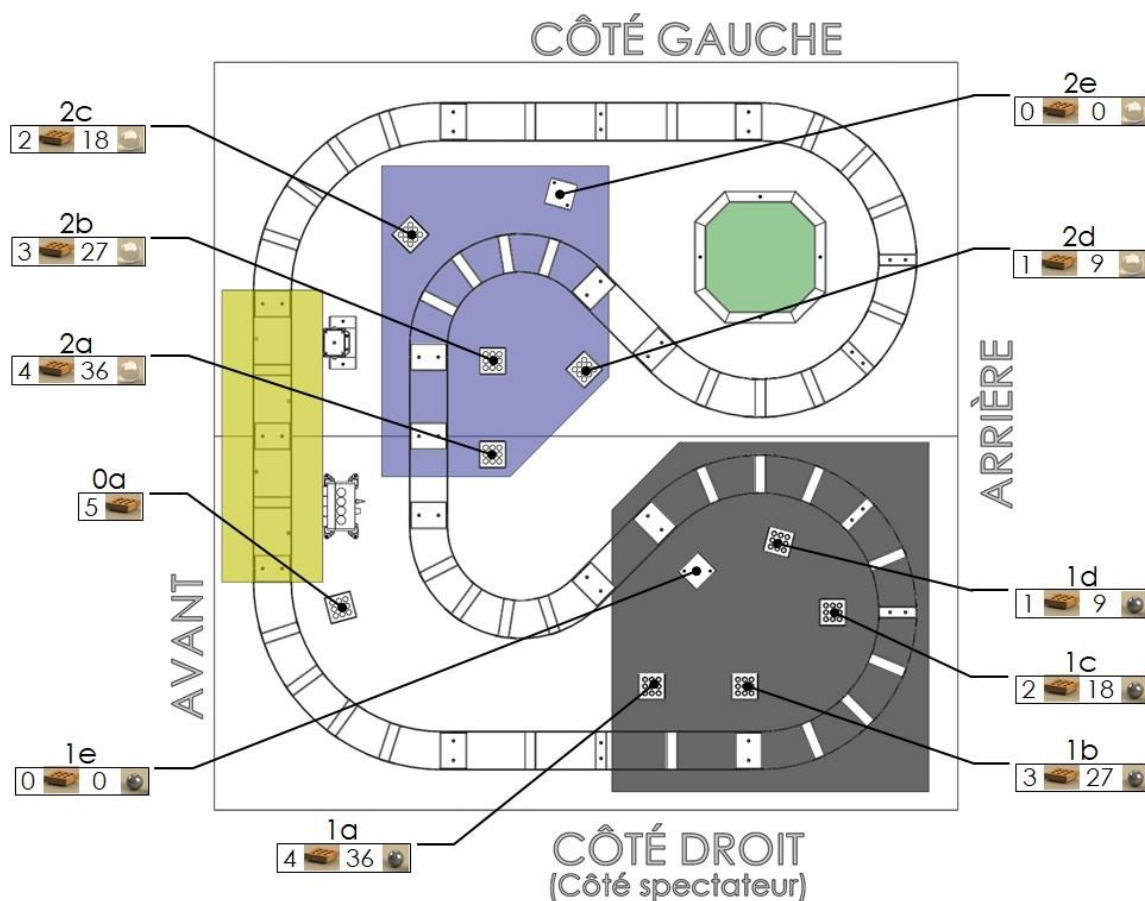


Figure 11 : Disposition des billes et plateaux sur le parcours



## 2.5. Zone de départ de la machine

La zone de départ, située au centre avant du parcours, est un espace de 12" x 37" 1/2 x 18" délimité par l'extérieur de lignes formées de ruban adhésif. À titre de repère visuel, la longueur de 37" 1/2 correspond à la distance entre le côté extérieur des 2"x4" reliant le rail No.1 au rail No.2 de chaque côté du parcours<sup>2</sup>.

