

# Design III: Pirates des Caraïbes



## Description sommaire

### Contexte global du projet

Le projet Pirates des Caraïbes fait appel au concept de la téléopération d'un robot autonome. Un usager utilise un ordinateur (la station de base) pour acheminer, via un lien sans-fil, une commande de haut niveau au robot situé sur un terrain à distance. Avec ses capacités de perception, de locomotion, de préhension et son intelligence, le robot exécute sans intervention humaine la tâche demandée. Le robot envoie un signal à la station de base pour confirmer la fin de l'exécution de la tâche lorsque celle-ci est complétée.

### Principe général du jeu

La tâche du robot est de rapporter le plus de trésors possible sur des îles pendant l'intervalle de temps règlementaire.

### Déroulement du jeu

Un jeu se déroule sur une durée de 10 minutes. Le but est d'effectuer le plus de cycles de jeu possibles en 10 minutes. Le temps est comptabilisé pendant les étapes 2 à 7 ci-dessous.

#### Étapes d'un cycle de jeu

1. L'équipe d'évaluation place le robot et des îles (jusqu'à 4), dans une position et une orientation arbitraires sur la table de jeu.
2. Au signal de l'équipe d'évaluation, la station de base envoie un signal de départ au robot. Ceci déclenche le chronographe mesurant le temps écoulé.
3. Le robot se déplace jusqu'à la station de recharge.
4. Le robot charge le condensateur de l'électroaimant à l'aide de la station de recharge. La charge du condensateur doit provenir uniquement de l'induction. Le condensateur doit être déchargé initialement.
  - a. Simultanément à la charge du condensateur, le robot reçoit un code transmis d'une façon à déterminer.
  - b. Le robot envoie le code reçu au serveur d'îles. Une seule de ces communications est permise au cours d'un cycle.
  - c. La réponse de la requête précédente est la description de l'île sur laquelle le prochain trésor doit être déposé.
5. Le robot se déplace jusqu'à l'un des trésors disposés sur le pourtour de la table de jeu.
6. Le robot saisit le trésor à l'aide de son électroaimant, puis le soulève.  
Seul le condensateur du robot peut alimenter l'électroaimant.
7. Le robot va déposer le trésor sur l'île désignée à l'étape 4 c).

Il est interdit au robot de rouler sur les îles. Vous devez effectuer une intervention humaine au lieu de laisser votre robot toucher à une île.

Tout au long de l'épreuve, la station de base doit afficher, sur une même interface graphique :

- la trajectoire planifiée avant chacun des déplacements du robot;
- la position et l'orientation du robot en temps réel estimées à partir des mesures des capteurs et non du calcul de la trajectoire;
- la tension aux bornes du condensateur.

Votre système doit également afficher la couleur ou la forme de l'île sur la station de base dès qu'elle est connue. Cette information doit rester affichée jusqu'au dépôt de la pièce sur l'île.

Lorsque la pièce est déposée sur l'île prescrite, le chronographe est arrêté pour permettre à l'équipe d'évaluation de changer les îles de la table. Un nouveau cycle recommence alors à l'étape 2 après le signal de l'équipe d'évaluation. Le robot n'est **pas** déplacé entre chacun des cycles.

# Spécifications

## Description du terrain de jeu

Le terrain de jeu est une table où évolue le robot et sur laquelle sont situées la zone des trésors, les îles et la station de recharge. Il n'est pas permis au robot de sortir du terrain de jeu. Il n'est pas permis ni au robot ni aux membres de l'équipe de modifier le terrain de jeu avant et pendant la compétition.

