



---

## **Guide pédagogique**

# **Module « Aide à la décision »**

### **Option IASD – 9.4 (4 crédits ECTS)**

---

## **Place du module et enjeux**

Lorsque les problèmes de décisions intègrent plusieurs caractéristiques des solutions potentielles et/ou qu'un collectif d'acteurs est impliqué dans la décision, les outils classiques de l'optimisation atteignent certaines limites. En effet, dès lors qu'il existe plusieurs points de vue, la décision devient multicritère : les critères peuvent être antagonistes et la notion de solution optimale perd son sens. Ainsi, un parti pris du décideur sur les critères de choix est nécessaire. Les méthodes d'analyse multicritère ont pour objectif de modéliser ce parti pris soit par des approches additives basées sur l'hypothèse de l'indépendance des critères (AHP, ELECTRE, TOPSIS, etc.), soit par des approches plus sophistiquées non-additives basées sur les intégrales floues (intégrale de Choquet, intégrale de Sugeno, etc.).

La plupart des problèmes complexes sont de nature multicritère ; cette complexité s'accroît en présence d'incertitude. En effet, dans de tels cas, les conséquences des alternatives ne sont pas maîtrisées et deviennent alors incertaines et/ou imprécises. Dans certains problèmes où les données sont fiables, précises et en abondance, l'approche probabiliste basée sur l'axiome d'additivité est pertinente. Dans d'autres cas cependant seuls des témoignages conflictuels, des avis d'experts vagues, un mélange de données objectives et subjectives, des informations provenant de sources non fiables ou des informations incomplètes sont disponibles. La présence d'imprécision et d'incertitude rend les probabilités inadaptées et requiert l'utilisation des théories modernes de l'incertain. La logique floue, la théorie des possibilités, les fonctions de croyances et les probabilités imprécises permettent notamment plus de flexibilité et s'apparentent davantage au raisonnement humain. Au-delà de leur utilité pour la théorie de la décision, le développement de ces théories de l'incertain est aussi fondamental pour la représentation des connaissances en Intelligence Artificielle lorsqu'il s'agit de raisonner à partir de faits et de savoirs imprécis et incertains.

Un exemple typique mêlant tous les ingrédients d'une décision complexe pourrait être le choix du tracé d'une ligne de chemin de fer pour laquelle de multiples critères d'évaluation vont être retenus, les enjeux des politiques, des riverains et des financeurs vont s'opposer, et où l'évaluation des alternatives reposera tant sur des données issues de relevés terrain que sur des dires d'experts.

Ce module propose un bref rappel sur les méthodes classiques d'analyse multicritère et certains aspects de la théorie des probabilités (considérée comme un prérequis dans ce module). Les procédures d'apprentissage, les algorithmes de classification et de classement seront par la suite étudiés dans le cadre des modèles non-additifs.

**Responsable : Abdelhak IMOUSSATEN**

Téléphone : 04 34 24 62 64

Courriel : [abdelhak.imoussaten@mines-ales.fr](mailto:abdelhak.imoussaten@mines-ales.fr)



