

# Production finale d'intégration

## Partie B : Infographie 3d

ÉNONCÉ POUR 201-NYC-05

### *Le billard électronique*

#### Auteurs

- Jean-François Perreault (volet mathématique)
- Vincent Echelard (volet informatique)
- Kyle Ross (volet informatique)

#### Table des matières

A.	BUT DU TRAVAIL (COMMUN AUX DEUX COURS) .....	2
B.	DESCRIPTION DU PROBLÈME (COMMUN AUX DEUX COURS) .....	3
C.	PARTICULARITÉS DES COMPOSANTES DU JEU (COMMUN AUX DEUX COURS) .....	4
D.	ÉTAPES À SUIVRE POUR LE COURS DE MATHÉMATIQUES .....	7
E.	CONDITION DE REMISE .....	9

420-203-RE  
Développement de programmes dans un environnement graphique  
201-NYC-05  
Algèbre linéaire et géométrie vectorielle

## **A. But du travail (commun aux deux cours)**

Cette seconde partie de la production finale d'intégration consistera à intégrer les connaissances que vous avez développées, autant en informatique qu'en mathématiques, pour concevoir et simuler certaines composantes d'un jeu d'arcade classique. Cela étant, vous serez amenés à étudier certains lieux géométriques de l'espace (droites, plans, cylindres, sphères, cercles, etc.) et des interactions entre ceux-ci pour simuler, au moyen de notions d'infographie, les différents types de mouvements possibles dans le jeu proposé. De plus, le travail demandé exige une collaboration entre le logiciel de calcul symbolique (Maple) et le programme que vous développerez pour Unity.

Vous serez donc évalués sur les éléments ci-dessous :

Volet informatique :

- la construction de plusieurs primitives 3D ;
- les transformations dans l'espace (homothétie, rotation, translation) ;
- l'utilisation des vecteurs, des quaternions et des matrices de transformation ;
- l'intégration du moteur de simulation physique ;

*Un document complémentaire vous sera remis par les enseignants du cours d'informatique.*

Volet mathématique :

- la conception et la représentation de lieux géométriques en 3d;
- l'intégration de données mathématiques dans le moteur Unity;
- la représentation et l'utilisation de vecteurs, de droites et de plans, ainsi que leurs équations, pour simuler le mouvement dans l'espace;
- les transformations dans l'espace (homothétie, rotation, translation) au moyen des coordonnées homogènes et des quaternions, si pertinent;
- la détermination d'angles, de distances et d'intersections entre divers lieux géométriques;
- l'utilisation des systèmes d'équations linéaires pour la conception de courbes vectorielles;

## ***B. Description du problème (commun aux deux cours)***

Vous devez concevoir et simuler les éléments d'un jeu de billard électronique (*pinball*, *flipper*, *machine à boule*). Dans la conception, une maquette physique servant de base est imposée. À celle-ci, vous devrez *physiquement* intégrer, à votre gré, une liste de composantes classiques telles que *bumpers*, *slingshots* et *cibles tombantes*. De plus, vous devrez physiquement figurer une courbe de l'espace qui servira à construire virtuellement un rail de lancement.

Les exigences selon les cours seront précisées et détaillées dans l'énoncé qui s'y rattache. Par contre, certains éléments sont communs aux deux disciplines, dont voici la liste.

- Un plateau de base (maquette physique);

Le plateau de base (maquette physique) a été construit. Les parois utilisées font 11/16 de pouces en largeur et 1 ½ pouce en hauteur. Celui-ci est disponible au S-308. Ce plateau a ensuite été reconstruit et adapté dans un logiciel de dessin 3d (Sketchup) et exporté selon différents formats pour être inséré dans Maple et Unity. *Notez que le plateau de base ne peut être modifié.*

- La construction d'une spline 3d personnalisée pour la construction du rail;

Vos enseignants vous expliqueront comment saisir correctement les mesures physiques pour construire, au moyen de la résolution de S.E.L, une courbe 3d lisse (ici, une spline naturelle) qui vous permettra de construire un rail virtuel pour la trajectoire du lancer de la bille. Les données des splines construites dans Maple seront ensuite utilisées pour construire un rail identique dans Unity.

