

**Département d'informatique****IMN 504 / IMN 706 – Animation et rendu temps réel****Plan d'activité pédagogique**

Hiver 2023

---

**Enseignant**

Richard Egli

Courriel : [Richard.Egli@USherbrooke.ca](mailto:Richard.Egli@USherbrooke.ca)

Local : D4-1010-09

Téléphone : +1 819 821-8000 x62018

Disponibilités : Disponible sur Teams et après les cours

---

**Responsable(s)** : Direction du département

---

**Site web du cours** : MS Teams

---

**Horaire**

|                    |          |               |               |
|--------------------|----------|---------------|---------------|
| Exposé magistral : | Lundi    | 13h30 à 15h20 | salle D4-2022 |
|                    | Mercredi | 13h30 à 14h20 | salle D4-2023 |

---

**Description officielle de l'activité pédagogique<sup>1</sup>**

|                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|-----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Cibles de formation : | Maîtriser les concepts et les techniques d'animation par ordinateur ainsi que les techniques avancées de l'infographie temps réel. Être apte à développer des logiciels fonctionnant à l'aide d'un processeur graphique et développer un logiciel pour la création d'animation par ordinateur.                                            |
| Contenu :             | Animations temps réel et image par image. Animation par images-clés. Interpolation de formes. Interpolation paramétrique. Animation algorithmique. Déformations de corps. Cinématique directe et inverse. Simulations dynamiques : directes et inverses. Gestion des ombres, techniques de rendu en espace écran. Systèmes de particules. |
| Crédits               | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Organisation          | 3 heures d'exposé magistral par semaine<br>6 heures de travail personnel par semaine                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Préalable             | IMN401 ;IMN428                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Particularités        | Aucune                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |

---

<sup>1</sup><https://www.usherbrooke.ca/admission/fiches-cours/imn504>

# 1 Présentation

Cette section présente les cibles de formation spécifiques et le contenu détaillé de l'activité pédagogique. Cette section, non modifiable sans l'approbation du comité de programme du Département d'informatique, constitue la version officielle.

## 1.1 Mise en contexte

Le cours d'animation et rendu temps réel se veut une extension des concepts vus dans le cours d'infographie et jeu vidéo (IMN 401). En effet, là où le cours d'infographie et jeu vidéo arrêta au rendu de scènes tridimensionnelles, le cours poursuit en y intégrant les notions de temps, mouvement, déformation et de rendu rapide.

## 1.2 Cibles de formation spécifiques

À la fin de cette activité pédagogique, l'étudiante ou l'étudiant sera capable :

1. De contrôler la position et l'orientation d'un objet ou d'une caméra en fonction du temps ;
2. De déformer un objet en utilisant différentes techniques ;
3. De comprendre les différentes façons de spécifier le temps ;
4. De concevoir une animation basée sur la physique ;
5. D'accélérer grandement des algorithmes de rendu en approximant les calculs ;
6. De concevoir des applications pouvant profiter du processeur graphique.

### 1.3 Contenu détaillé

| Thème | Contenu                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Nbr. d'heures | Objectifs  | Travaux | Lectures               |
|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|------------|---------|------------------------|
| 1     | Contexte technique et outils mathématiques : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Matrices de transformation. Orthonormalisation de matrices</li> <li>• Erreur d'arrondi accumulée. Représentations d'orientation (angle fixe, angle d'Euler, angle et axe, quaternions)</li> <li>• Interpolation (linéaire, cubique, de quaternions) Hermite, Catmull-Rom, forme matricielle</li> </ul> | 5             | 1          |         | Chap. 2 de [3]         |
| 2     | Trajets : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Suivi de trajet</li> <li>• Longueur d'arc</li> <li>• Contrôle du mouvement (fonctions d'accélération, contrôle de la vitesse, contrôle de la distance)</li> <li>• Contrôle de l'orientation</li> </ul>                                                                                                                                    | 6             | 1, 3       | ✓       | Chap. 3 de [3]         |
| 3     | Animation basée sur la physique : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bases de physique mécanique</li> <li>• Intégration numérique</li> <li>• Réseaux de masse-ressort, tissus</li> <li>• Système physique numérique : collision, stabilité numérique</li> </ul>                                                                                                                        | 6             | 2, 4       | ✓       | Chap. 7.1, 7.2 de [3]  |
| 4     | Animation basée sur l'interpolation : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cadres-clé (keyframes) et pistes (track)</li> <li>• Animation par cadres-clé</li> <li>• Animation hiérarchique par squelette</li> <li>• Méthodes de skinning</li> </ul>                                                                                                                                       | 3             | 1, 2, 3, 4 | ✓       | Chap 4.1 de [3]<br>[2] |
| 5     | Rendu programmable : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pipeline programmable</li> <li>• Types de nuanceurs : vertex, géométrie, fragment</li> <li>• Exemple de nuanceurs complets</li> </ul>                                                                                                                                                                                          | 3             | 5, 6       | ✓       | Chap. 3 de [1]         |
| 6     | Déformation d'objets : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sélection et traction</li> <li>• Déformation de l'espace englobant : <ul style="list-style-type: none"> <li>– déformation par grille 2D</li> <li>– déformation de l'espace global</li> <li>– déformation de forme libre (FFD)</li> <li>– déformation de forme composite</li> </ul> </li> </ul>                               | 3             | 2          | ✓       | Chap. 4.3 de [3]       |

