

Université de
Sherbrooke

Département d'informatique IMN 504 – Animation et rendu temps réel

Plan d'activité pédagogique

Hiver 2026

Enseignant	David Hurtubise-Martin
Courriel :	david.hurtubise-martin@usherbrooke.ca
Local :	
Téléphone :	438-399-4085
Disponibilités :	Disponible sur Teams

Site web du cours : <https://moodle.usherbrooke.ca>

Horaire Exposé magistral : Mardi 13 h 00 à 15 h 50 salle L1-6670/L1-3640/L1-12745/L1-6655

Description officielle de l'activité pédagogique¹

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 6 heures de travail personnel par semaine
Préalable	IMN401
Particularités	Aucune

¹<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 *IMN401 infographie et jeu vidéo*. En effet, là où le cours d'infographie et jeu vidéo arrêtaient 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 de :

1. Contrôler la position et l'orientation d'un objet ou d'une caméra en fonction du temps ;
2. Déformer un objet en utilisant différentes techniques ;
3. Comprendre les différentes façons de spécifier le temps ;
4. Concevoir une animation basée sur la physique ;
5. Accélérer grandement des algorithmes de rendu en approximant les calculs ;
6. Concevoir des applications pouvant profiter du processeur graphique.

1.3 Contenu détaillé

Thème	Contenu	Nbr. d'heures	Objectifs	Lectures ¹
1	Contexte technique et outils mathématiques : matrices de transformation : orthonormalisation ; erreur d'arrondi accumulée, représentations d'orientation : angle fixe, angle d'Euler, angle et axe, quaternions ; interpolation : linéaire, cubique, de quaternions ; hermite, catmull-rom, forme matricielle	5	1	Chap. 2 de [5]
2	Trajets : suivi de trajet ; longueur d'arc ; contrôle du mouvement : fonctions d'accélération, contrôle de la vitesse, contrôle de la distance ; contrôle de l'orientation	6	1, 3	Chap. 3 de [5]
3	Animation basée sur la physique : bases de physique mécanique ; intégration numérique ; réseaux de masse-ressort, tissus ; système physique numérique : collision, stabilité numérique	6	2, 4	Chap. 7.1, 7.2 de [5]
4	Animation basée sur l'interpolation : cadres-clé (<i>keyframes</i>) et pistes (<i>track</i>) ; animation : par cadres-clé, hiérarchique par squelette ; méthodes de maillage (<i>skinning</i>)	3	1, 2, 3, 4	Chap 4.1 de [5] [3]
5	Rendu programmable : pipeline programmable ; types de nuanceurs : sommet (<i>vertex</i>), géométrie, fragment, exemple de nuanceurs complets	3	5, 6	Chap. 3 de [1]
6	Déformation d'objets : sélection et traction ; déformation : espace englobant, par grille 2D, espace global, forme composite	3	2	Chap. 4.3 de [5]
7	Rendu temps réel : ombres : ombre projetée, texture d'ombre, carte d'ombre, volume d'ombre ; occultation ambiante : hors-ligne, en espace écran, directionnelle en espace écran ; rendu différé et post-traitement	6	5, 6	Chap. 7, 11 de [1] [6]
8	Cinématique inverse	3	2	Chap. 5 de [5]

Table 1 :

Thème	Contenu	Nbr. d'heures	Objectifs	Lectures ¹
9	Modèles pour l'animation : systèmes de particules ; surfaces implicites et rendu ; systèmes de Lindenmayer (systèmes-L, si le temps le permet)	3	2	Chap. 7.3, 12.1, 12.2 de [5]

¹ 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. Il y aura deux laboratoires d'animation et de rendu temps réel avec C++ et Unreal Engine 5. La réalisation de deux travaux pratiques et d'un projet de cours, portera sur l'application des notions vues en classe.

2.2 Calendrier

Semaine	Commençant le	Thème
1	2026-01-05	1
2	2026-01-12	1 et 9
3	2026-01-19	5
4	2026-01-26	5
5	2026-02-02	Laboratoire et 7
6	2026-02-09	3 et 7
7	2026-02-16	3
8	2026-02-23	Semaine des examens périodiques
9	2026-03-02	Relâche
10	2026-03-09	2 et 4
11	2026-03-16	6
12	2026-03-23	6
13	2026-03-30	6 et 8
14	2026-04-06	Laboratoire et 7
15	2026-04-13	7
16	2026-04-20	Semaine des examens finals
17	2026-04-27	Semaine des examens finals

2.3 Évaluation

Type de l'évaluation	Pondération	Utilisation des IAG ¹
Travaux pratiques (2)	20 %	Limitée 
Projet	20 %	Guidée 
Examen intra	20 %	Interdite 
Examen final	40 %	Interdite 

¹ Référez-vous à la page "Balises d'utilisation des outils d'intelligence artificielle générative" à la fin du document.

