**Titre du cours : Physique dans le jeu vidéo** 

Plan de cours

**Code officiel : 203-J28-BB**

**Programme d’études : Programmeur de jeux vidéo LEA.C7-H21**

Session visée par le cours : Session 3 : 13 mai au 9 août 2024

Durée : 60 heures

Discipline : Physique

|  |  |
| --- | --- |
| **Préalables :** | Algèbre vectorielle appliquée, Programmation 2 |
| **Préparatoire à :** | Intelligence Artificielle 1 |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Pondération Nombre d’heures par semaine** | | |
| Heures/contact en classe | Heures de laboratoire ou de travail dirigé | Heures de travail à la maison ou à la bibliothèque |
| 2 | 2 | 4 |

|  |  |
| --- | --- |
| **Nom du ou des enseignants de ce cours** | **Coordonnées : téléphone, courriel, bureau** |
| Antoine McNabb-Baltar | antoine.mcnabbbaltar@bdeb.qc.ca |

Ce plan de cours est un guide mis à votre disposition pour organiser vos activités d’études et de travail liées à ce cours. Il est donc important que vous en preniez connaissance, de façon attentive, puisqu’il vous renseigne sur les apprentissages à réaliser, les exigences du cours et les éléments essentiels de son déroulement. **Après que l’enseignant vous ait remis et expliqué le plan de cours, son contenu ne peut pas être modifié sans que vous ayez été consulté.**

|  |  |
| --- | --- |
| ***Place du cours dans le programme d’études*** | |
| Plus particulièrement, ce cours dans le programme d’études a pour but de permettre à l’étudiant de s’approprier les notions de base d’un moteur de simulation physique utilisé dans les jeux vidéo.  D’abord, l’étudiant devra se familiariser avec les notions de mécaniques classiques afin de comprendre le mouvement d’un corps rigide. Ensuite, on présentera le fonctionnement général d’un moteur de physique ainsi que différents algorithmes et techniques utilisés dans les différentes phases de la simulation physique.  Tout au long du cours, l’étudiant sera amené à mettre en pratiques ses acquis théoriques et pratiques dans le cadre d’une implémentation d’un moteur simple de physique en deux dimensions (2D). L’utilisation d’un moteur physique pour créer une mécanique de jeu ainsi que son interaction avec les autres modules du moteur de jeu sera davantage abordée dans le cadre du cours Utilisation d’un engin de jeu vidéo (420-J31-BB).  Le cours physique dans le jeu vidéo est un cours qui présente la physique telle qu’elle est utilisée dans l’industrie du jeu vidéo. Ce n’est pas un cours de physique théorique où l’objectif serait de résoudre algébriquement des problèmes de physique, mais plutôt de présenter des techniques numériques permettant d’approximer à l’aide d’un ordinateur un mouvement physique.  Ce cours ne vise pas à former un programmeur spécialisé en physique, mais bien un programmeur de jeu capable d’utiliser un module de physique afin de créer des mécaniques de jeu utilisant la physique. Par conséquent, on aura avantage à laisser de côté l’aspect purement théorique au profit d’une approche pratique basée sur l’implémentation de principes physiques dans un contexte de jeu.  Tout cours vise l’atteinte d’une ou de plusieurs compétences prescrites par le Ministère. Une compétence fait appel à des connaissances que vous possédez déjà et vous amène à acquérir de nouveaux savoirs et à développer de nouvelles habiletés. L’atteinte de la compétence est importante pour votre développement professionnel ou pour répondre à des exigences universitaires. | |
| **Compétence(s) à atteindre dans ce cours** | **Éléments de compétence  (principales étapes de réalisation)** |
| Appliquer des notions de mécanique classique et des méthodes numériques pour simuler des objets physiques en mouvement. | 1. Décrire les lois de la physique mécanique et les propriétés des corps rigides. 2. Résoudre numériquement les équations du mouvement. 3. Utiliser une interface de programmation (API) d’un engin de physique. 4. Utiliser l’algèbre vectorielle pour simuler des collisions entre des objets. 5. Expliquer le fonctionnement d’un moteur de physique |