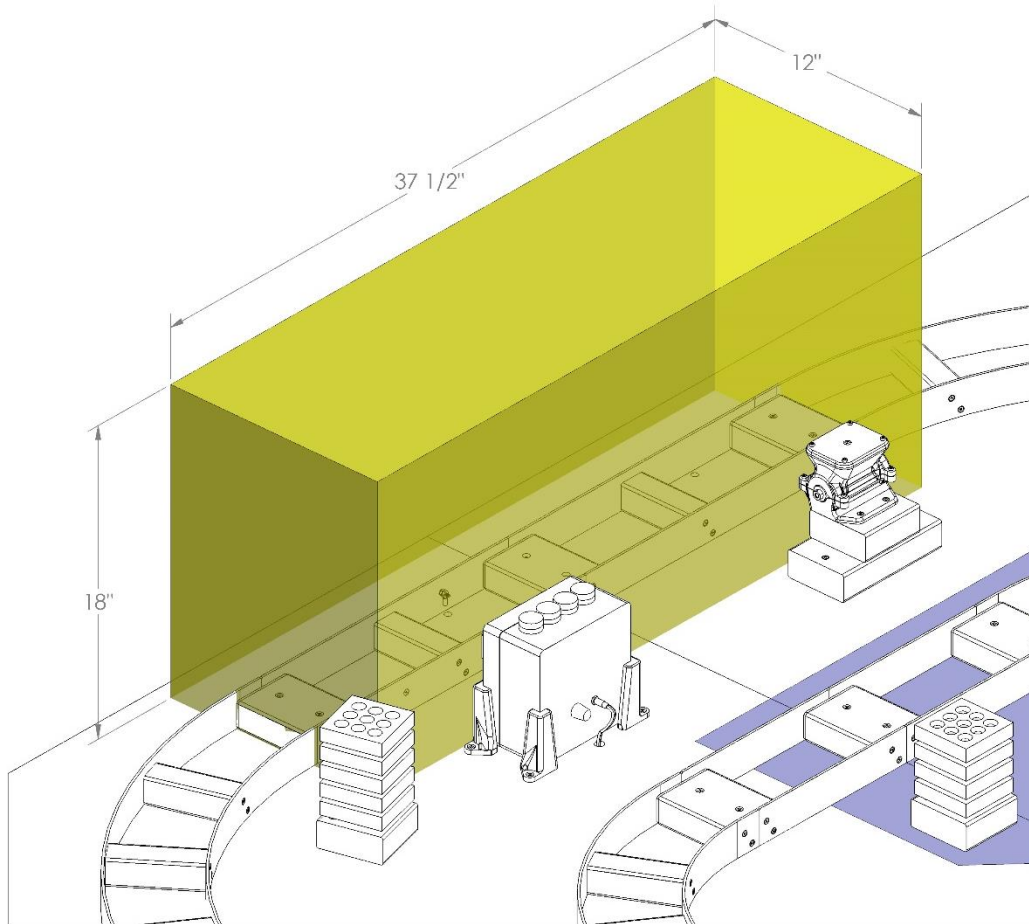


Figure 12 : Zone de départ

<sup>2</sup>La nomenclature des rails est illustrée dans le [Cahier de construction du parcours](#)



## 2.6. Génératrice, l'élément qui ajoute du temps

*Le BIPCOM souhaite utiliser son nouveau modèle de génératrice à hydrogène pour alimenter les rails. La solution développée devra ainsi être en mesure d'intervenir en cas de nécessité de maintenance. Pour ce faire, une interface sur cette génératrice ultra sophistiquée permet de régler tous les problèmes ! Du moins, presque tous...*

La génératrice dicte le temps alloué à la solution robotique pour marquer des points. Cet élément de jeu est situé à l'avant du parcours.

À l'arrière, un connecteur et un support à fusible permettent de brancher l'adaptateur afin d'alimenter la génératrice. À l'avant, un afficheur composé de 4 matrices de DEL 8x8 permet d'afficher le temps restant à l'essai en minutes et en secondes au format [M:SS]. Un contact avec l'un de ces éléments par la solution robotique entraînera des pénalités.

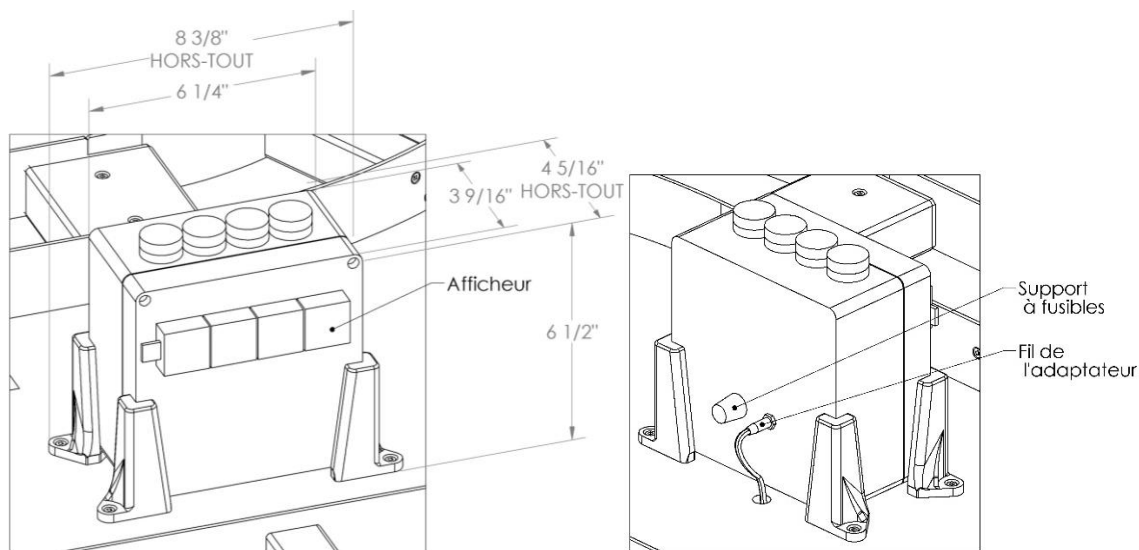


Figure 13 : Côtés avant et arrière de la génératrice

Le dessus de la génératrice comporte 4 boutons lumineux à action momentanée. Ces derniers sont respectivement blanc, vert, jaune et rouge. À différents moments durant l'essai, la génératrice éprouvera des problèmes qui nécessitent l'attention de l'équipe machine. Lors d'un problème, la génératrice allume ses boutons selon un ordre précis.