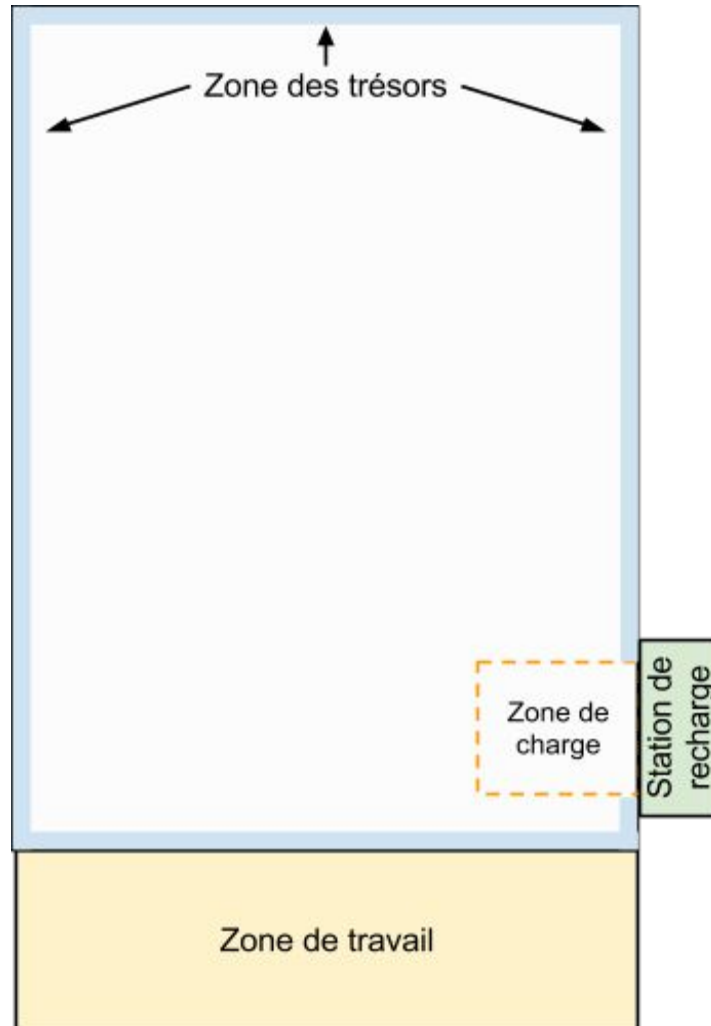


Figure 1: Schéma de la table de jeu

## La station de recharge

La station de recharge permet de charger le condensateur de l'électroaimant par **induction** tout en transmettant un message d'un octet au robot. La conception et l'implantation de la station de recharge sont la responsabilité des équipes.

Une alimentation de 5 volts-1 ampère est fournie pour la station de recharge. Il est obligatoire d'employer uniquement cette alimentation pour faire fonctionner la station de recharge.

Le message d'un octet est généré par un dispositif fourni un codage de Manchester. La trame complète du code commence par un bit de départ « 0 » auxquels s'ajoutent les 7 bits ASCII de l'information (commençant par le LSB jusqu'au MSB), puis une séquence de 8 bits d'arrêt « 1 » (voir fig. 2). Cette trame est répétée sans arrêt. Pour transmettre le message, le dispositif module un signal d'horloge que vous devez lui fournir et dont vous devez déterminer la fréquence.

Le message doit être transmis directement au robot sans contact physique, sans passer par la station de base. Le code peut être modulé de la manière que vous voulez. Le message transmis au robot doit obligatoirement être l'encodage Manchester généré par le module fourni. Le décodage ne doit pas être effectué dans la station de recharge.

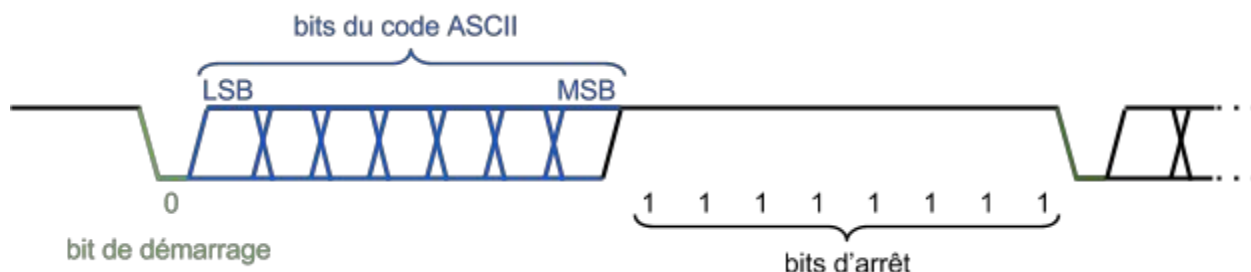


Figure 2: Trame du code transmis

#### Le serveur d'îles

Un serveur est disponible aux adresses suivantes:

Lieu de connexion	URL
Université Laval	<a href="https://132.203.14.228/">https://132.203.14.228/</a>
Réseau local PLT-3105	<a href="https://192.168.1.2/">https://192.168.1.2/</a>
Réseau local PLT-3109	<a href="https://192.168.0.2/">https://192.168.0.2/</a>

Ces URLs réfèrent à un même serveur qui répond à une API REST fonctionnant sur le protocole HTTP 1.1 ([RFC2616](#)). Il vous faut effectuer une requête GET ayant comme paramètre "code" le code reçu par le signal HF. Par exemple, si vous décidez le code ASCII "X" par signal HF et que vous êtes connecté sur le réseau PLT-3105, vous devrez effectuer une requête à l'URL:

<http://192.168.1.2/?code=X>

Il suffit de remplacer "X" de l'URL de l'exemple par la lettre reçue par le signal HF.

