



---

## **Guide pédagogique**

***Module « Processus Visuels »,  
Option IASD, Spécialité "Image" – 10.1 (3 crédits ECTS)***

---

### ***Place du module et enjeux***

Une grande partie de l'intelligence humaine repose sur notre capacité à voir et analyser ce qui est vu. Le traitement d'images et la vision par Ordinateur constituent un domaine central en Intelligence Artificielle. Comment bénéficier des capacités de calcul croissantes des machines actuelles pour identifier certains motifs, reconnaître des visages, localiser de façon précise des tumeurs ou encore conférer à un robot la perception tridimensionnelle du monde observé ? Ce sont autant d'applications qui semblent simples pour un humain mais qui en réalité sont extrêmement complexes à automatiser et qui nécessitent la mise en œuvre de méthodes et algorithmes basés sur des notions mathématiques avancées alliées à des méthodes d'intelligence artificielle et d'apprentissage. Pour répondre à ce besoin, ce module aborde les outils mathématiques pour la vision, les notions de filtrage et de segmentation, appliqués entre autre à la détection de contours, la perception ou la restauration d'images.

---

## **Teaching guide and syllabus**

***« Visual processes » module,  
DSAI option, specialization "Image" – 10.1 (3 ECTS credits)***

---

### ***Subject matter importance and associated issues***

Human intelligence is mainly based on our ability to see and analyze what is seen. Image processing and computer vision are at the core of Artificial Intelligence. Nowadays, increasing computing power may be used to identify patterns, recognize faces, accurately locate tumors or give a robot a three-dimensional perception of the observed world. Nevertheless, these applications that seem simple for a human being are extremely complex to automate and require the implementation of methods and algorithms based on advanced mathematical concepts combined with methods of artificial intelligence and learning. To meet this need, this module covers mathematical tools for vision, filtering and segmentation concepts, applied to contour detection, perception or image restoration.

**Responsable : Dominique LAFON-PHAM**

Téléphone : 04 66 78 53 60

Courriel : [dominique.lafon@mines-ales.fr](mailto:dominique.lafon@mines-ales.fr)



**IMT Mines Alès**  
École Mines-Télécom

ENSEIGNEMENTS ACADÉMIQUES	Volume horaire	Détail des coefficients	Crédits
<b>Processus visuels</b> ○ Acquisition, filtrage, segmentation, mise en correspondance stéréo et mouvement, méthodes perceptuelles.	<b>50 h</b> 50	1	3

### Matière 1

<b>Titre de la matière : Processus visuels</b>	
<b>Code : 2IA-iasd-img 10.1</b>	<b>Titre du module : « Processus visuels »</b>
<b>Semestre : S10</b>	<b>Cursus de rattachement : département 2IA, options IASD, spécialité Image</b>

Heures présentiel	Heures total	Cours	TD	TP	Projet	Contrôles	Travail personnel	Coef /module	ECTS
50	75	30		18		2	25	1	3

<b>Résumé</b>	Ce module présente de manière détaillée les méthodes de traitement des images et de flux vidéo pour des applications de vision par ordinateur. Il pose les bases mathématiques du domaine, puis introduit les méthodes de filtrage et de segmentation (régions, contours, points d'intérêt, textures...). Il présente la notion de mise en correspondance pour des applications de type stéréo ou mouvement, puis les notions de description locales et globales. Il aborde encore les descriptions perceptuelles (géométriques, colorimétriques).
---------------	--

<b>Responsable</b>	Dominique Lafon-Pham – LGI2P/IMT Mines Alès
<b>Équipe enseignante</b>	Dominique Lafon-Pham – LGI2P/IMT Mines Alès Baptiste Magnier – LGI2P/IMT Mines Alès Philippe Montesinos – LGI2P/IMT Mines Alès Pierre Slangen – LGI2P/IMT Mines Alès

<b>Mots-clés</b>	Acquisition, pré-traitements, espaces colorimétriques, filtrage linéaire/non linéaire, filtrage isotrope/anisotrope, détection de contours, lignes, points d'intérêt, régions, textures, restauration d'images, Equations aux Dérivées Partielles (EDP), espaces échelles, descripteurs, structuration d'informations visuelles, mise en correspondance, descriptions perceptuelles et notion de saillance.
<b>Prérequis</b>	Linux, langage C/C++, Méthodes d'apprentissage ( <i>Deep learning</i> ).