| Objectif terminal : | **1. Résoudre des problèmes simples de cinématique** | | |
| --- | --- | --- | --- |
| **Objectifs spécifiques** | | **Contenu détaillé** | **Calendrier** |
| Connaître les concepts de base la cinématique | | Retour/résumé sur les concepts de base d’algèbre linéaire.  • Vecteur, Vecteur unitaire et direction.  • Opération sur les vecteurs ( Addition, soustraction, Produit scalaire, produit vectoriel )    Cinématique 2D:  • Vitesse moyenne et instantanée  • Accélération moyenne et instantanée  • Vélocité linéaire et angulaire  • Accélération linéaire & angulaire  Survol des concepts de dérivés et intégrations  • Définition des équations différentielles  • Différence entre vélocité et accélération  • Définition du calcul intégral. | 2h |
| Comprendre les lois décrivant la dynamique d’un corps libre | | - Introduction aux Lois de Newton | 1h |
| Implémentation Simulation balistique | | Setup de Box2D  HelloWorld  Implémentation d’un objet en mouvement dans Box2D | 2h |

| Objectif terminal : | **2. Décrire les principes de la dynamique Newtonienne** | | |
| --- | --- | --- | --- |
| **Objectifs spécifiques** | | **Contenu détaillé** | **Calendrier** |
| Décrire les principes de la dynamique Newtonienne | | :  • Masse  • Forces  • Trois lois de Newton  • Impulsions et quantité de mouvement  • Moment de forces  • Somme des forces | 2h |
| Implémentation d’un système de particule en prenant compte de la dynamique Newtonienne. | | Appliquer les lois de Newton pour calculer le mouvement d’une particle.  Implémentation d’une particule newtonienne dans Box2D | 2h |
| Comprendre les collisions dans un système de particule | | • Collision inélastique  • Collision élastique  • Collision oblique | 2h |

| Objectif terminal : | **3. Décrire les propriétés des corps rigides** | | |
| --- | --- | --- | --- |
| **Objectifs spécifiques** | | **Contenu détaillé** | **Calendrier** |
| Comprendre la notion de corps rigide | | Corps rigides :  • Centre de masse  • Moment d’inertie  • Équations du mouvement  • Contraintes entre corps rigides (Contact, rotule, pivot, glissière) | 2h |
| Énoncer l’équation du mouvement d’un corps rigide | | •Somme des forces qui agissent sur un corps rigide. | 2h |
| Implémentation d’un système simple de corps rigide. | | •Implémentation d’un corps simple avec centre de masse et moment d’inertie | 2h |

| Objectif terminal : | **4. Différencier les types de corps et leurs utilisations respectives.** | | |
| --- | --- | --- | --- |
| **Objectifs spécifiques** | | **Contenu détaillé** | **Calendrier** |
| Comprendre la notion de corps  déformable | | • Déformations élastiques  • Déformations plastiques | 2h |
| Comprendre les notions de contrainte dans les corps déformables | | •Systèmes de contraintes  •La loi de Hooke  •Limite élastique | 2h |

| Objectif terminal : | **5. Comprendre l’implémentation des corps système multicorps** | | |
| --- | --- | --- | --- |
| **Objectifs spécifiques** | | **Contenu détaillé** | **Calendrier** |
| Implémenter des phénomènes  physiques multicorps | | •Systèmes de particules 2D  •Systèmes masse-ressort 1D et 2D | 4h |

| Objectif terminal : | **6. Formulation mathématique de différents types de force.** | | |
| --- | --- | --- | --- |
| **Objectifs spécifiques** | | **Contenu détaillé** | **Calendrier** |
| Comprendre les différents types de force et leur formulation mathématique | | Types de forces :  • Force gravitationnelle  • Force de friction  • Force d’un ressort  • Force d’amortissement visqueux  • Champ de force | 2h |
| Implémentation d’un système de particules | | • Équation du mouvement d’une masse ponctuelle  • Accumulation vectorielle de forces externes  Exemples d’utilisation : Attracteur gravitationnel, Pendule, Système masse-ressort | 2h |