|   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |   |      |   |                                 |
|---|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|------|---|---------------------------------|
| 7 | Rendu temps réel : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ombres <ul style="list-style-type: none"> <li>– ombre projetée</li> <li>– texture d'ombre</li> <li>– carte d'ombre</li> <li>– volume d'ombre</li> </ul> </li> <li>• Occultation ambiante <ul style="list-style-type: none"> <li>– hors-ligne</li> <li>– en espace écran</li> <li>– directionnelle en espace écran</li> </ul> </li> <li>• Rendu différé et post-processing</li> </ul> | 6 | 5, 6 | ✓ | Chap. 7, 11 de [1]<br>[4]       |
| 8 | Cinématique inverse                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 3 | 2    |   | Chap. 5 de [3]                  |
| 9 | Modèles pour l'animation : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Systèmes de particules</li> <li>• Surfaces implicites et rendu</li> <li>• L-Systemes (si le temps le permet)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                      | 3 | 2    |   | Chap. 7.3, 12.1,<br>12.2 de [3] |

1. Le cours doit comprendre au moins quatre travaux pratiques couvrant tous les sujets marqués «✓» dans le tableau.
2. Les lectures indiquées ne sont là qu'à titre indicatif. L'enseignant est libre de choisir un autre document de référence.

## 2 Organisation

Cette section propre à l'approche pédagogique de chaque enseignante ou enseignant présente la méthode pédagogique, le calendrier, le barème et la procédure d'évaluation ainsi que l'échéancier des travaux. Cette section doit être cohérente avec le contenu de la section précédente.

### 2.1 Méthode pédagogique

Une semaine comprend trois heures de cours magistraux. La plupart des présentations en classe se feront à l'aide de diapositives disponibles dans les fichiers de Teams, en format pdf. Tout au long de la session, l'étudiante ou l'étudiant devra implémenter certaines des notions vues en classe à travers quatre travaux pratiques. Des instructions particulières seront données pour chacun des travaux. Vous aurez environ deux semaines pour faire chacun des travaux pratiques en *Visual C++ 2019*. En ce qui concerne les examens, seules des notes manuscrites non photocopiées sont admises (5 pages recto verso pour l'examen intra et 10 pages recto verso pour l'examen final) ainsi qu'une calculatrice. Tout manuel et notes de cours imprimées sont interdits.

Compte tenu du contexte actuel (pandémie due au COVID-19), il se peut que le cours ait lieu en totalité ou en partie à distance d'une façon différente de ce qui est énoncé ci-dessus. Notez que vous en serez informés rapidement si tel est le cas.

### 2.2 Calendrier

| Semaine | Date       | Thème             |
|---------|------------|-------------------|
| 1       | 2023-01-02 |                   |
| 2       | 2023-01-09 | 1                 |
| 3       | 2023-01-16 | 1 et 2            |
| 4       | 2023-01-23 | 2                 |
| 5       | 2023-01-30 | 2 et 3            |
| 6       | 2023-02-06 | 3                 |
| 7       | 2023-02-13 | 3 et 4            |
| 8       | 2023-02-20 | Examen périodique |
| 9       | 2023-02-27 | Relâche           |
| 10      | 2023-03-06 | 4 et 5            |
| 11      | 2023-03-13 | 5 et 6            |
| 12      | 2023-03-20 | 6 et 7            |
| 13      | 2023-03-27 | 7                 |
| 14      | 2023-04-03 | 7 et 8            |
| 15      | 2023-04-10 | 8 et 9            |
| 16      | 2023-04-17 |                   |
| 17      | 2023-04-24 | Examen final      |

### 2.3 Évaluation

|              |      |
|--------------|------|
| Examen intra | 30 % |
| Examen final | 38 % |

Les TP comptent pour 32% : tp1 8%, tp2 8%, tp3 5% et tp4 11%.