<p><b>Contexte et objectif général :</b></p> <p>Parce qu'elles sont utilisées dans de nombreux domaines (santé, systèmes d'informations géographiques, agriculture, sécurité, jeux vidéo, robotique, objets connectés, spatial...) les techniques de vision par ordinateur et de traitement d'images constituent des éléments indispensables pour un grand nombre d'applications actuelles et à venir. Ces techniques nécessitent des connaissances théoriques et techniques afin de pouvoir être mises en œuvre de manière robuste et efficace dans le contexte d'une application de vision.</p>
<p><b>Programme et contenu :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Outils mathématiques pour le traitement d'images (Géométrie différentielle, algorithmique, projective) (3h de cours).</li> <li>- Acquisition d'images (3h de cours).</li> <li>- Codage : les espaces colorimétriques et perceptifs (3h de cours).</li> <li>- Filtrage et segmentation : Filtrage linéaire, détection de contours, de régions de lignes, de points d'intérêt, espaces échelles, restauration d'images, filtrage non linéaire; méthodes actives et paramétriques, level sets... (9h de cours + 9h de TP).</li> <li>- Segmentation régions (3h de cours).</li> <li>- Structuration d'informations visuelles et mise en correspondance (9h de cours, 9h de TP) :                         <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Structuration d'informations visuelles : Hough Transform, descriptions perceptuelles, descriptions locales / globales, invariants, descriptions pour la RDF.</li> <li>○ Mise en correspondance : méthodes structurelles, méthodes iconiques, mise en correspondance sparse / dense, contraintes stéréo, contraintes mouvement, tracking.</li> </ul> </li> </ul>

**Méthode et organisation pédagogique :**

Les enseignements sont prévus pour 30 élèves. Les exercices pratiques seront réalisés sur des ordinateurs de l'école préconfigurés sous Linux (Langages C/C++/CUDA/SSE/AVX), Librairies OpenCV, VL2, etc.

Le découpage est prévu comme suit :

- 30h de cours : 2 chapitres principaux.
- 18h de TP de mise en application et de codage de quelques filtres, qui feront l'objet d'une évaluation.
- 2h de contrôle écrit.

**Acquis d'apprentissage visés :**

Être capable de mettre en œuvre une chaîne de traitements pour une application de vision par ordinateur, maîtriser la complexité algorithmique des différentes briques de base.

**Évaluation :** Contrôle écrit (2h, coefficient 1) et TP notés (coefficient 1)

**Retour sur l'évaluation fait à l'élève :**

Mise à disposition des copies et retour sur les projets 3 semaines maximum après la dernière séance.

**Support pédagogique et références :**

1 Polycopié, supports de cours.

## Méthode et organisation pédagogique

Il s'agit d'un enseignement relativement classique avec une partie réalisée en cours magistral et une partie appliquée au travers de TP.

## Modalité d'évaluation

Le niveau d'acquisition des compétences sera évalué selon les exigences suivantes :

N° indicateur	Indicateur
1	connaître les savoirs formels et pratiques du socle des fondamentaux
2	Exploiter les savoirs théoriques et pratiques
3	Analyser, interpréter, modéliser, émettre des hypothèses, et résoudre

## Répartition

Matière	Contrôle	Coefficients	Type de notation	Indicateurs évalués	Chapitres
Processus visuels	Devoir sur table	1	Individuelle	Tous	Tous
Processus visuels	Projet	2	Binôme	Tous	Tous

## Engagement de l'étudiant, éthique et professionnalisme

La démarche éthique est définie dans le règlement intérieur de l'établissement. Chaque étudiant s'engage à en prendre connaissance et à la respecter.

**Obligation des cours** : Présence obligatoire pour tous à chaque séance

**Nombre d'heures estimées de travail personnel** : pour acquérir les compétences demandées, il est nécessaire que l'étudiant consacre au minimum 1h30 min de travail personnel de compréhension et d'approfondissement par séance de cours.