Pour résoudre un problème, la solution robotique doit reproduire la séquence en appuyant sur les boutons dans le même ordre. Cela a pour effet de rectifier le problème et permet à l'équipe machine d'allonger le temps alloué à l'essai. Endommager les boutons ou le boîtier lors des manipulations entraînera des pénalités.



## 2.6.1. Modes d'opération

### 2.6.1.1. Avant l'essai

La génératrice s'assure de vérifier le fonctionnement des boutons. Lorsque l'adaptateur est branché, cette dernière effectue une séquence pour valider l'allumage de tous ses boutons dans l'ordre suivant :

blanc → vert → jaune → rouge → rouge → jaune → vert → blanc.

Ensuite, l'élément de jeu attend que les boutons soient appuyés dans l'ordre suivant pour commencer le décompte du temps alloué à l'essai :

blanc → vert → jaune → rouge.

À ce moment seulement, un membre de l'équipe devra appuyer sur les boutons dans l'ordre pour effectuer la séquence, marquant ainsi le début de l'essai. Cela permet de valider le bon fonctionnement des éléments de la génératrice avant le début de la démonstration.

### 2.6.1.2. Durant l'essai

Trois problèmes seront présentés et pourront être résolus pour obtenir du temps supplémentaire et des points. Les temps relatifs aux problèmes seront détaillés dans la section [3.4.2 - Temps supplémentaire avec la génératrice](#).

Le mode d'affichage du temps permet de connaître l'état de la génératrice.

- **Le temps est affiché sans clignotement** : La génératrice fonctionne normalement et indique tout simplement le temps restant avant le prochain problème. Après la résolution du troisième problème, elle affiche plutôt le temps restant à l'essai.
- **Le temps clignote lentement** : La génératrice éprouve des problèmes. Une séquence de boutons est allumée aléatoirement et doit être reproduite. Le temps affiché indique le temps restant pour résoudre le problème.
  - Si la séquence est bien reproduite, la génératrice retourne à l'état normal.
  - S'il y a une erreur lors de la tentative de reproduction de la séquence, la génératrice fait clignoter tous ses boutons simultanément. Une nouvelle séquence aléatoire est alors affichée afin d'être reproduite.
  - Si la séquence n'est pas reproduite à temps, la génératrice rencontre un problème critique.
- **Le temps clignote rapidement** : La génératrice éprouve des problèmes critiques. Il reste alors moins de 1 minute à l'essai.





## 3. Démonstration devant public

### 3.1. Avant l'essai

Au début de l'essai, la solution robotique doit être entièrement contenue dans l'espace de 12" x 37-1/2" x 18" délimitée par le côté extérieur des lignes de ruban adhésif de la zone de départ, et ce sans aucune aide extérieure.

### 3.2. Durant l'essai

#### 3.2.1. Dimensions

Durant l'essai, les dimensions de la solution robotique ne sont pas contraintes. Il est également permis pour la solution robotique de se séparer en plusieurs parties.

#### 3.2.2. Replacer le robot

En tout temps, il est possible pour une équipe de déplacer l'entièreté de la solution robotique afin de la relocaliser dans la zone de départ, engendrant une pénalité. Elle est alors soumise aux mêmes contraintes de dimensions qu'au début de l'essai. Tous plateaux et toutes billes déplacés ce faisant sont enlevés du parcours pour le restant de l'essai. Pour toute la durée de l'opération, le décompte continue et toute interaction avec le distributeur ou la génératrice entraînera des pénalités.

L'équipe a également le droit de réparer ou modifier la solution robotique avant de la replacer dans la zone de départ. Pour ce faire, elle peut utiliser exclusivement des outils manuels (non électriques). Également, aucun élément ne peut être ajouté ou enlevé de la solution robotique.

#### 3.2.3. Sortie du parcours

Durant l'essai, la solution robotique peut sortir du périmètre du parcours sans toutefois entrer en contact avec le sol. Le cas échéant, l'équipe aura la possibilité de terminer son essai pour comptabiliser les points ou de replacer la solution robotique tel que défini ci-dessus, occasionnant ainsi la même pénalité.

