



**Département d'informatique**  
**IMN 269 — Vision tridimensionnelle**  
**Plan d'activité pédagogique**  
**Été 2019**

---

**Enseignant :**

Olivier Godin  
Courriel : Olivier.Godin2@USherbrooke.ca  
Local : D6-0047  
Téléphone : 819-821-8000 (65565)  
Site : <http://info.usherbrooke.ca/ogodin/>  
Disponibilité : à déterminer

---

**Responsable(s) :** Marie-Flavie Auclair-Fortier**Horaire :**

Exposé magistral :	Mardi	13 h 30 à 15 h 20	Local D4-2023
	Jeudi	13 h 30 à 15 h 20	Local D4-2023

---

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

**Cibles de formation :** Maîtriser les outils fondamentaux de la vision tridimensionnelle. Connaître et appliquer différentes techniques liées aux indices de profondeur disponibles. Concevoir et implanter des solutions aux différents problèmes liés à la reconstruction 3D. Réaliser une application simple.

**Contenu :** Concepts de la reconstruction 3D à partir d'une ou de plusieurs images. Calibrage de la caméra. Géométrie projective. Mise en correspondance. Méthodes actives vs méthodes passives. Identification et extraction d'indices de profondeur : stéréovision, shape-from-X, stéréophonométrie, mouvement. Estimation de la profondeur, reconstruction 3D. Localisation et recalage d'objets 3 D.

**Crédits** 3

**Organisation** 3 heures d'exposé magistral par semaine  
1 heure d'exercice ou de laboratoire par semaine  
5 heures de travail personnel par semaine

**Préalable(s)** IMN 259

**Concomitante(s)** MAT 417

**Particularités** Aucune

<sup>1</sup> <https://www.usherbrooke.ca/admission/fiches-cours/IMN269/>

# 1 Présentation

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

## 1.1 Mise en contexte

Le cours IMN269 — Vision tridimensionnelle est le cours consacré essentiellement à retrouver l'information tridimensionnelle perdue au cours de l'acquisition des images numériques et il fait suite au cours IMN259 — Analyse d'images. La projection d'une scène 3D sur une image n'est pas une transformation inversible. Dans ce cours est vue la chaîne des opérations à partir de la compréhension des paramètres de la caméra jusqu'à la représentation en 3D, en passant par le calibrage de la caméra, l'extraction d'un indice de profondeur et la reconstruction 3D comme telle. Le cours IMN430 - Visualisation est un complément direct au cours IMN269 puisqu'il constitue la dernière étape vers une modélisation 3D complète.

## 1.2 Cibles de formation spécifiques

L'objectif du cours est de maîtriser les outils fondamentaux de la vision tridimensionnelle. Connaître et appliquer différentes techniques liées aux indices de profondeur disponibles. Concevoir et implanter des solutions aux différents problèmes liés à la reconstruction 3D. Réaliser une application simple.

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

1. de comprendre la relation entre la formation d'image et la reconstruction 3D ;
2. de comprendre et d'utiliser la géométrie projective ;
3. de calibrer les paramètres d'une caméra optique avec modèle ;
4. de comprendre et d'expliquer la géométrie épipolaire et son intérêt dans la stéréovision ;
5. de faire une mise en correspondance de base entre deux images ;
6. de retrouver la profondeur à partir d'une paire de points conjugués ;
7. d'expliquer les différents phénomènes autres que la stéréovision qui peuvent mener à retrouver une information 3D perdue.

## 1.3 Contenu détaillé

Thème	Contenu	Heures	Objectifs	Travaux
1	<b>Introduction et rappels :</b> Mise en contexte ; objectifs, extraction de l'information 3D, applications.	1	1	
2	<b>Formation d'images et paramètres des caméras pour la stéréovision :</b> Repères ; phénomènes géométriques, optiques, numériques ; paramètres de la caméra : extrinsèques, intrinsèques.	1,5	1	
3	<b>Géométrie projective :</b> Plan projectif : représentation homogène, droite, points, intersection de 2 droites, point idéal, droite à l'infini ; transformations projectives : projectivités, transformations des droites et coniques, hiérarchie des transformations ; applications.	4	2	
4	<b>Calibrage :</b> Estimation des paramètres : avec modèle : sans et avec déformation radiale ; méthode de Tsai, sans modèle.	3,5	1, 2, 3	TP1