25h de travail personnel pour approfondir les notions étudiées, définir le périmètre des projets et effectuer les développements associés.

**Nombre d'heures estimées de préparation aux travaux dirigés (TP)** : 1h min

### Pénalité pour retard

Tout travail remis en retard sans motif valable peut être pénalisé de 1 point par jour de retard.

## Équipe enseignante

Nom	Domaine d'expertise	Courriel/Téléphone
Dominique LAFON-PHAM	Acquisition et analyse d'images, Mesures couleur et Colorimétrie, Perception visuelle	<a href="mailto:dominique.lafon@mines-ales.fr">dominique.lafon@mines-ales.fr</a> 04 66 78 53 60
Baptiste MAGNIER	Segmentation d'images numériques, détection de contours, diffusion anisotropique, restauration	<a href="mailto:baptiste.magnier@mines-ales.fr">baptiste.magnier@mines-ales.fr</a> 04 34 24 62 90
Philippe MONTESINOS	Vision par Ordinateur : Géométrie, Filtrage, Segmentation, méthodes perceptuelles, Mise en Correspondance,	<a href="mailto:philippe.montesinos@mines-ales.fr">philippe.montesinos@mines-ales.fr</a> 04 34 24 62 69
Pierre SLANGEN	Laser optique, analyse rapide, optique appliquée, holographie	<a href="mailto:pierre.slangen@mines-ales.fr">pierre.slangen@mines-ales.fr</a> 04 66 78 56 28

<b>ACADEMIC TEACHING</b>	<b>Teaching hours</b>	Coefficients	Credits
<b>Visual Processes</b> o Acquisition, filtering, segmentation, stereo mapping and motion, perceptual methods	<b>50 h</b> 50	1	3

**Class 1**

<b>Class title: Visual processes</b>	
<b>Code: 2IA-iasd-img 10.1</b>	<b>Module title: « Visual processes »</b>
<b>Semester: S10</b>	<b>Classification : CSAI department, DSAI option, Image specialization</b>

Hours of presence	Total hours	Lectures	Work shop	Labs	Project	Testing	Personal work	Coef /module	ECTS
50	75	30		18		2	25	1	3

<b>Summary</b>	This module provides a detailed overview of image and video stream processing methods for computer vision applications. It lays the mathematical foundations of the field, then introduces filtering and segmentation methods (regions, contours, points of interest, textures...). It presents the notion of mapping for stereo or motion applications, then the notions of local and global description. He also discusses perceptual descriptions (geometric, colorimetric).
----------------	---

<b>Head</b>	Dominique Lafon-Pham – LGI2P/IMT Mines Alès
<b>Teaching team</b>	Dominique Lafon-Pham – LGI2P/IMT Mines Alès Baptiste Magnier – LGI2P/IMT Mines Alès Philippe Montesinos – LGI2P/IMT Mines Alès Pierre Slangen – LGI2P/IMT Mines Alès

<b>Key words</b>	Acquisition, pre-processing, colorimetric spaces, linear/non-linear filtering, isotropic/anisotropic filtering, contour detection, lines, points of interest, regions, textures, image restoration, partial differential equations (PDEs), scale spaces, descriptors, visual information structure, mapping, perceptual descriptions and notion of salience.
<b>Prerequisites</b>	Linux, C/C++ languages, Machine learning (Deep learning).

<b>Context and general objective:</b>	Because they are used in many fields (health, geographic information systems, agriculture, security, video games, robotics, connected objects, space...) computer vision and image processing techniques are essential elements for a large number of current and future applications. These techniques require theoretical and technical knowledge in order to be implemented in a robust and effective way in the context of a vision application.
---------------------------------------	--