- La finalisation du plateau de jeu

La construction du plateau de base étant limitée à l'aire inférieure de jeu, vous devez figurer physiquement et de manière personnalisée un complément pour les frontières du jeu. Ces frontières peuvent être linéaires (des portions de plan ou des prismes rectangulaires) ou circulaires (des sections de cylindres, par exemple). Votre plateau finalisé doit contenir minimalement une portion circulaire. **Attention!** La finalisation du plateau doit respecter les dimensions retenues du rail que vous avez figuré.

- L'insertion des composantes usuelles

Vous devrez minimalement intégrer trois bumpers, un slingshot (bumper linéaire), deux flippers ainsi que quatre cibles tombantes.

---

### ***C. Particularités des composantes du jeu (commun aux deux cours)***

Les différentes composantes du jeu sont détaillées ci-après. Vous devez, pour que vos simulations reflètent le plus possible la réalité, respectez les dimensions physiques réelles des pièces mises à votre disposition.

***Attention : Toutes les mesures sont dans le système impérial.***

- La bille (la boule)

La bille utilisée dans le montage physique est un cochonnet de pétanque. Sa masse est de \_\_\_\_\_ g et son diamètre est de 1"  $\frac{1}{4}$ .

- Le plateau de base

Initialement, le plateau de base a été construit d'après un panneau perforé de 24"x48". Les trous sont également distancés de 1". Le trou (1,1) correspond, si l'origine est positionnée dans le coin supérieur gauche, au point cartésien ( $\frac{1}{2}$ ,  $\frac{1}{2}$ ). C'est la raison pour laquelle toutes les données que vous saisissez seront corrigées de  $\frac{1}{2}$  pouce.

- Le ressort

Il n'y a pas de ressort physique en tant que tel puisqu'un tel ressort devrait prendre en compte les particularités de votre rail ainsi que l'inclinaison du plateau. Par contre, pour le cours de mathématiques et la maquette, un faux ressort de 6" a été ajouté dans l'aire de lancement.

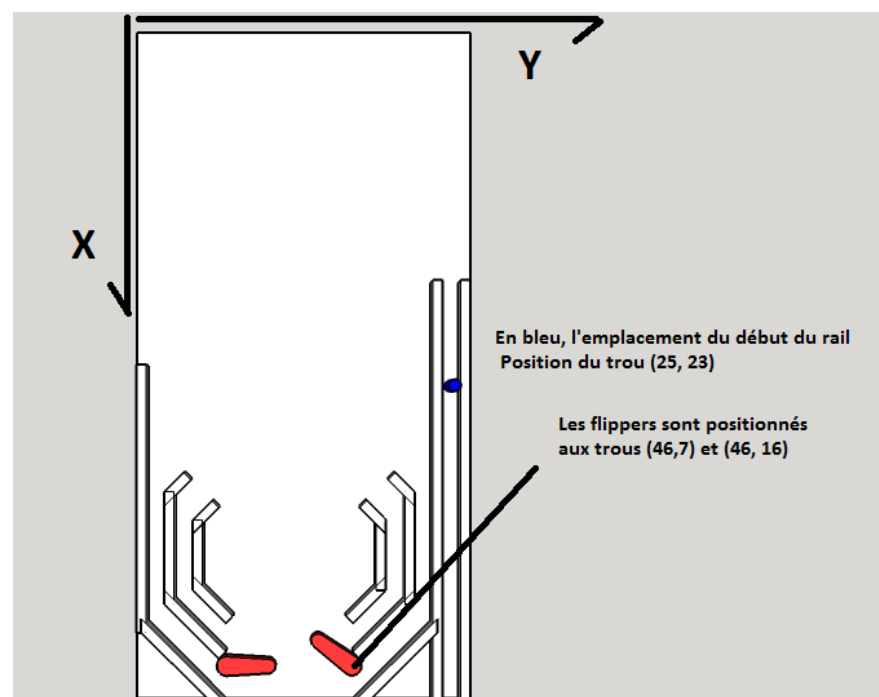
- Le rail

En saisissant les données pour figurer le rail, vous prenez les hauteurs qui vous permettront de générer le centre du rail. Ainsi, le diamètre du rail virtuel devrait être légèrement supérieur à celui de la bille. Le rail doit débiter au trou (25,23).