Tout au long de la session, la personne étudiante devra implémenter certaines des notions vues en classe à travers deux travaux pratiques (TP) et un projet de cours. Des instructions particulières seront données pour chacun des travaux et projet. Vous aurez environ deux semaines pour faire chacun des TPs. Le projet de cours se basera sur les notions avancées et sera à rendre à la fin de la session. Les TPs et projets se feront en Visual C++ et dans un moteur de jeu comme Unreal Engine 5.

En ce qui concerne les examens, seules des notes manuscrites non photocopiées sont admises (quatre pages pour l'examen intra et quatre pages pour l'examen final) ainsi qu'une calculatrice. Tout manuel et notes de cours imprimés sont interdits.

- Les TPs comptent pour 20 % :
 - tp1 : 10 % sera à rendre approximativement pour la semaine du 9 février;
 - tp2 : 10 % sera à rendre approximativement pour la semaine du 16 mars;
- Le projet de cours compte pour 20% et sera à rendre approximativement pour la semaine du 13 avril.

Les travaux et projets doivent être :

- compréhensibles pour le correcteur;
- exacts et concis;
- avoir le nombre exact de pages et remis dans les temps;
- faits en équipe;
- -10 pts pour une personne qui a participé à l'élaboration du devoir, mais qui n'a pas inscrit son nom sur la copie du devoir;
- 0 pts pour un devoir remis en retard, des soumissions multiples d'un devoir ou d'une partie de ce devoir.

Le fonctionnement du cours

- Les acétates et les devoirs seront déposés sur Moodle;
- L'utilisation du téléphone cellulaire est interdite;
- Possibilité d'utiliser une tablette ou un ordinateur.

2.3.1 Qualité de la langue et de la présentation

Conformément à l'article 17 du Règlement facultaire d'évaluations des apprentissages² 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.

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 études³. 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.

²https://www.usherbrooke.ca/sciences/fileadmin/sites/sciences/documents/Etudiants_actuels/Informations_academiques_et_reglements/2017-10-27_Reglement_facultaire_-_evaluation_des_apprentissages.pdf

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

2.4 Échéancier des travaux

Les dates de remise des travaux seront indiquées sur les énoncés.

2.5 Utilisation d'appareils électroniques et du courriel

Selon le règlement complémentaire des études, section 4.2.3⁴, 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 le règlement 4.2.3 s'applique à moins d'avoir obtenu personnellement l'autorisation de la personne enseignante. Cette permission peut être retirée en tout temps, si l'appareil n'est pas utilisé uniquement à des fins d'apprentissage.

Tel qu'indiqué dans le règlement universitaire des études, section 4.2.3⁵, toute utilisation d'appareils de captation de la voix ou de l'image exige la permission de la personne enseignante.

Note : Je réponds aux questions posées par courriel à l'extérieur des périodes de cours.

3 Matériel nécessaire pour l'activité pédagogique

Diapositives dans Teams.

4 Références

- [1] AKENINE-MLLER, TOMAS AND HAINES, ERIC AND HOFFMAN, NATY : *Real-Time Rendering, Fourth Edition*. A. K. Peters, Ltd., Natick, MA, USA, 4th édition, 2018.
- [2] ANDY RUINA AND RUDRA PRATAP : *Introduction to STATICS and DYNAMICS*. Oxford University Press, 2015.
- [3] 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.
- [4] MATTHEW LAKE : *Technical Animation in Video Games*. CRC Press, 2024.
- [5] PARENT, RICK : *Computer Animation : Algorithms and Techniques*. Morgan Kaufmann Publishers Inc., San Francisco, CA, USA, 3 édition, 2012.
- [6] 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.
- [7] STEVEN M. LAVALLE : *Virtual Reality*, chapitre Chapter 7 : Visual Rendering. Cambridge University Press, 2020.