### 3.3. Équipe de pilotage

L'équipe de pilotage est composée de 4 membres. Aucune action n'est réservée à un membre en particulier. Ainsi, tous les membres peuvent effectuer chacune des actions autorisées.



### 3.3.1. Positionnement de l'équipe durant l'essai

Lors de l'épreuve, l'équipe de pilotage peut se positionner dans deux zones :

- 1) La zone de pilotage des côtés avant et gauche du parcours ;
- 2) La zone d'accès restreinte à l'arrière du parcours.

Toute l'équipe peut se déplacer librement à l'intérieur de la zone de pilotage. Cependant, un seul membre de l'équipe à la fois peut se trouver dans la zone d'accès restreint. Ce dernier doit y être accroupi afin d'éviter d'obstruer la vue aux juges.

Il est interdit pour les membres de l'équipe de se positionner à la droite du parcours afin d'éviter d'obstruer la vue au public et à l'équipe technique de l'audiovisuel.

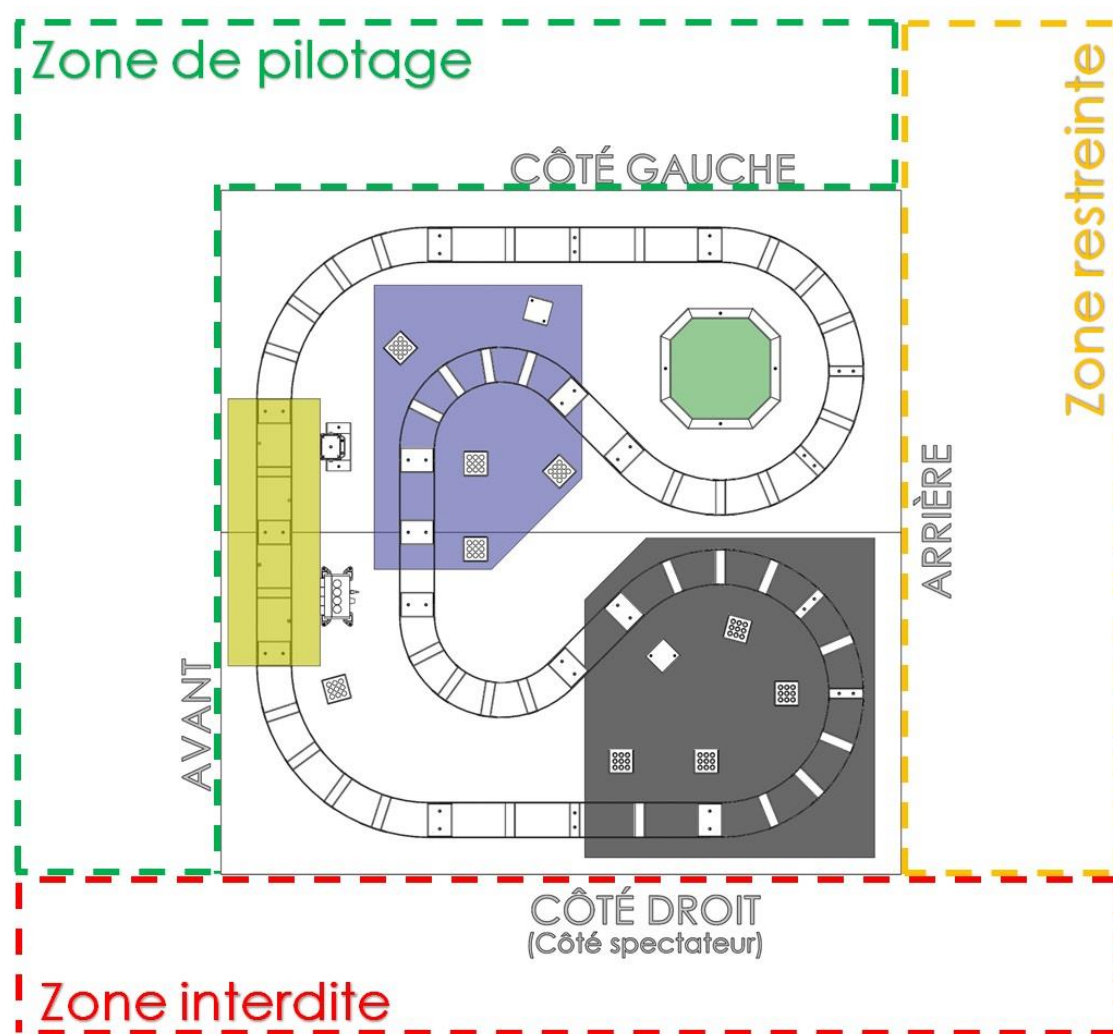


Figure 14 : Disposition des zones entourant le parcours

Il sera toléré que les membres de l'équipe de pilotage se penchent au-dessus du parcours. Cependant, en cas de contact ayant un impact sur le déroulement de l'essai avec le parcours ou la solution robotique, l'essai sera terminé et les points effectués de la sorte seront retirés.