#### 2.3.1 Qualité de la langue et de la présentation

Conformément à l'article 17 du règlement facultaire d'évaluation des apprentissages<sup>2</sup> l'enseignante ou l'enseignant peut retourner à l'étudiante ou à l'étudiant tout travail non conforme aux exigences quant à la qualité de la langue et aux normes de présentation.

<sup>2</sup>[https://www.usherbrooke.ca/sciences/fileadmin/sites/sciences/Etudiants\\_actuels/Informations\\_academiques\\_et\\_reglements/2017-10-27\\_Reglement\\_facultaire\\_-\\_evaluation\\_des\\_apprentissages.pdf](https://www.usherbrooke.ca/sciences/fileadmin/sites/sciences/Etudiants_actuels/Informations_academiques_et_reglements/2017-10-27_Reglement_facultaire_-_evaluation_des_apprentissages.pdf)

### 2.3.2 Plagiat

Le plagiat consiste à utiliser des résultats obtenus par d'autres personnes afin de les faire passer pour sien et dans le dessein de tromper l'enseignante ou l'enseignant. Vous trouverez en annexe un document d'information relatif à l'intégrité intellectuelle qui fait état de l'article 9.4.1 du Règlement des études<sup>3</sup>. Lors de la correction de tout travail individuel ou de groupe une attention spéciale sera portée au plagiat. Si une preuve de plagiat est attestée, elle sera traitée en conformité, entre autres, avec l'article 9.4.1 du Règlement des études de l'Université de Sherbrooke. L'étudiante ou l'étudiant peut s'exposer à de graves sanctions qui peuvent être soit l'attribution de la note E ou de la note zéro (0) pour un travail, un examen ou une activité évaluée, soit de reprendre un travail, un examen ou une activité pédagogique. Tout travail suspecté de plagiat sera transmis au Secrétaire de la Faculté des sciences. Ceci n'indique pas que vous n'avez pas le droit de coopérer entre deux équipes, tant que la rédaction finale des documents et la création du programme restent le fait de votre équipe. En cas de doute de plagiat, l'enseignante ou l'enseignant peut demander à l'équipe d'expliquer les notions ou le fonctionnement du code qu'elle ou qu'il considère comme étant plagié. En cas d'incertitude, ne pas hésiter à demander conseil et assistance à l'enseignante ou l'enseignant afin d'éviter toute situation délicate par la suite.

## 2.4 Échéancier des travaux

Le non-respect de la date de remise entraîne une pénalité de 10% par jour de retard.

## 2.5 Utilisation d'appareils électroniques et du courriel

Selon le règlement complémentaire des études, section 4.2.3<sup>4</sup>, l'utilisation d'ordinateurs, de cellulaires ou de tablettes pendant une prestation est interdite à condition que leur usage soit explicitement permise dans le plan de cours.

Dans ce cours, l'usage de téléphones cellulaires, de tablettes ou d'ordinateurs est autorisées. Cette permission peut être retirée en tout temps si leur usage entraîne des abus.

Tel qu'indiqué dans le règlement universitaire des études, section 4.2.3<sup>5</sup>, toute utilisation d'appareils de captation de la voix ou de l'image exige la permission de la personne enseignante.

**Note :** L'utilisation du courriel est recommandée pour poser vos questions à l'extérieur des périodes de cours.

## 3 Matériel nécessaire pour l'activité pédagogique

Diapositives dans Teams.