| Objectif terminal : | **7.Identification sommaire des enjeux reliés aux calculs numériques.** | | |
| --- | --- | --- | --- |
| **Objectifs spécifiques** | | **Contenu détaillé** | **Calendrier** |
| Connaitre les techniques d’intégration numériques | | L’algorithme d’intégration d’Euler  L’intégration de Verlet | 2h |
| Comprendre les principes reliés a la discrétisation des équations et l’intégration numérique. | | Enjeux de l’intégration numérique :  • Intervalles de temps  • Convergence et stabilité  • Précision numérique | 2h |

| Objectif terminal : | **8. Reconnaître adéquatement les types de contacts** | | |
| --- | --- | --- | --- |
| **Objectifs spécifiques** | | **Contenu détaillé** | **Calendrier** |
| Comprendre les différents types de contact. | | • Contact statique vs collision  • Friction statique vs dynamique | 2h |
| Comprendre les différents types de collisions et le principe de restitution | | • Collision inélastique  • Collision élastique  • Collision oblique  • Restitution | 2h |
| Implémentation d’un système de collision simple entre particule | | Implémenter un système de collision inélastique | 2h |

| Objectif terminal : | **9. Implémenter une détection de collision** | | |
| --- | --- | --- | --- |
| **Objectifs spécifiques** | | **Contenu détaillé** | **Calendrier** |
| Comprendre les différents algorithmes de détection de collision | | Détection de collision entre polygones convexes : Théorème des axes séparateurs (SAT)  Algorithme de détection de collision AABB. | 3h. |
| Optimisation des opérations | | - Boite englobante  - Structure hiérarchique | 3h |

| Objectif terminal : | **10. Implémenter une réponse à une collision en mouvement** | | |
| --- | --- | --- | --- |
| **Objectifs spécifiques** | | **Contenu détaillé** | **Calendrier** |
| Implémenter un système un système de collision en mouvement | | • Conservation de la quantité de mouvement  • Utilisation de la normale et du point de contact d’une collision.  • Utilisation de la normale et du point de contact d’une collision. | 4h |

| Objectif terminal : | **11. Utilisation d’un moteur physique** | | |
| --- | --- | --- | --- |
| **Objectifs spécifiques** | | **Contenu détaillé** | **Calendrier** |
| Introduction au différent moteur physique | | Présentation des différentes librairies utilisées par l’industrie du jeu vidéo sur le marché (Box2D, Bullet, Havok, PhysX, ODE, etc.) | 1h |
| Prise en main de Box2D | | - Centre de masse  - Tenseur d’inertie | 2h |
| Assembler des objets rigides | | - Contrainte  - Jonction | 3h |

| Objectif terminal : | **12. Utiliser adéquatement les différentes requêtes de collision** | | |
| --- | --- | --- | --- |
| **Objectifs spécifiques** | | **Contenu détaillé** | **Calendrier** |
| Comprendre le fonctionnement interne d’un moteur de simulation physique | | 1. Intégration des vélocités  2. Détermination des paires d’objets  3. Phase d’élagage  4. Algorithmes d’élagage  5. Algorithmes de détection de collisions discrètes et continues (CCD)  6. Algorithmes de résolutions d’interpénétrations | 3h |
| Comprendre les algorithmes d’élagage | | Les différents algorithmes de la phase d’élagage:   * Les volumes englobants * Les différents principes de la phase d’élagage. | 1h |
| Comprendre les algorithmes de détection de collisions discrètes et continues | | différencier les algorithmes de détection discrètes et continue.  Les algorithmes de partitionnement spatial :   * La grille uniforme * La grille hiérarchique * Les arbres quaternaires * Les arbres binaires * Le partitionnement spatial ( méthode de tri et balayage ) ­ | 1h |

Cette planification demeure une projection du déroulement du cours. Celle-ci peut subir des changements, **avec préavis**.