### 3.4. Temps accordé

#### 3.4.1. Temps initial

Le temps initial accordé est de 7 minutes. Tel qu'expliqué à la section [2.6 - Génératrice, l'élément qui ajoute du temps](#), la solution robotique devra être en mesure d'interagir avec la génératrice afin d'allonger le temps alloué à la réalisation du défi.

#### 3.4.2. Temps supplémentaire avec la génératrice

Trois problèmes seront présentés et devront être résolus pour obtenir du temps supplémentaire. Le tableau suivant montre l'évolution du temps selon le résultat de l'interaction avec la génératrice.

Tableau 1 : Temps alloué par la génératrice [M :SS]

Problème	Présentation du problème	Si le problème est non résolu	Si le problème est résolu
1	[5:00, 6:00]	L'essai se termine à 7:00	L'essai continue et le 2e problème sera présenté.
2	[8:00, 9:00]	L'essai se termine à 10:00	L'essai continue et le 3e problème sera présenté.
3	[10:00, 11:00]	L'essai se termine à 12:00	L'essai se termine à 13:00

#### 3.4.3. À la fin de l'essai

À la fin de l'essai, l'alimentation aux rails est coupée. Le pointage est alors calculé après que tout objet en mouvement se soit arrêté ou 5 secondes après la fin de l'essai, selon ce qui se produit en premier.



### 3.5. Restrictions

Ci-dessous, voici la liste des restrictions plus générales et des conséquences associées aux actions de la solution robotique.

**La solution robotique ne doit pas endommager ou salir le parcours ni les éléments de jeu.** Le non-respect de cette règle entraînera une perte de points à titre de pénalité selon la gravité et la nature du bris. Des mesures pouvant aller jusqu'à la disqualification pourront être prises.

**Un contact avec le fil d'alimentation, le support à fusible ou les matrices de DEL de la génératrice** sera toléré si jugé non-intentionnel et n'ayant aucun impact sur le bon fonctionnement de la génératrice. Un contact répété, de façon intentionnelle ou ayant un impact sur le bon fonctionnement de la génératrice entraînera la fin de l'essai.

**Pendant que l'équipe replace sa solution robotique dans la zone de départ, toute interaction avec le distributeur ou la génératrice** entraînera la fin de l'essai.

**Causer l'ouverture du disjoncteur due à une consommation excessive de courant** entraînera la fin de l'essai.



## 4. La solution robotique

### 4.1. Restrictions de dimensions et de poids

Tel que mentionné dans la section [3. Démonstration devant public](#), la solution robotique doit être contenue dans la zone de départ au début de l'essai. Il n'y a pas de restriction de poids.

### 4.2. Restrictions de communication

*L'interface opérateur a déjà été choisie et achetée par le BIPCOM. Nous avons choisi une manette USB permettant l'intégration avec une multitude de plateformes, allant du Raspberry Pi au Odroid en passant par le BeagleBone. Elle s'intègre même avec la technologie Arduino !*

#### 4.2.1. Manette imposée

Afin de communiquer avec la solution robotique, le ou les pilotes devront utiliser la manette fournie, une Logitech F710. Cette manette ne peut pas être modifiée. Le récepteur (dongle) de la manette fait partie du volume initial maximal de la solution robotique tandis que la manette ne fait pas partie de ce volume.

**La manette fournie est le seul élément autorisé permettant une communication des membres de l'équipe vers la solution robotique.**

### 4.3. Restrictions électriques

#### 4.3.1. Pas de batteries

La solution robotique devra être alimentée uniquement par les rails et ne peut pas contenir de batteries. Par contre, d'autres dispositifs tels que des condensateurs sont acceptés pour pallier à d'éventuelles pertes de contact momentanées avec les rails. Le comité organisateur se réserve le droit de refuser les accumulateurs d'énergie rendant la solution autonome des rails.

#### 4.3.2. Limitation de courant

Tel que mentionné dans la section [2.1.2. Électrification des rails](#), le courant maximal pouvant être consommé est de 10A selon les caractéristiques du disjoncteur fourni.





## 4.4. Restrictions de sécurité

La solution robotique ne devra en aucun cas poser de risque à la sécurité des participant·e·s, des juges ou du public. Pour cette raison, les explosifs, les machines thermiques et les appareils volants ne sont pas autorisés. Le comité organisateur se réserve le droit de refuser toute machine jugée dangereuse, même si celle-ci ne comporte pas d'élément spécifiquement mentionné ci-haut.



## 5. Pointage de la démonstration

### 5.1. Répartition du pointage

Le pointage de la démonstration devant public est calculé à partir du nombre de billes récoltées et du nombre d'activations de la génératrice. En contrepartie, des plateaux mal disposés et le remplacement de la solution robotique engendrent des pénalités. Le pointage est calculé seulement à la fin de l'essai.