○ Les flippers

Les positions des axes de rotations des flippers sont fixes car elles dépendent du montage imposé. L'un des axes se trouve au trou (46,7) et l'autre au trou (46,16). Les flippers peuvent effectuer une rotation maximale de  $90^\circ$  dans le sens horaire ou anti-horaire selon le flipper concerné. Les flippers ont une longueur totale de  $4'' \frac{1}{2}$ , une largeur de  $\frac{3}{4}''$  et une hauteur de  $1''$ . L'axe de rotation se trouve à  $\frac{1}{2}''$  de l'extrémité.

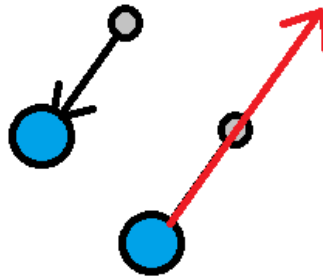
*Pour le cours de mathématiques, du moins, vous devez créer et animer les flippers en considérant ceux-ci comme des prismes rectangulaires.*



○ Les bumpers

Un modèle de bumper créé avec Sketchup vous sera fourni. Celui-ci diffère des bumpers physiques qui sont simplement des tubes cylindriques en carton. Le modèle virtuel de Sketchup peut être inséré dans Maple mais ne peut être animé. Pour le cours de mathématiques, nous exploiterons simplement des cylindres pour simuler les effets d'un contact entre la bille et les bumpers.

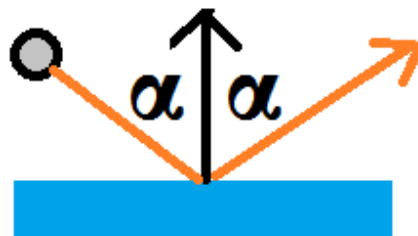
**EFFET DES BUMPER :** Au contact, les bumpers doublent la vitesse de la bille dans une direction opposée à celle de contact.



○ Les slingshots

Les slingshots sont, en fait, des bumpers linéaires. Les dimensions et le nombre de slingshots que vous souhaitez disposer sont personnalisés puisqu'il ne s'agit, physiquement, que des gougeons reliés par un élastique.

EFFET DES SLINGSHOT : Les slingshots, comme les bumpers linéaires, doublent la vitesse de la bille en respectant l'angle entre la trajectoire de la bille et celle de la normale des slingshots.



○ Les cibles tombantes

Les cibles tombantes sont des panneaux de 1" x 1/8" (surdimensionnés sur la maquette physique). La cible pivote dans le plateau de jeu au contact de la bille. L'axe de pivot des cibles est laissé à votre choix. Nous les verrons comme des portions de plans donc sans l'épaisseur de 1/8".

EFFET DES CIBLES TOMBANTES : Au contact, les cibles ralentissent de moitié la vitesse de la bille SANS changer la direction de celle-ci.

## **D. Étapes à suivre pour le cours de mathématiques**

Voici les différentes étapes à suivre pour la réalisation de l'activité pour le cours de mathématiques.


*Notez que les étudiants qui ne sont pas inscrits dans le cours d'informatique doivent tout de même réaliser l'activité demandée.*


- **Étape 1 : Formation des équipes de 2 étudiant(e)s**

 Complétez la liste des équipes affichée au L-217.

- **Étape 2 : Collecte des données sur la maquette**

La maquette se trouve au S-308. Respectez la procédure expliquée par vos enseignants pour procéder à la collecte des données pour la spline qui décrira le rail, positionner les composantes de jeu (bumpers, slingshots, cibles, etc.) et donner l'allure des parois qui finaliseront les bordures du plateau.


 Complétez la copie papier ainsi que le fichier Excel *DonneesSaisies.xlsx*<sup>1</sup>. Ces fichiers sont à remettre à l'enseignant.

 Prenez une photo de la maquette complétée. Élément à inclure dans le fichier Maple.

 Décidez d'un angle au plateau de jeu (à inscrire dans le fichier Excel et sa copie papier).