| ***Méthodes d’enseignement et d’apprentissage*** |
| --- |
| Voici les différentes méthodes d’enseignement et d’apprentissage que l’enseignant utilisera pour vous amener à atteindre les objectifs terminaux visés par ce cours. |

|  |
| --- |
| ***Modalités d’évaluation*** |

| **Évaluation formative** |
| --- |
| L’évaluation formative consiste à des activités dont le but est de vous aider, pendant l'apprentissage, à distinguer ce qui est acquis de ce qui ne l'est pas, de découvrir où et en quoi vous éprouvez des difficultés d'apprentissage et à proposer les correctifs appropriés.  Les évaluations formatives suivantes seront utilisées tout au long du cours : les exercices, les travaux pratiques et les quiz. |

|  |
| --- |
| **Évaluation sommative** |
| L’évaluation sommative consiste à mesurer l’apprentissage portant uniquement sur l’atteinte des objectifs terminaux du cours, pour vous donner une note au bulletin. Le minimum requis pour réussir le cours est de 60% et la réussite du cours est obligatoire pour obtenir le diplôme.  Le jugement de l’enseignant doit se faire par des activités évaluées à partir de critères connus par vous. Ces activités ont une pondération substantielle et leur réussite est déterminante sur le cheminement futur de vos apprentissages. La décision finale demeure le jugement de l’enseignant; il est de sa responsabilité de déterminer si vous avez atteint le seuil minimal de réussite, en tenant compte de différents facteurs lui permettant de prendre une décision.  Vous trouverez, ci-dessous, la forme des différentes activités d’évaluation ainsi que leurs critères qui permettront de juger du degré de maîtrise de la compétence. Pour chacun, la pondération et le moment de passation sont indiqués. |

| **Forme** | **Critères d’évaluation** | **Pondération** | **Échéancier** |
| --- | --- | --- | --- |
| Devoir 1 | * Implémentation d’une simulation physique en 2D à partir de l’équation sur la, cinématique et dynamique de particule * Respect des consignes * Compréhension | 10 % | Semaine 2 |
| Devoir 2 | * Implémentation correcte d’une fonction de réponse à la suite d’une collision entre un objet et l’environnement. * Collision avec sol * Respect des consignes * Compréhension | 10 % | Semaine 4 |
| Devoir 3 | * Implémentation d’un système complexe de physique prenant en compte la cinématique et la physique des corps rigide. * Respect des consignes * Compréhension | 10 % | Semaine 8 |
| Devoir 4 | * Utilisation juste des algorithmes simples de détection de collisions entre primitives géométriques avec les algorithmes enseignée en classe. * Respect des consignes * Compréhension | 10 % | Semaine 10 |

Examen Mi-Session :

| **Forme** | **Critères d’évaluation** | **Pondération** | **Échéancier** |
| --- | --- | --- | --- |
| Examen théorique Examen pratique | * Implémentation d’une simulation physique en 2D prenant en compte * Respect des consignes * Compréhension | 30 %  ( 15% - 15% ) | Semaine 5 |

Examen final :

| **Forme** | **Critères d’évaluation** | **Pondération** | **Échéancier** |
| --- | --- | --- | --- |
| Examen théorique Examen pratique | * Implémentation d’une simulation physique en 2D à partir de l’équation sur l’entièreté du cours ( Ex : Collision destructive ) * Examen théorique sur la compréhension des concepts de physique enseigné. * Respect des consignes * Compréhension | 40 %  ( 20 % - 20% ) | Fin du semestre |

| ***Objectifs relatifs à la langue française*** |
| --- |
| La Politique de valorisation de la langue française précise des modalités pour vous assurer la maîtrise du français. Pour améliorer la qualité de la langue, les examens sont sujets à une évaluation de la qualité du français. |