## 4 Références

- [1] AKENINE-MILLER, TOMAS AND HAINES, ERIC AND HOFFMAN, NATY : *Real-Time Rendering, Fourth Edition*. A. K. Peters, Ltd., Natick, MA, USA, 4th édition, 2018.
- [2] KAVAN, LADISLAV AND ŽÁRA, JIŘÍ : Spherical Blend Skinning : A Real-time Deformation of Articulated Models. *In Proceedings of the 2005 Symposium on Interactive 3D Graphics and Games*, pages 9–16, New York, NY, USA, 2005. ACM.
- [3] PARENT, RICK : *Computer Animation : Algorithms and Techniques*. Morgan Kaufmann Publishers Inc., San Francisco, CA, USA, 3 édition, 2012.
- [4] RITSCHEL, TOBIAS AND GROSCH, THORSTEN AND SEIDEL, HANS-PETER : Approximating Dynamic Global Illumination in Image Space. *In Proceedings of the 2009 Symposium on Interactive 3D Graphics and Games*, pages 75–82, New York, NY, USA, 2009. ACM.

<sup>3</sup><https://www.usherbrooke.ca/registraire/droits-et-responsabilites/reglement-des-etudes/>

<sup>4</sup>[https://www.usherbrooke.ca/sciences/fileadmin/sites/sciences/Etudiants\\_actuels/Informations\\_academiques\\_et\\_reglements/Sciences\\_Reglement\\_complementaire.pdf](https://www.usherbrooke.ca/sciences/fileadmin/sites/sciences/Etudiants_actuels/Informations_academiques_et_reglements/Sciences_Reglement_complementaire.pdf)

<sup>5</sup><https://www.usherbrooke.ca/registraire/droits-et-responsabilites/reglement-des-etudes/>

## **L'intégrité intellectuelle passe, notamment, par la reconnaissance des sources utilisées. À l'Université de Sherbrooke, on y veille!**

---

### **Extrait du Règlement des études (Règlement 2575-009)**

#### **9.4.1 DÉLITS RELATIFS AUX ÉTUDES**

Un délit relatif aux études désigne tout acte trompeur ou toute tentative de commettre un tel acte, quant au rendement scolaire ou une exigence relative à une activité pédagogique, à un programme ou à un parcours libre.

Sont notamment considérés comme un délit relatif aux études les faits suivants :

- a) commettre un plagiat, soit faire passer ou tenter de faire passer pour sien, dans une production évaluée, le travail d'une autre personne ou des passages ou des idées tirés de l'œuvre d'autrui (ce qui inclut notamment le fait de ne pas indiquer la source d'une production, d'un passage ou d'une idée tirée de l'œuvre d'autrui);
  - b) commettre un autoplagiat, soit soumettre, sans autorisation préalable, une même production, en tout ou en partie, à plus d'une activité pédagogique ou dans une même activité pédagogique (notamment en cas de reprise);
  - c) usurper l'identité d'une autre personne ou procéder à une substitution de personne lors d'une production évaluée ou de toute autre prestation obligatoire;
  - d) fournir ou obtenir toute aide non autorisée, qu'elle soit collective ou individuelle, pour une production faisant l'objet d'une évaluation;
  - e) obtenir par vol ou toute autre manœuvre frauduleuse, posséder ou utiliser du matériel de toute forme (incluant le numérique) non autorisé avant ou pendant une production faisant l'objet d'une évaluation;
  - f) copier, contrefaire ou falsifier un document pour l'évaluation d'une activité pédagogique;
- [...]

#### **Par plagiat, on entend notamment :**

- Copier intégralement une phrase ou un passage d'un livre, d'un article de journal ou de revue, d'une page Web ou de tout autre document en omettant d'en mentionner la source ou de le mettre entre guillemets;
- reproduire des présentations, des dessins, des photographies, des graphiques, des données... sans en préciser la provenance et, dans certains cas, sans en avoir obtenu la permission de reproduire;
- utiliser, en tout ou en partie, du matériel sonore, graphique ou visuel, des pages Internet, du code de programme informatique ou des éléments de logiciel, des données ou résultats d'expérimentation ou toute autre information en provenance d'autrui en le faisant passer pour sien ou sans en citer les sources;
- résumer ou paraphraser l'idée d'un auteur sans en indiquer la source;
- traduire en partie ou en totalité un texte en omettant d'en mentionner la source ou de le mettre entre guillemets ;
- utiliser le travail d'un autre et le présenter comme sien (et ce, même si cette personne a donné son accord);
- acheter un travail sur le Web ou ailleurs et le faire passer pour sien;
- utiliser sans autorisation le même travail pour deux activités différentes (autoplagiat).

---

## **Autrement dit : mentionnez vos sources**

---