En réponse à cette requête, vous obtiendrez une réponse en format [JSON](#) similaire à celle-ci:

```
{
  "couleur": "jaune"
}
```

Notez que le formatage du message (tel l'espacement) peut être différent. Il est garanti que la réponse sera en format JSON. Celle-ci prendra la forme d'un dictionnaire (un *mapping* de paires clef-valeur) qui peut contenir les clefs suivantes:

Clef	Description
couleur	Couleur de l'île. Valeurs possibles: jaune, rouge, bleu, vert (repro Laval: canari, rouge hot, bleu hot, vert hot)
forme	Forme de l'île. Valeurs possibles: triangle, rectangle, pentagone, cercle

Notez également que vous ne pouvez envoyer qu'une seule requête au serveur par cycle de jeu. Choisissez la donc judicieusement!

#### Les trésors

Les trésors sont des prismes métalliques à base rectangulaire de couleur jaune (de l'or magnétique). Ces trésors sont adossés verticalement contre les murs de la table. Ils doivent être saisis à l'aide de l'électroaimant monté sur le robot. Le robot doit les déposer sur l'île désignée par le message reçu de la station de recharge de pair avec le serveur d'îles.

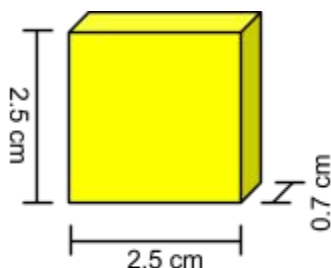


Figure 3: Gabarit des trésors.

#### Les îles

Les îles sont des feuilles de couleur jaune, rouge, bleu ou magenta et de forme triangulaire, rectangulaire, pentagonale ou circulaire. Elles sont de tailles variées allant de 6 à 12 cm de diamètre. Ces îles sont disposées de façon arbitraire sur la table de jeu au début de chaque cycle par l'équipe d'évaluation.

### Caméra fixe

Une webcam Logitech C905 fixée au-dessus de la table offre une vue globale de la surface de jeu. Elle est branchée à la station de base et procure une vue de haut du déroulement du jeu en temps réel.

### Locaux

Six tables de jeu munies des éléments décrits ci-dessus sont à votre disposition pour le cours. Quatre sont installées au laboratoire de Design III (PLT-3109) et deux autres au local PLT-3105. Les équipes auront à utiliser leurs propres ordinateurs portables comme station de base. Pour éviter l'engorgement dans les salles mentionnées ci-dessus, le développement de votre projet à l'extérieur du local est fortement recommandé. Il est par ailleurs attendu des équipes qu'elles agissent de bonne foi et de façon responsable envers les autres équipes dans leur utilisation des ressources (tables, etc.).

Afin de pouvoir utiliser les tables mises à votre disposition, un processus de réservation a été mis en place sur Pixel afin de permettre un accès équitable aux ressources par les différentes équipes. Les réservations doivent s'effectuer au maximum une semaine à l'avance. Un maximum de 8 heures par jour est alloué par équipe sur l'ensemble des tables. Un intervalle de 2 heures minimum est nécessaire entre les réservations d'une même équipe sur une même table. Si une table réservée n'est pas occupée 10 minutes après l'heure du début d'une plage de réservation, toute autre équipe peut l'utiliser pour le reste de cette période de réservation.

### Formation obligatoire et emploi de batteries dangereuses

Tous les étudiants doivent obligatoirement avoir suivi le cours «Dangers de l'électricité» avant d'entamer leur travail.

Si vous utilisez une batterie présentant un quelconque danger (p. ex. Lithium-Polymère, LiPo), vous devez employer un chargeur spécialisé pour ce type de batterie pour la charger. De plus, un voltmètre donnant la tension de chaque cellule et générant une alerte en cas de danger est obligatoire sur le robot lorsqu'une batterie LiPo est employée.

### Notes sur le matériel fourni

Chaque équipe se voit confier plus de 1500\$ de matériel pour la session. L'accès à cet équipement et l'entière liberté de le sortir du laboratoire entraînent un risque de bris. Pour éviter d'imputer l'entière responsabilité d'un bris à chaque équipe et pour permettre le renouvellement périodique des équipements, un dépôt est exigé aux équipes. Lors de la remise des trousseaux de développement (robot mobile et ordinateur embarqué) aux équipes, ces dernières déposent un montant de 20\$ pour chaque étudiant de l'équipe. Si tous les ordinateurs embarqués de la classe sont remis en bon état de marche à la fin de la session, un montant de 10\$ sera remis à chaque étudiant. Si un ou plusieurs ordinateurs embarqués ou tout autre équipement de valeur est retourné au service technique hors d'état de fonctionnement, le dépôt est gardé en entier par le département de génie électrique et de génie informatique pour permettre le renouvellement des équipements.