**IMT Mines Alès**  
École Mines-Télécom

---

**Teaching guide and syllabus**  
**« *Decision Analysis* » module**  
***DSAI option – 9.4 (4 ECTS credits)***

---

When decision problems simultaneously integrate several characteristics of the alternatives and/or a group of actors is involved in the decision process, the classical tools of optimization reach their limits. Indeed, since there are several points of view, we are faced with a multiple criteria decision problem: the criteria can be antagonistic and the notion of optimal solution becomes less meaningful. Therefore, a preference trade-off of the decision maker (DM) on the criteria is required. The purpose of multiple criteria decision analysis (MCDA) methods is to model this preference trade-off of the DM either by additive approaches based on the assumption of the criteria independence (AHP, ELECTRE, TOPSIS, etc.) or by more sophisticated non-additive models based on fuzzy integrals (Choquet integral, Sugeno integral, etc.). Most complex problems are multiple objective in nature, this complexity increases in the presence of uncertainty. In the case of data abundance situations, the probabilistic approach based on the axiom of additivity is relevant. In other cases, only conflicting testimonies, vague expert opinions, a mixture of objective and subjective information, information coming from unreliable sources, or incomplete information are available. The presence of imprecision and uncertainty makes that the probabilities are no more adapted and modern theories of uncertainty are most appropriate. Fuzzy logic, possibility theory, belief functions and imprecise probabilities allow more flexibility and are close to human reasoning. Beyond to their usefulness in decision theory, the development of these theories of uncertainty is also fundamental to the representation of knowledge in Artificial Intelligence when it comes to infer reasoning on imprecise and uncertain fact and knowledge.

A typical example combining all the ingredients of a complex decision problem could be the choice of the routing of railway line where multiple criteria of evaluation will be retained, where the stakes of the policies, the residents and the financiers go contrast, where the evaluation of alternatives will rely on both measured data and experts' testimonies.

This module provides a brief reminder of classical MCDA methods and some aspects of probability theory (considered as a prerequisite in this module). Learning procedures, classification and ranking algorithms are studied in the framework of non-additive models.

**Responsable : Abdelhak IMOUSATEN**

Téléphone : 04 34 24 62 64

Courriel : [abdelhak.imoussaten@mines-ales.fr](mailto:abdelhak.imoussaten@mines-ales.fr)

ENSEIGNEMENTS ACADÉMIQUES	Volume horaire	Détail des coefficients	Crédits
<b>Aide à la décision</b>	<b>50 h</b>		
○ Théories de l'incertain	25	1	4
○ Analyse multicritère	25	1	

**Matière 1**

<b>Titre de la matière : Théories de l'incertain</b>	
<b>Code : 2IA-iasd-9.4.1</b>	<b>Titre du module : « Aide à la décision »</b>
<b>Semestre : S9</b>	<b>Cursus de rattachement : département 2IA, option IASD</b>

Heures présentiel	Heures total	Cours	TD	TP	Projet	Contrôle	Travail personnel	Coef /module	ECTS
25	41	12	5	6		2	16	1	2

<b>Résumé</b>	Ce cours propose un bref rappel sur certaines notions de la théorie des probabilités puis introduit certaines théories modernes de l'incertain : la théorie des possibilités, la théorie des fonctions de croyance et les probabilités imprécises. Les techniques de représentation et de fusion d'information ainsi que de décision sont présentées dans chaque théorie et la généralisation de certains algorithmes de classification et de <i>clustering</i> sera étudiée.
---------------	---

<b>Responsable</b>	Abdelhak Imoussaten – LGI2P <sup>1</sup> /IMT Mines Alès
<b>Équipe enseignante</b>	Abdelhak Imoussaten – LGI2P/IMT Mines Alès Nicolas Sutton-Charani – LGI2P/IMT Mines Alès Doctorant pour l'encadrement de TP – LGI2P/IMT Mines Alès

<b>Mots-clés</b>	Incertitude, théorie de la décision, imprécision, logique floue, fonctions de croyance, théorie des possibilités, probabilités imprécises, fusion de données, classification
<b>Prérequis</b>	La théorie des probabilités, quelques notions sur la logique et la logique floue

**Contexte et objectif général :**  
Ce cours se place dans le contexte où les données utiles à la décision sont incertaines et/ou imprécises, ce qui remet en cause l'usage des techniques classiques probabilistes et statistiques. Les données disponibles peuvent être des témoignages parfois conflictuels, des avis d'experts parfois imprécis, un mélange de données objectives et subjectives ou encore des informations incomplètes. Dans ce contexte, le cours a pour objectif d'introduire des techniques de représentation de fusion, de décision et de classification adaptées.