Tableau 2 : Pointage alloué pour la démonstration

Billes récoltées	45 points
Activations de la génératrice	15 points
<b>Total</b>	<b>60 points</b>

Tableau 3 : Pénalités engendrées

Remplacer le robot	-2.5 points / remplacement
Plateaux non remplacés	-1 point / plateau jusqu'à concurrence de 8 points

### 5.2. Billes récoltées

Le pointage préliminaire attribué aux billes est calculé de la façon suivante :

$$X = (N_{semences} + N_{pousses} + N_{plantes}) * F.C.$$

Tel que,

$X$  : Score préliminaire de l'équipe, qui sera pondéré.

$N_{semences}$  : Nombre de semences dans les stations de germination.

$N_{pousses}$  : Nombre de pousses dans les stations de pousse.

$N_{plantes}$  : Nombre de plantes dans la station d'emballage.

$F.C.$  : Facteur correctif, qui prend les valeurs suivantes :

- **F.C. = 1** : Si au moins une bille a été déplacée sur sa station.
- **F.C. = 2** : Si au moins une bille de deux types ont été déplacées sur leurs stations respectives.
- **F.C. = 3** : Si au moins une bille de chaque type ont été déplacées sur leurs stations respectives.

Le total sur 45 points pour les billes récoltées est calculé ainsi :



$$Total = \frac{X_{\text{équipe}}}{X_{\text{meilleure équipe}}} * 45$$

Avec,

$X_{\text{équipe}}$ : Score préliminaire de l'équipe

$X_{\text{meilleure équipe}}$ : Plus grand score préliminaire de toutes les équipes

Afin d'accélérer le compte des points et réduire la possibilité d'erreurs humaines, le décompte du nombre de billes de chaque type se fera par pesée.

Les billes placées dans un plateau touchant à la solution robotique et toutes autres billes indirectement soutenues par ce dernier à la fin de l'essai ne seront pas comptabilisées.

#### Rappel

- Une seule bille par trou de plateau sera comptabilisée ;
- La capacité maximale des stations de germination et de pousse est de 4 plateaux.

### 5.3. Activation de la génératrice

Chaque activation de la génératrice, en plus d'augmenter le temps disponible pour l'essai, donne 5 points pour un total de 15 points.

### 5.4. Replacer le robot

Replacer le robot dans la zone de départ tel que défini dans la section [3.2.2. Replacer le robot](#) engendre une pénalité de 2.5 points au pointage final de la démonstration. Cette pénalité ne peut pas diminuer le score total de la démonstration sous 0.

### 5.5. Plateaux non remplacés

À la fin de l'essai, les plateaux doivent être placés dans une station de germination, une station de pousse ou la station d'entreposage. Ils ne doivent pas être en contact avec la solution robotique. La capacité maximale des stations de germination ou de pousse est de 4 et tout plateau additionnel sera donc considéré comme non remplacé.

Chaque plateau ne respectant pas ces critères engendrera une pénalité de 1 point, jusqu'à concurrence de 8 points au pointage final de la démonstration. Lorsque la solution robotique est remplacée dans la zone de départ, les plateaux enlevés du parcours sont également considérés comme étant non remplacés. Cette pénalité ne peut pas diminuer le score total de la démonstration sous 0.



## 6. Livrables de la compétition

Voici les dates importantes à retenir pour le déroulement de la compétition.

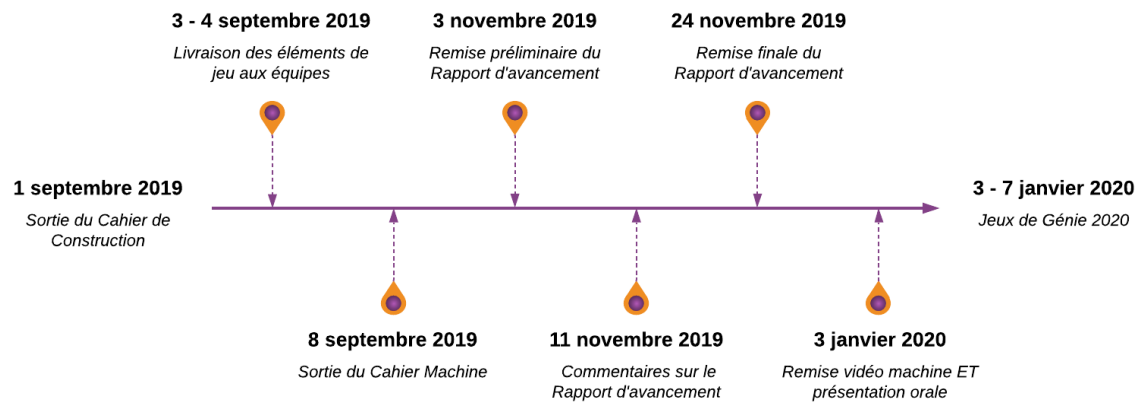


Figure 15 : Dates importantes de la compétition Machine

### 6.1. Barème d'évaluation

Le barème d'évaluation du pointage de la machine robotique des Jeux de Génie 2020 est présenté ci-dessous.