- **Étape 3 : Entrée des données saisies et génération de la spline 3d.**

 Suivez les étapes dictées dans le fichier pour générer la spline 3d à retourner à Unity.

 Une section est prévue pour que vous développiez votre propre commande spline que nous nommerons ZeSpline.

- **Étape 4 : Création des vecteurs tangents**

Suivez les étapes dictées dans le fichier.

 Vous devez générer, en un temps quelconque, le cercle et des points sur celui-ci qui permettraient de générer le rail dans Unity.

---

<sup>1</sup> Dans le fichier Maple pour la p.f.i., on montre qu'il est possible de lire les éléments d'un fichier Excel depuis Maple.

**ATTENTION :** TOUTES LES ANIMATIONS DEMANDÉES DEVRAIENT ÊTRE EFFECTUÉES DANS UN PLATEAU DE JEU NON INCLINÉ.

○ **Étape 5 : Animation du tir de départ**



Un ressort animé est fourni. Animez, par des transformations séquencées, le mouvement d'une bille passant de l'état de repos jusqu'à la sortie du rail. Nous devrions voir la bille reculer suite à la compression du ressort, avancer en ligne droite et pénétrer dans le rail. Votre animation doit comporter le ressort, le plateau, le rail et la bille.

○ **Étape 6 : Animation des flippers**



Animez la rotation indépendante des deux flippers. Respectez les limites imposées pour la rotation de ceux-ci.

Pour les étapes 7, 8 et 9, simulez un mouvement rectiligne de la bille AVANT et APRÈS le contact. Pour les 3 étapes, il est plus pertinent de voir le contact que l'entièreté du jeu. Ainsi, omettez les éléments superflus tels que le plateau, le rail et les composants non directement impliqués.

○ **Étape 7 : Animation d'un contact avec un bumper**



Pour faciliter l'interaction avec les bumpers, positionnez les bumpers créés avec Sketchup et ajoutez autour de ceux-ci des cylindres semi-transparents. Ce sera le contact avec ces cylindres qui feront office de contact avec les bumpers.



Animez le contact de la bille avec l'un des bumpers selon l'effet de ceux-ci décrit dans la section C. Vous pouvez (*pour des points boni*) simuler le contact avec un bumper en faisant vibrer (par des homothéties, par exemple) le cylindre simulant le bumper.

○ **Étape 8 : Animation d'un contact avec un slingshot**



Créez votre slingshot dans Maple en le représentant comme une portion de plan OU un prisme rectangulaire. La normale de ce plan est importante. Ainsi, vous devrez l'afficher à l'animation à créer.



Animez le contact de la bille avec un slingshot selon l'effet de ceux-ci décrit dans la section C. IL DOIT Y AVOIR UN ANGLE.



○ **Étape 9 : Animation d'un contact avec une cible tombante**



Créez et positionnez vos cibles tombantes dans Maple. Une procédure le fait pour vous et est fournie.



Animez le contact de la bille avec une cible tombante selon l'effet de celles-ci décrit dans la section C. On devrait voir à la fois la bille ralentir et la cible pivoter.



- **Étape 10 : Complétion du plateau** Complétez le plateau de jeu en le voyant sans inclinaison et en ajoutant les parois exigées dont l'une doit être circulaire telle une portion de cylindre OU des courbes splines.

○ **Étape 11 : BONUS**



Ceux qui le souhaitent peuvent ajouter du corps au plateau de jeu incliné comportant les diverses composantes en ajoutant une base au flipper et un frotton. Vous pouvez draper ces éléments et même le plateau en y insérant des images de flipper. Par contre, au lieu d'incliner tous les éléments déjà construit, il serait préférable de créer une base et un fronton qui respecte l'angle d'inclinaison que vous avez choisi.

---

## **E. Condition de remise**

Dans un fichier .zip, nommé PFI2NYCVosNoms,

- Remettre le fichier Maple complété en le nommant PFI2NYCVosNoms.mw.
- Remettre un gif animé de chacune des animations que vous avez créées.
- Remettre le fichier Excel de la saisie de vos données.
- Inclure dans le dossier les fichiers .obj du plateau et du bumper.

Date de remise : \_\_\_\_\_