**Programme et contenu :**  
Parmi les différentes notions traitées, seront en particulier présentées :

- Théorie de la décision
- Probabilités objectives et subjectives
- Probabilités imprécises
- Théorie des possibilités
- Fonctions de croyance
- Logique floue
- Représentation de l'incertain et/ou l'imprécis
- Fusion des données
- Décision sous incertitude subjective
- Classification
- Clustering (Partitionnement)

**Méthode et organisation pédagogique :**  
la matière comprend 12h de cours, 5h de TD, 6h de TP et 2h de contrôle.

**Acquis d'apprentissage visés :**  
Savoir quel cadre théorique utiliser pour quel type de données.  
Maîtriser et savoir utiliser chacune des techniques de représentation, de fusion, de décision et de classification.

**Évaluation :** examen écrit et TP à rendre.

**Retour sur l'évaluation fait à l'élève :** consultation des copies. Délai de correction : 3 semaines.

**Support pédagogique et références :** support écrit.

<sup>1</sup> Laboratoire de Génie Informatique et d'Ingénierie de Production.

**Matière 2**

<b>Titre de la matière : Analyse multicritère</b>	
<b>Code : 2IA-iasd-9.4.2</b>	<b>Titre du module : «Aide à la décision»</b>
<b>Semestre : S9</b>	<b>Cursus de rattachement : département 2IA, option IASD</b>

Heures présentiel	Heures total	Cours	TD	TP	Projet	Contrôle	Travail personnel	Coef /module	ECTS
25	41	12	5	6		2	16	1	2

<b>Résumé</b>	Ce cours propose une introduction aux méthodes d'analyse multicritère les plus répandues basées sur l'indépendance des critères, qu'elles soient de type surclassement (ELECTRE, PROMETHEE, etc.) ou de type agrégation (AHP, MACBETH, etc.). Ensuite, le cours aborde les méthodes d'agrégation non-linéaires basées sur les intégrales floues. Une large place est donnée aux procédures d'obtention des paramètres des modèles d'analyse multicritère (apprentissage des préférences).
---------------	---

<b>Responsable</b>	Jacky Montmain – LGI2P/IMT Mines Alès
<b>Équipe enseignante</b>	Abdelhak Imoussaten – LGI2P/IMT Mines Alès Jacky Montmain – LGI2P/IMT Mines Alès Doctorant– LGI2P/IMT Mines Alès

<b>Mots-clés</b>	Analyse multicritère, surclassement, agrégation, intégrales floues : intégrale de Choquet et intégrale de Sugeno
<b>Prérequis</b>	La théorie des probabilités, la famille ELECTRE des méthodes multicritère

<b>Contexte et objectif général :</b> Ce cours propose un bref rappel sur les méthodes classiques d'analyse multicritère. Les procédures d'apprentissage, les algorithmes de classification et de classement sont largement étudiés dans le cadre des modèles multicritère non-additifs.
<b>Programme et contenu :</b>  Parmi les différentes notions traitées, seront en particulier présentées : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Les méthodes additives de l'analyse multicritère</li> <li>- Les méthodes non-additives de l'analyse multicritère</li> <li>- Les procédures d'identification des paramètres des méthodes d'analyse multicritère</li> </ul>
<b>Méthode et organisation pédagogique :</b> La matière comprend 12h de cours, 5h de TD, 6h de TP et 2h de contrôle.
<b>Acquis d'apprentissage visés :</b> Connaitre les avantages et les désavantages des principales méthodes d'analyse multicritère. Connaitre les conditions d'utilisation de chacune des méthodes. Maitriser les techniques d'agrégation non-additive. Maitriser les procédures d'identification des paramètres des méthodes d'analyse multicritère.
<b>Évaluation :</b> examen écrit et TP à rendre.
<b>Retour sur l'évaluation fait à l'élève :</b> consultation des copies. Délai de correction : 3 semaines.
<b>Support pédagogique et références :</b> support écrit.