### Alimentation électrique

Le robot est alimenté en énergie électrique par une pile rechargeable montée sur sa structure mécanique. Seul le régulateur d'alimentation électrique de l'ordinateur embarqué est fourni. Ce circuit exploite l'énergie de la pile pour alimenter l'ordinateur embarqué sous réserve que la tension en entrée soit supérieure à 21 V mais inférieure à 30 V. Si une équipe détruit ce régulateur d'alimentation, elle devra alors concevoir son propre régulateur en respectant les spécifications données dans le tableau ci-dessous.

Tension en charge	Courant	Tension à vide	« Ripple » maximum
19 VDC	3.5 A	20.5 V	200 mV

Tableau 2: Spécifications de l'alimentation

Les équipes sont responsables de concevoir et implanter le circuit d'alimentation des moteurs des roues omni-directionnelles du robot et de la tourelle de la caméra. Le circuit alimentant l'électroaimant depuis le condensateur et le circuit de charge par induction doivent également être conçus et implantés par l'équipe. La pile doit être suffisamment puissante et les régulateurs doivent être suffisamment robustes pour pouvoir fonctionner pendant toute la durée du jeu (10 min). Par ailleurs, une attention spéciale doit être portée aux tensions qui doivent être appliquées sur chacune des composantes. Les moteurs des roues sont alimentés par une tension de 12 V tandis que le servomoteur HS-422 de la tourelle de la caméra est alimenté par une tension de 5 V seulement.

**NOTE IMPORTANTE:** avant de brancher vos régulateurs d'alimentation, ils doivent avoir été préalablement approuvés par un technicien du service technique du département de GEL-GIF.

# Conditions et termes de la compétition

## Règles du jeu

### Table

- Les positions des trésors et de départ du robot sont arbitraires et choisies par l'équipe d'évaluation, dans les limites des contraintes énoncées dans les spécifications.
- Les îles à employer pour le dépôt des trésors sont choisies arbitrairement par l'équipe d'évaluation.
- La caméra fixe ne doit pas être déplacée ni manipulée. Cette règle s'applique pour toute la durée de la session.
- La station de recharge doit obligatoirement être alimentée uniquement par l'alimentation fournie à cet effet par le service technique (5V, 1A).

### Station de base

- La station de base confirme la fin de l'exécution de la tâche à l'utilisateur ainsi que le temps utilisé pour sa réalisation.
- Tout affichage possédant la spécification *temps réel* (p. ex.: affichage de la position) doit respecter une fréquence de rafraîchissement minimale de 0.2 Hz. (Maximum 5 secondes entre les mises à jour)
- La tension du condensateur doit être affichée en temps réel sur la station de base selon la définition de temps réel fournie dans le paragraphe précédent.
- L'affichage de la position du robot en temps réel doit toujours se faire à l'intérieur d'une zone d'incertitude de 15 cm de diamètre maximum.

### Serveur d'îles

- Une seule requête pourra être envoyée au serveur d'îles par cycle de jeu.

### Robot

- Le robot doit être autonome, tant du point de vue énergétique que décisionnel, sauf pour les interactions avec la station de base.
- Le robot doit être en mesure de s'initialiser seul : à partir de sa mise sous tension, le robot doit pouvoir atteindre sans aucune intervention extérieure un état où il est en mesure de communiquer avec la station de base et de commencer la tâche. Toute connexion à distance autre que celle de l'interface de la station de base est interdite pour toute la durée de la compétition.
- Le robot ne doit toucher ni aux murs ni aux îles, que ce soit avec les roues ou avec le module central. Une seule offense sera permise tout en étant pénalisée. Toute offense supplémentaire entraînera la disqualification du robot.
- Tout composant doit être utilisé de façon stable et sécuritaire.  
Veuillez porter une attention particulière à l'ordinateur embarqué.
- L'électronique ajoutée à la plateforme du robot doit être montée sur un circuit imprimé (PCB). Notez à cet effet que le département offre des services de fabrication de PCB.