Tableau 4 : Pondération des livrables

Livrable	Pondération [%]
Rapport d'avancement	10
Vidéo de présentation	5
Présentation devant juges	25
Démonstration devant public	60
Total	100



## 6.2. Rapport d'avancement (10%)

Le rapport d'avancement se doit d'être un document concis ayant pour objectif d'informer le BIPCOM sur la conception de la solution robotique et les stratégies de l'équipe.

Ce rapport devra contenir au maximum 12 pages, incluant la page titre. Cette contrainte exclut les annexes, mais celles-ci ne doivent pas être nécessaires à la compréhension du rapport.

Tableau 5 : Évaluation du rapport d'avancement

Critère d'évaluation	Pointage
Croquis ou rendus de la solution robotique	1
Présentation du système d'alimentation et de déplacement	2
Méthode de transport des billes et des plateaux	2
Stratégie de résolution des problèmes de la génératrice	1,5
Présentation de la stratégie envisagée et des résultats escomptés	1,5
Plan de mitigation des risques	1
Structure et clarté du rapport	1
<i>BONUS : CAD de la solution robotique</i>	<i>1</i>
Total	10

Le bonus de 1 point est donné aux équipes fournissant un CAD complet de leur solution robotique. Celui-ci ne doit pas être nécessaire à la compréhension du rapport et ne pourra pas élever le score total du rapport d'avancement au-dessus de 10 points.



### 6.3. Vidéo de présentation (5%)

La vidéo machine sera diffusée devant le public préalablement à la démonstration sur scène de chaque équipe et devra durer entre 3 et 4 minutes. Elle a pour but de divertir les spectateurs tout en les informant sur l'université, les membres de l'équipe et leur démarche de conception et de fabrication.

Cette vidéo peut être réalisée en français ou en anglais. Toute vidéo jugée non convenable par le comité organisateur ne sera pas présentée et se verra attribuer le pointage de 0/5.

Tableau 6 : Évaluation du vidéo de présentation

Critère d'évaluation	Pointage
Introduction de l'équipe et de son université	1
Présentation de la machine et de son fonctionnement	1
Vulgarisation du contenu et justesse de l'information	1
Originalité et concordance avec le thème	1
Qualité de la vidéo	1
Total	5

La vidéo de présentation devra être remise en format MP4 le 3 janvier 2020, avant la fin de la première période de travail de la machine. Une vidéo remise en retard perdra automatiquement 50% des points. Une vidéo non remise à la fin de la période machine débutant le 5 janvier se verra attribuée la note de 0/5 et ne sera pas présentée.



## 6.4. Présentation devant juges (25%)

Vous devrez présenter votre solution devant un comité de juges. Votre présentation devra durer au maximum 8 minutes et sera suivie par une période de questions de 5 minutes. Celle-ci se déroulera le jour de la compétition, juste avant la démonstration devant public.

Tableau 7 : Évaluation de la présentation devant juges

Critère d'évaluation	Pointage
Introduction de l'équipe et de son université	1
Présentation de la machine et de son fonctionnement	8
Critique du design	4
Présentation de la stratégie et des résultats escomptés	6
Réalisme de la solution à grande échelle	2
Structure de la présentation et professionnalisme de l'équipe	1
Période de questions	3
Total	25

## 6.5. Démonstration devant public (60%)

Le pointage de la démonstration devant public sera calculé tel que défini dans la section [5. Pointage de la démonstration](#).





## 7. Logistique

### 7.1. Périodes Machine

Durant les Jeux de Génie 2020, les équipes Machine auront l'opportunité de participer à trois périodes de travail. Le parcours officiel de la compétition sera mis à la disposition des équipes et l'horaire des périodes d'essai sur ce dernier sera déterminé durant la première Période Machine. Vous êtes fortement encouragés à apporter votre parcours en totalité ou en partie. Celui-ci sera alors mis à la disposition de toutes les équipes.

En tout temps, seulement 4 membres par équipe auront le droit d'être présents sur les lieux de travail de la Machine. Cependant, les équipes pourront interchanger leurs membres comme bon leur semblera.

L'équipe est responsable d'apporter les outils nécessaires afin de pouvoir travailler sur leur solution robotique durant les Périodes Machine. Elle est également responsable d'apporter la manette Logitech, le système d'alimentation des rails, et les autres éléments de jeu fournis par le comité organisateur.

### 7.2. Journée de la compétition

La journée de la compétition sera divisée en deux :

- 1) Présentations devant juges (avant-midi) ;
- 2) Démonstrations devant public (après-midi).