| ***Règles particulières*** | |
| --- | --- |
| Ces règles sont des exigences particulières que vous devez respecter pour assurer votre réussite et l’atteinte de la ou des compétences visées par ce cours. | |
| Présence aux cours et aux activités d’apprentissage | La présence et la participation active aux cours et aux autres activités d’apprentissage favorisent la réussite et la qualité des apprentissages. Il appartient donc à l’étudiant qui s’absente ou prévoit s’absenter d’une activité pédagogique de se renseigner sur la matière vue pendant son absence, ainsi que sur les travaux à faire ou les évaluations à venir.  La seule présence aux cours ou aux activités d’apprentissage ne peut pas constituer un objet ou un critère d’évaluation.  Certains objectifs terminaux ne peuvent toutefois être atteints sans la participation aux activités d’apprentissage. Ainsi, dans les cours où l’évaluation des apprentissages repose sur l’observation de l’enseignant (stages, séances de laboratoire, cours d’éducation physique, etc.) ou sur la contribution de l’étudiant à un travail d’équipe, des absences répétées peuvent placer l’étudiant en situation d’échec. (PIEA 2019, p. 6) |
| Absence à une épreuve sommative | Dans le cas d'une absence justifiée par une raison valable (par exemple : maladie, accident ou décès dans la famille proche), l'étudiant communique avec son enseignant dans les délais prévus dans le plan de cours pour fixer les modalités et le moment de la passation d’une épreuve équivalente. Une absence non justifiée à cette reprise entraîne la note zéro. Dans les cas d'absences prévues et justifiées, l’enseignant et l'étudiant conviennent d’avance des accommodements possibles.  L'étudiant qui, sans raison valable, ne se présente pas à une épreuve se voit attribuer la note zéro pour celle-ci. (PIEA 2019, p.7) |
| Respect des échéances | Chaque journée de retard dans la remise d’un travail entraîne une diminution de 5% de la note attribuée. Tout travail non remis à l’enseignant dans un délai de trois jours ouvrables après l’échéance n’est pas considéré et la note zéro est attribuée. L’enseignant refuse le travail d’un étudiant si les autres membres de la classe possèdent déjà les résultats de l’évaluation de ce même travail : la note zéro est alors octroyée. Quand une raison valable justifie le retard (par exemple : maladie, accident ou décès dans la famille proche), l’étudiant s’entend avec l’enseignant sur les modalités de remise de son travail. (PIEA 2019, p. 8) |
| Précisions relatives à la fraude et au plagiat | Toute fraude (incluant le plagiat), toute tentative de fraude ou toute collaboration à une fraude avant ou pendant une épreuve est sanctionnée selon les modalités rendues publiques par le Collège. Selon la nature de la fraude ou du plagiat, les sanctions suivantes peuvent s’appliquer :   * la note zéro pour la partie de l’épreuve ou du travail * la note zéro pour l’épreuve ou le travail * l’échec au cours, si la valeur pondérée de l’épreuve ou du travail le justifie   et, s’il y a récidive,   * la suspension du Collège pour une session * l’expulsion du Collège (PIEA 2019, p. 9) |
| Autres règles | Les étudiants doivent faire preuve de bienséance en classe : parler en français, éteindre les cellulaires, arriver à l’heure pour les cours, sinon l’étudiant sera invité à intégrer la classe après la pause. |

| ***Matériel obligatoire*** |
| --- |
| Game Physics Engine Development: How to Build a Robust Commercial-Grade Physics Engine for your Game, 2nd E., Ian Millington (2010), ISBN-10 : 0123819768, IBSN-13: 978-0123819765 (facultatif) |

| ***Médiagraphie*** |
| --- |
| Outre le ou les documents obligatoires, ces documents de base sont des références qui peuvent vous être utiles dans vos activités d’apprentissage. |
| * Game Physics, 2nd Ed., David H. Eberly (2010), ISBN-10: 0123749034, ISBN-13: 978-0123749031 * Real-Time Collision Detection, 1st Ed, Christer Ericson (2004), ISBN-10 : 1558607323, IBSN-13: 978-1558607323 * Game Engine Architecture, 1st Ed., , Matt Whiting (2009), ISBN-10: 1568814135, IBSN-13: 978-1568814131 |

Une image contenant texte, capture d’écran, Police, carte de visite

Description générée automatiquement

9 mai 2024