⁴https://www.usherbrooke.ca/sciences/fileadmin/sites/sciences/documents/Etudiants_actuels/Informations_academiques_et_reglements/Sciences_Reglement_complementaire.pdf

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

Délits relatifs aux études

Extrait du règlement des études (Règlement 2575-009)

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, des passages ou idées tirés de l'œuvre d'autrui ou du contenu, de toute forme, généré par un système d'intelligence artificielle (ce qui inclut notamment le fait de ne pas indiquer la source et la référence adéquate);
- b) commettre un autoplage, 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 forme d'aide non autorisée, qu'elle soit collective ou individuelle (incluant l'assistance provenant d'un système d'intelligence artificielle), pour une production faisant l'objet d'une évaluation;
- e) obtenir par vol ou toute autre manœuvre frauduleuse, posséder ou utiliser du matériel non autorisé de toute forme (incluant le matériel numérique et celui généré par un système d'intelligence artificielle) 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;
- k) posséder ou avoir à sa portée un appareil électronique ou numérique interdit durant une activité d'évaluation;

[...]

Un [guide sur l'intégrité intellectuelle](#) vous est rendu disponible par le service des bibliothèques et des archives de l'Université de Sherbrooke, afin de bien comprendre les différents délits et ainsi éviter d'être aux prises avec un dossier disciplinaire et une ou des sanctions.

Les mesures pouvant être imposées à titre de sanctions disciplinaires sont les suivantes :

- a) la réprimande simple ou sévère consignée au dossier étudiant pour la période fixée par l'autorité disciplinaire ou à défaut, définitivement. En cas de réprimande fixée pour une période déterminée, la décision rendue demeure au dossier de la personne aux seules fins d'attester de l'existence du délit en cas de récidive;
- b) l'obligation de reprendre une production ou une activité pédagogique, dont la note pourra être établie en tenant compte du délit survenu antérieurement;
- c) la diminution de la note ou l'attribution de la note E ou 0;

[...]

Balises d'utilisation des outils d'intelligence artificielle générative

Autorisés ou pas dans les situations d'apprentissage et d'évaluation ?

NIVEAU 0

NIVEAU 1

NIVEAU 2

NIVEAU 3

NIVEAU 4

L'utilisation des outils d'intelligence artificielle générative (IAg) est limitée, voire complètement interdite parce que la personne enseignante considère que l'usage de ces outils nuit au développement de compétences essentielles. Ces compétences peuvent être disciplinaires, comme elles peuvent être d'ordre méthodologique, rédactionnel ou informationnel. Considérant que l'utilisation des IAg requiert un esprit critique, il peut s'agir d'une situation d'apprentissage ou d'évaluation sans IAg qui vise à développer celui-ci.

Dans ces situations, **la personne étudiante produit le travail.**

L'utilisation prononcée des IAg est permise parce que la personne enseignante considère que les personnes étudiantes sont en mesure d'exercer un esprit critique et sont capables de juger de la qualité des contenus produits par les IAg. Ou encore, l'utilisation est encouragée parce que la situation d'apprentissage ou d'évaluation proposée contribue à développer leur esprit critique.

Dans ces situations, l'IAg produit le travail préliminaire, alors que **la personne étudiante s'assure de sa qualité en l'améliorant.**



Utilisation interdite

Le **NIVEAU 0** signifie que l'**utilisation est interdite**.

Ceci signifie que si la personne enseignante a un motif de croire qu'il y a eu l'utilisation d'une IAg dans une situation d'évaluation, elle doit dénoncer les faits auprès de la personne responsable des dossiers disciplinaires universitaires. Il s'agit d'un délit relatif aux études tel que stipulé dans le [Règlement des études](#).



Utilisation limitée

Le **NIVEAU 1 D'UTILISATION** signifie que l'**utilisation est autorisée uniquement pour assister l'apprentissage dans le domaine disciplinaire ou des langues**.

Dans ce contexte, la personne étudiante **est tenue de déclarer l'utilisation qu'elle en a faite** selon les consignes fournies par la personne enseignante sans quoi l'utilisation peut être considérée comme un délit. Par exemple :

Domaine disciplinaire :

- S'inspirer
- Générer des idées
- Explorer un sujet pour mieux le comprendre
- Générer du matériel pour apprendre

Domaine des langues :

- Identifier ses erreurs et se les faire expliquer
- Reformuler un texte
- Générer un plan pour aider à structurer un texte
- Traduire un texte



Utilisation guidée

Le **NIVEAU 2 D'UTILISATION** signifie que l'**utilisation est autorisée pour améliorer un travail produit par la personne étudiante**.

Dans ce contexte, la personne étudiante **est tenue de déclarer l'utilisation qu'elle en a faite** selon les consignes fournies par la personne enseignante sans quoi l'utilisation est considérée comme un délit. Par exemple :

- Analyser des contenus
- Obtenir une rétroaction
- Évaluer la qualité de son travail à partir de critères
- Demander à être confronté relativement à ses idées, à sa démarche
- Diriger les processus de résolution de problèmes



Utilisation balisée

Le **NIVEAU 3 D'UTILISATION** signifie que l'**utilisation est autorisée pour produire un travail qui sera amélioré**.