<b>Programme and contents:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mathematical tools for image processing (differential geometry, algorithmics, projective) (3 hours of lecture).</li> <li>- Image acquisition (3 hours of lecture).</li> <li>- Encoding: colorimetric and perceptual spaces (3 hours of lecture).</li> <li>- Filtering and segmentation: Linear filtering, detection of contours, line regions, points of interest, scale spaces, image restoration, non-linear filtering; active and parametric methods, level sets... (9 hours of lectures + 9 hours of labs).</li> <li>- Segmentation of regions (3 hours of lecture).</li> <li>- Structuring of visual information and mapping (9 hours of lecture, 9 hours of labs):             <ul style="list-style-type: none"> <li>o Structuring of visual information: Hough Transform, perceptual descriptions, local / global descriptions, invariants, descriptions for RDF.</li> <li>o Mapping: structural methods, iconic methods, sparse / dense mapping, stereo constraints, motion constraints, tracking.</li> </ul> </li> </ul>
--------------------------------	---

<b>Method and pedagogic organisation:</b>	The practical sessions will be carried out on the computers of the school (Linux OS, C/C++ language, Cuda, SSE, AVX) with provided libraries (OpenCV, VL2...). The syllabus of the module will be the following: <ul style="list-style-type: none"> <li>- 30 hours of plenary lectures, divided in 2 main chapters.</li> <li>- 18 hours of labs</li> <li>- 2 hour for the written exam.</li> </ul>
---	--

<b>Targeted skills or knowledge :</b>	Be able to implement a processing chain for a computer vision application, master the algorithmic complexity of the different basic building blocks.
---------------------------------------	--

<b>Evaluation:</b> Written exam (2h, coef. 1) and Labs reports (coef 1)
---

<b>Feedback made to the student:</b> Annotated exam copies within three weeks.
--

<b>Teaching material and references :</b> 1 Photocopied material – references
---

## Method and teaching organisation

This will be a classical course with lectures and applications on TD and Project.

## Testing procedures

The student's level of knowledge acquisition will be evaluated according to the following points :

N° Indicator	Indicator
1	To know the formal and practical knowledge constituting the foundation of a given field
2	Exploit theoretical and practical knowledge
3	Analyse, interpret, model, hypothesize and solve problems

### Grading scheme:

Class	Exam	Coefficients	Administration mode	Evaluated Indicators	Chapters
Visual processes	Written exam	1	Individual	all	all
Visual processes	Project	2	Group	all	all

## Student commitments, ethics and professionalism

Expectations concerning ethics are defined in the establishment's code of conduct. Each student is expected to know and respect the code of conduct.

***Obligatory presence in classes:*** Presence is required all times in lectures and practical sessions.

### ***Estimated hours of personal study***

in order to acquire the required learning level, the student is expected to spend a minimum of 1.5 hour of personal study time per hour spent in class.

25h to realize the project.

***Estimated hours of preparation required for labs/Work Shop:*** 1h

### ***Late penalties***

All late assignments without any valid cause may be penalized by the withdrawal of up to 1 point per day after the due date.

## Teaching team

Name	Field of expertise	Email/Phone
Dominique LAFON-PHAM	Image Acquisition, Image Analysis, Color Measurements and Colorimetry, Vision	<a href="mailto:dominique.lafon@mines-ales.fr">dominique.lafon@mines-ales.fr</a> 04 66 78 53 60
Baptiste MAGNIER	Digital image segmentation, edge detection, anisotropic diffusion, restoration	<a href="mailto:baptiste.magnier@mines-ales.fr">baptiste.magnier@mines-ales.fr</a> 04 34 24 62 90
Philippe MONTESINOS	Computer Vision: Geometry, Filtering, Segmentation, Perceptual methods, Mapping	<a href="mailto:philippe.montesinos@mines-ales.fr">philippe.montesinos@mines-ales.fr</a> 04 34 24 62 69
Pierre SLANGEN	Optical laser, rapid analysis, applied optics, holography	<a href="mailto:pierre.slangen@mines-ales.fr">pierre.slangen@mines-ales.fr</a> 04 66 78 56 28

## Approbation

Ce guide pédagogique entre en vigueur à compter du 7 janvier 2019.

Il est porté à la connaissance des élèves par une publication sur le site Web de l'école.

<b>Rédaction</b>	<b>Vérification</b>	<b>Validation</b>
L'enseignant responsable du module :  Dominique LAFON-PHAM	Le responsable d'UE / de département :  Sylvie RANWEZ	Le directeur de l'école, Pour le directeur et par délégation, Le directeur de la DFA / de la DE :  Michel FERLUT