5	<b>Stéréovision — les décalages spatiaux :</b> Principes de base ; mise en correspondance ; modélisation de la relation entre les paramètres extrinsèques et la géométrie épipolaire ; matrices essentielle et fondamentale ; géométrie épipolaire ; rectification d'images : algorithme, rectification inverse, approche polaire, approche projective ; contraintes d'un système de stéréovision.	9	1, 2, 4	TP2
6	<b>Mise en correspondance :</b> Corrélation, MC hiérarchique, par RANSAC, par décalage de phases, MC active.	5	1, 5	TP3
7	<b>Reconstruction 3D par stéréovision :</b> Triangulation : système parallèle, système convergent sans et avec erreur ; reconstruction à un facteur d'échelle près ; reconstruction à une transformation projective près.	3	1, 2, 6	TP3
8	<b>Mouvement :</b> Mouvement 2D ; champ de mouvement ; flux optique : principes de base, principaux algorithmes ; reconstruction 3D à partir du mouvement ; « Depth from Zooming ».	2	1, 7	
9	<b>Flou :</b> Reconstruction par la mise au point : Base, Mesures de flou ; reconstruction par le flou : Estimation du flou à partir des contours, différence de flou ; flou et décalage spatiaux : Flux optique généralisé, généralisation de l'approche pour la différence de flou ; flou lié au mouvement.	2	1, 7	
10	<b>Projection :</b> Textures : bases, approche paraperspective, approche statistique ; perspective : principes, extraction des lignes et points de fuite, hauteur d'un plan parallèle au plan de référence, position de la caméra ; silhouettes (contours) ; introduction à la localisation 3D.	2	1, 2, 7	
11	<b>Photométrie :</b> Ombrage (« Shape from Shading ») : bases, calcul de l'albedo et de la direction de l'illumination, méthode simple, méthode variationnelle ; stéréophotométrie : concepts, carte de réflectance.	2	1, 7	

## 2 Organisation

### 2.1 Méthode pédagogique

Une semaine comprend trois heures de cours magistraux et une heure d'exercices. La plupart des présentations en classe se feront à l'aide de diapositives disponibles sur le site du cours au format pdf. Tout au long de la session, l'étudiant devra implanter les notions vues en classe à travers trois travaux pratiques. Des instructions particulières seront données pour chacun des travaux et les périodes de consultation seront déterminées en classe. En ce qui concerne les examens, aucune documentation n'est autorisée. L'examen final est récapitulatif.

### 2.2 Calendrier approximatif du cours

	Semaine du	Thème	Travaux
1	29 avril	1, 2	
2	6 mai	3	
3	13 mai	4	Consignes du travail #1
4	20 mai	5	
5	27 mai	5	Remise du travail #1
6	3 juin	5	Consignes du travail #2
7	10 juin	6	
8	17 juin	6	
9	24 juin	Examen périodique	Remise du travail #2
10	1 <sup>er</sup> juillet	7	Consignes du travail #3
11	8 juillet	8	
11	15 juillet	9	
12	22 juillet	10	
13	29 juillet	11	Remise du travail #3
14	Période du 6 au 16 août	Examen final	

### 2.3 Évaluation

Travaux pratiques : 30 %  
 Examen périodique : 30 %  
 Examen final : 40 %

Conformément au règlement facultaire d'évaluation des apprentissages<sup>2</sup>, 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 [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)

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'enseignant. Si une preuve de plagiat est attestée, elle sera traitée en conformité, entre autres, avec l'article 9.4.1 du Règlement des études<sup>3</sup> de l'Université de Sherbrooke. L'étudiant ou l'étudiante peut s'exposer à de graves sanctions, dont automatiquement une note de zéro (0) au devoir ou à l'examen en question. 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'enseignant peut demander à l'équipe d'expliquer les notions ou le fonctionnement du code qu'il considère comme étant plagié. En cas de doute, ne pas hésiter à demander conseil et assistance à l'enseignant afin d'éviter toute situation délicate par la suite.