Dans ce contexte, la personne étudiante **est tenue de citer selon les normes¹ le contenu généré par l'IAg ou de déclarer l'utilisation qu'elle en a faite** selon les consignes fournies par la personne enseignante sans quoi l'utilisation est considérée comme un délit. Par exemple :

- Résumer ou rédiger des parties d'un texte
- Générer un texte ou un modèle d'une production et l'adapter
- Réaliser des calculs mathématiques
- Produire du code informatique
- Résoudre des problèmes complexes
- Répondre à une question
- Générer des images, ou autres contenus multimédias



Utilisation libre

Le **NIVEAU 4 D'UTILISATION** signifie qu'**aucune restriction spécifique n'est imposée**.

Dans ce contexte, la personne étudiante **est tenue de citer selon les normes¹ le contenu généré par l'IAg ou de déclarer l'utilisation qu'elle en a faite** selon les consignes fournies par la personne enseignante sans quoi l'utilisation est considérée comme un délit.

Ce niveau inclut tout ce qui précède, de l'exploration à la production, ainsi que toute autre tâche particulière jugée complexe.

À considérer avant l'utilisation d'outils d'intelligence artificielles génératives

Si, en tant que personne étudiante envisagez d'utiliser un outil d'intelligence artificielle générative (IAG) lorsque l'évaluation autorise les niveaux 1 à 4 d'utilisation mentionnés précédemment.

Dans ce cas, gardez à l'esprit les éléments clés suivants.

- Vous assumez la responsabilité de tout le contenu produit, avec ou sans IAG, et intégré à votre production.
- Les produits des outils d'IAG peuvent très souvent comporter **des erreurs ou des faussetés** (hallucinations) : on doit donc impérativement valider tout contenu généré par ces outils.
- Dans l'état actuel de la Loi sur le droit d'auteur du Canada, les **productions faites par l'IAG sont du domaine public**, puisque les outils d'IAG ne sont pas reconnus comme des auteurs au sens de la Loi et que les contenus générés ne répondent pas aux critères d'une œuvre protégée, notamment aux critères d'originalité.
- L'entreprise qui fournit le service pourrait émettre certaines exigences dans ses conditions d'utilisation. Comme l'algorithme et le code informatique appartiennent à l'entreprise qui les a développés, nous devons tenir compte de ces conditions. Celles-ci pourraient également fournir des précisions relatives à la **réutilisation des données soumises (confidentialité)**.

Comment déclarer l'utilisation d'outils d'intelligence artificielle générative

Dans l'esprit d'une conduite intègre et responsable, vous devez TOUJOURS mentionner de façon explicite toute utilisation de l'intelligence artificielle, conformément au Règlement des études (9.4.1 Délits relatifs aux études). De plus, à des fins pédagogiques, il est recommandé de toujours intégrer à la production les requêtes, de même que les réponses intégrales générées par les outils d'IAG. Celles-ci pourront être intégrées directement dans le corps du texte ou en note de bas de page. Les réponses longues pourraient être insérées en annexe de votre document ou dans des documents supplémentaires, selon les directives de la personne enseignante.

L'utilisation de ces deux documents s'avèrera utile, ils se trouvent sous licence libre, donc vous pouvez utiliser les tableaux et les adapter selon votre besoin:

1. [Modèle de citation](#) : Ce formulaire, à remplir par l'enseignant, donne un exemple aux étudiants de citation de l'IAG dans la réalisation d'un travail évalué ou non.
2. [Déclaration d'usage](#) : Ce formulaire, à remplir par les étudiants, doit être remis avec une réalisation afin de déclarer l'usage de l'IAG dans la réalisation, qu'elle soit évaluée ou non.

Référence

La Faculté des sciences tient à remercier le SSF pour la production des documents.

- Cabana, M. et Côté, J.-A. (2024). Balises d'utilisation des outils d'intelligence artificielle générative. Service de soutien à la formation, Université de Sherbrooke. Sous licence [CC BY 4.0](#).
- Cabana, M. et Beaudet, M. (2024). Directives de déclaration de l'utilisation de l'intelligence artificielle générative dans une production étudiante. Service de soutien à la formation, Université de Sherbrooke. Sous licence [CC BY 4.0](#).
- Cabana, M. (2024). Formulaire de déclaration de l'utilisation de l'intelligence artificielle générative dans une production étudiante. Service de soutien à la formation, Université de Sherbrooke. Sous licence [CC BY 4.0](#).