La présentation devant juges pourra se faire sur un écran et un câble HDMI standard sera mis à la disposition des orateurs, mais les équipes devront fournir leur propre ordinateur portable et tout autre câble nécessaires. L'ordre de passage sera décidé aléatoirement le matin même.

Pour la démonstration devant public, l'équipe bénéficiera d'un minimum de 5 minutes pour préparer leur solution robotique et la placer dans la zone de départ. Pendant ce temps, les rails seront alimentés et l'équipe pourra faire fonctionner son robot à l'intérieur de la zone de départ. Les 7 à 13 minutes suivantes serviront à l'exécution de l'essai. L'ordre de passage sera déterminé aléatoirement le matin même, et ce de façon indépendante à l'ordre de passage des présentations devant juges.



## 8. Documents externes

Sur le [site web des Jeux de génie 2020](#), vous pourrez télécharger les éléments suivants :

- 1) Le cahier de construction du parcours ;
- 2) Le cahier Machine.

L'ensemble des CADs et documents complémentaires relatifs au défi sont disponibles [ici](#).

Le code de la génératrice est également accessible sur Github [ici](#).

Le comité organisateur se réserve en tout temps le droit de modifier ces documents et vous avertira des changements, s'il y a lieu. En cas de divergence entre les versions françaises et anglaises de ces documents, la version française prévaudra.



# Annexe A : Éléments fournis

(2x) Rails No.1 à No.7 du parcours

(1x) Gabarit de perçage blanc pour les liens de 2"x2"

(1x) Gabarit de perçage leu pour les liens de 2"x2"

(1x) Gabarit de perçage blanc pour les liens de 2"x4"

(1x) Gabarit de perçage bleu pour les liens de 2"x4"

(1x) Boîte d'alimentation des rails

(1x) Fil d'alimentation des rails avec quincaillerie

(180x) Billes en acier 1/4"

(120x) Billes en acier 3/8"

(120x) Billes en verre 1/2"

(1x) Distributeur de semences

(1x) Génératrice

(1x) Adaptateur 120V/5V, 2A

(4x) Support à génératrice (blanc, vert, jaune, rouge)

(4x) Contact N.F des boutons de la génératrice (pour réutiliser les boutons)

(1x) Manette Logitech F710 et son récepteur



# Annexe B : Comité organisateur

Pour toutes questions ou tous commentaires concernant le défi, vous pouvez rejoindre l'équipe Machine à l'adresse suivante :

**Gabriel Lévesque - Vice-Président, Machine robotique**  
**Alexandre Mongrain - Adjoint, Machine robotique**  
**Pierrick Arsenault - Adjoint, Machine robotique**  
**Ben Fevereiro - Adjoint, Machine robotique**  
[machine@jeuxdegenie.qc.ca](mailto:machine@jeuxdegenie.qc.ca)

Pour toutes questions ou tous commentaires ne concernant pas le défi Machine, n'hésitez pas à rejoindre les différents membres de l'organisation aux adresses suivantes :

**Anne-Sophie Lachapelle – Présidente**  
[presidence@jeuxdegenie.qc.ca](mailto:presidence@jeuxdegenie.qc.ca)  
**Jérémie Lesuisse - Vice-Président, Partenariats**  
[partenariats@jeuxdegenie.qc.ca](mailto:partenariats@jeuxdegenie.qc.ca)  
**Alyssa Bouchenak - Vice-Présidente, Communications**  
[communications@jeuxdegenie.qc.ca](mailto:communications@jeuxdegenie.qc.ca)  
**Célia-Nour Mahrour-Venturelli - Vice-Présidente, Finances**  
[finances@jeuxdegenie.qc.ca](mailto:finances@jeuxdegenie.qc.ca)  
**François Pelletier - Vice-Président, Compétitions**  
[competitions@jeuxdegenie.qc.ca](mailto:competitions@jeuxdegenie.qc.ca)  
**Sacha Terral - Vice-Président, Logistique**  
[logistique@jeuxdegenie.qc.ca](mailto:logistique@jeuxdegenie.qc.ca)  
**Marie-Aude Ardizzon - Conseillère, Production**  
[production@jeuxdegenie.qc.ca](mailto:production@jeuxdegenie.qc.ca)  
**Marc Antoine Dumont - Conseiller, Développement durable**  
[developpementdurable@jeuxdegenie.qc.ca](mailto:developpementdurable@jeuxdegenie.qc.ca)

Le comité organisateur des Jeux de Génie du Québec 2020 vous remercie pour le temps et les efforts que vous mettrez durant les quatre mois précédents l'événement afin de réaliser une machine robotique à la hauteur de vos compétences.

Nous profitons aussi de cet espace pour vous souhaiter bon succès dans la réalisation de ce défi. Nous avons tout simplement INCROYABLEMENT hâte de voir l'aboutissement de votre travail ! N'oubliez pas de profiter de l'expérience, d'avoir du plaisir et de vous rappeler que le cheminement compte plus que le résultat !