## 2.4 Échéancier des travaux

TP	Thème	Réception	Remise
1	Calibrage d'une caméra	17 mai 2019	31 mai 2019
2	Calibrage et rectification d'une paire stéréoscopique	7 juin 2019	28 juin 2019
3	Construction d'une carte de profondeur à partir d'une paire stéréoscopique	5 juillet 2019	5 août 2019

### Directives particulières

Les travaux pratiques se feront en équipe de deux ou trois étudiants. Des instructions particulières seront données pour chacun des travaux. Pour la partie programmation, du code vous sera fourni ainsi que certaines fonctions déjà codées (le code sera disponible sur la page web du cours). La remise du travail se fera par le système de demande de fichiers de *Dropbox*. Tous les détails concernant la remise seront fournis avec l'énoncé des travaux.

À moins d'avis contraire, tout travail effectué par équipe de quatre se verra imposer une pénalité de 25 %. La pénalité est de 100 % pour des équipes de plus que quatre. Pour réaliser la programmation, chacun a besoin d'un code d'accès (numéro de compte, mot de passe) aux ordinateurs du département. Celui-ci est disponible dès la première semaine de cours. Pour obtenir votre numéro de compte, vous pouvez suivre les instructions fournies en annexe. Ces mêmes instructions sont affichées au laboratoire D4-1017 et sur la page Web du département d'informatique (D.I.) sous la rubrique « Ressources/Documentation ».

Les sujets des travaux seront disponibles sur la page Web du cours. La remise du travail s'effectue le jour et à l'heure exigés. Le non-respect de la date de remise entraîne une pénalité de 25 % par jour de retard. Cela signifie qu'il faut toujours viser à terminer son travail de programmation au moins 24 heures avant la date de remise pour tenir compte des pannes possibles et de la surcharge quasi inévitable. Ceci est un conseil qui vaut son pesant de points. Les modalités de remise de chaque travail vous seront fournies avec leur sujet.

## 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 permis dans le plan de cours.

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

Comme 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 du professeur.

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

4 [https://www.usherbrooke.ca/sciences/fileadmin/sites/sciences/documents/Intranet/Informations\\_academiques/Sciences\\_Reglement\\_complementaire\\_2017-05-09.pdf](https://www.usherbrooke.ca/sciences/fileadmin/sites/sciences/documents/Intranet/Informations_academiques/Sciences_Reglement_complementaire_2017-05-09.pdf)

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

Note : L'utilisation du courrier électronique est recommandée pour poser vos questions.

### 3 Matériel pour le cours

Aucun manuel n'est obligatoire.

### 4 Documentation et références

- L. SHAPIRO et G. STOCKMAN; Computer Vision. Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ, 2001
- E. TRUCCO et A. VERRI; Introductory Techniques for 3-D Computer Vision. Prentice Hall, 1998
- D. H. BALLARD et C. M. BROWN; Computer Vision. Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 07632, 1982. ISBN 0-13-165316-4
- G.A. BAXES; Digital Image Processing: Principles and Applications. John Wiley & Sons, New York ; Toronto, 1994. ISBN 0471009490
- K. R. CASTLEMAN; Digital Image Processing. Prentice Hall, 1996
- M. de BERG, M. van KREVELD, M. OVERMARS et O. SCHWARZKOPF; Computational Geometry : Algorithms and Applications. Springer-Verlag, Berlin, Germany, 2nd édition, 2000
- D.A. FORSYTH et J. PONCE; Computer Vision A Modern Approach. Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ, 2003
- R. C. GONZALEZ et R. E. WOODS; Digital Image Processing. Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ, USA, 2nd édition, 2002. ISBN 0-201-18075-8
- R. HORAUD et O. MONGA; Vision par ordinateur : outils fondamentaux. Traité des nouvelles technologies. Série informatique. Hermes, Paris, France, 2ieme édition, 1995
- B.K.P. HORN; Robot Vision. MIT Press, 1986
- A.K. JAIN; Fundamentals of Digital Image Processing. PrenticeHall information and system sciences. Prentice Hall, Englewood Cliffs, N.J., 1989
- R. JAIN, R. KASTURI et B. G. SCHUNCK; Machine Vision. McGraw-Hill series in computer science. Artificial intelligence. McGraw-Hill Book Company, New York, 1995. ISBN 0-07-032018-7
- R. KLETTE, K. SCHLÜNS et A. KOSCHAN; Computer Vision : Three-Dimensional Data from Images. Signal Processing, 1998
- V.S. NALWA; A Guided Tour of Computer Vision. Addison-Wesley Publishing Company, 1993



## 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**

---

Document informatif V.3 (août 2017)