- Toutes les alimentations doivent être protégées par des fusibles et mises sous / hors tension avec des interrupteurs.
- L'ordinateur embarqué doit être employé avec sa configuration matérielle par défaut, soit la configuration établie lorsque vous l'avez reçu en début de session. Ceci inclut la cadence du processeur et de la mémoire vive.

### Préhenseur

- Les trésors doivent être saisis grâce au champ électromagnétique généré par l'électroaimant monté sur la plateforme du robot.
- L'électroaimant doit être alimenté uniquement par le condensateur prévu à cet effet et qui vous sera fourni par les services techniques. Celui-ci ne pourra être chargé que par la station de recharge. Le condensateur doit être déchargé avant le début d'un cycle.
- Le circuit de charge du condensateur et d'alimentation de l'électroaimant doit être approuvé au service technique du département de génie électrique et de génie informatique afin d'être admissible à la compétition (soit Gaétan Bernier ou François Bérubé).
- Les trésors doivent être soulevés (et non poussés sur le sol) lors de leur transport.

### Projet (général)

- Budget maximum sur les éléments non fournis : 300\$ (montant assumé par l'équipe), excluant le coût d'un PCB (*Printed Circuit Board*).  
Un rapport de dépenses avec factures à l'appui devra obligatoirement être remis à l'équipe d'évaluation lors de la compétition.
- Votre système doit être intégré, propre et avoir une allure professionnelle. (p. ex. les circuits sur *breadboards* sont interdits)

## Pointage

### Points obligatoires

Au cours d'un cycle, vous devez accumuler les points **obligatoires** suivants:

#	Description du point
1	Démarrage du robot, sans intervention extérieure, et indication sur la station de base qu'il est prêt pour commencer la tâche
2	Confirmation de la consigne de départ sur la station après réception de la directive par le robot.
3	Le robot se rend à la station de recharge pour charger le condensateur de l'électroaimant et/ou recevoir le message codé.
4	Le code est correctement déchiffré du signal HF reçu de la station de recharge.
5	Le code reçu du serveur d'îles est correctement interprété.

6	Le robot se déplace jusqu'au trésor correspondant à l'interprétation du code reçu du serveur d'îles.
7	Le robot saisit le trésor avec l'électroaimant monté sur la plateforme du robot.
8	Le robot se déplace vers l'île prescrite et dépose le trésor à l'intérieur des limites de celle-ci.

Un trésor correctement **identifié, saisi, déplacé et posé sur la bonne île au cours d'un cycle** est **nécessaire** à la **réussite du cours**.

#### Points boni

Au cours d'un cycle, il est possible d'accumuler le point bonus suivant:

#	Description du point
1	Lors d'un dépôt, si le trésor est circonscrit (contenu entièrement) dans l'île, un point boni est octroyé.

#### Pénalités

Les pénalités suivantes sont applicables au cours de la compétition.

Description de la pénalité	Sévérité
Intervention humaine (manipulations)	-1 pt par intervention
Contacts avec les parois de la table (sauf pour la station de recharge)	-1 pt par contact
Redémarrage du cycle	-2 minutes sur le 10 minutes total

Prenez note qu'un **maximum de 3 interventions humaines mineures (touchettes) sont permises pour les 8 points d'un cycle**. Effectuer plus de 3 interventions humaines lors des 8 points d'un même cycle entraîne automatiquement la disqualification de l'équipe de la compétition. Ces interventions doivent par ailleurs être préalablement autorisées par un membre de l'équipe d'évaluation. **Il y a également une limite d'un seul redémarrage avec pénalité de 2 minutes, le nouveau cycle a donc une durée de 8 minutes**. Le redémarrage entraîne une remise à zéro de l'évaluation (i.e. les points accumulés jusqu'au redémarrage sont annulés).

#### Reprise

Une équipe disqualifiée de la compétition a droit à une reprise.  
Cette reprise a lieu la semaine suivante avec une pénalité de 2 cotes (-2 cotes).

#### Bonus d'excellence

Un bonus sur la note finale s'ajoute pour les trois premières équipes au classement.

La position de l'équipe est déterminée par le pointage final. S'il y a égalité dans le pointage, on départagera sur la base du temps en secondes qui s'est écoulé pour l'obtention des 7 premiers points.

Les règles suivantes s'appliquent:

- Une équipe qui participe à la séance de reprise ne pourra obtenir un meilleur classement que les équipes ayant complété la première ronde avec succès.
- Les équipes occupant l'une des trois meilleures positions de la première ronde de compétition se voient attribuer le bonus suivant sur la cote finale du cours.

Position	Bonus
1ière	+ 3 cotes
2ième	+ 2 cotes
3ième	+ 1 cote