## 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 travaux dirigés, de travaux pratiques, et d'un projet.

## 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
Théories de l'incertain	Devoir sur table	0.7	Individuelle	1 à 3	Tous
Théories de l'incertain	TP à rendre	0.3	Binôme	1 à 3	Tous
Analyse multicritère	Devoir sur table	0.7	Individuelle	1 à 3	Tous
Analyse multicritère	TP à rendre	0.3	Binôme	1 à 3	Tous

Dans chacune des matières du module, une évaluation non prévue à l'emploi du temps (contrôles surprise) peut advenir.

## 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 un minimum de 2h de travail personnel de compréhension et d'approfondissement par séance de cours.

**Nombre d'heures estimées de préparation aux travaux dirigés (TD)** : 1 à 2h.

**Pénalité pour retard** : tout travail remis en retard sans motif valable peut être pénalisé de 3 points par jour de retard (la notation est effectuée sur 20).

## Équipe enseignante

Nom	Domaine d'expertise	Courriel/Téléphone
Abdelhak IMOUSATEN	Analyse multicritère, Apprentissage des préférences, Théorie de l'incertain, Fusion de données, Opérateurs d'agrégation	<a href="mailto:abelhack.imoussaten@mines-ales.fr">abelhack.imoussaten@mines-ales.fr</a> 04 34 24 62 64
Jacky MONTMAIN	Analyse multicritère, Apprentissage des préférences, Opérateurs d'agrégation	<a href="mailto:jacky.montmain@mines-ales.fr">jacky.montmain@mines-ales.fr</a> 04 34 24 62 94
Nicolas SUTTON-CHARANI	Science de la Donnée, Apprentissage Automatique et Théories de l'Incertain	<a href="mailto:nicolas.sutton-charani@mines-ales.fr">nicolas.sutton-charani@mines-ales.fr</a> 04 34 24 62 67
Sébastien HARISPE	Intelligence Artificielle, Représentation des connaissances, Apprentissage Automatique	<a href="mailto:sebastien.harispe@mines-ales.fr">sebastien.harispe@mines-ales.fr</a> 04 34 24 62 82

ACADEMIC TEACHINGS	Teaching hours	Coefficients	Credits
<b>Decision Analysis</b>	<b>50 h</b>		
○ Uncertainty theories	25	1	4
○ Multiple criteria decision analysis	25	1	

**Course 1**

<b>Title : Uncertainty theories</b>	
<b>Code : 2IA-iasd-9.4.1</b>	<b>Title of the module : “Decision Analysis”</b>
<b>Semester : S9</b>	<b>Associated Cursus : CSAI Department, DSAI option</b>

Hours of presence	Total hours	Lectures	Seminar	Labs	Project	Testing	Personal work	Coef /module	ECTS
25	41	12	5	6		2	16	1	2

<b>Summary</b>	This course provides a brief review of some concepts of probability theory and introduces some modern uncertainty theories: possibility theory, belief functions, and imprecise probabilities. Information representation, merging data and decision-making techniques are presented in each theory and the generalization of some classification and clustering algorithms is studied.
----------------	---

<b>Head</b>	Abdelhak Imoussaten – LGI2P <sup>2</sup> /IMT Mines Alès
<b>Teaching Team</b>	Abdelhak Imoussaten – LGI2P/IMT Mines Alès Nicolas Sutton-Charani – LGI2P/IMT Mines Alès Sébastien Harispe – LGI2P/IMT Mines Alès Phd student– LGI2P/IMT Mines Alès

<b>Keywords</b>	Uncertainty, decision theory, imprecision, fuzzy logic, belief functions, possibility theory, imprecise probabilities, data merging, game theory, classification, clustering
<b>Prerequisites</b>	probability theory, some notions in logic and fuzzy logic

<b>Context and general objective:</b> This course is placed in the context where the data useful to the decision are uncertain and/or imprecise, that questions the use of standard probabilistic and statistical techniques. The available data can be sometimes conflicting testimonials, sometimes imprecise expert opinions, a mixture of objective and subjective data or incomplete information. In this context, the course aims to introduce suited techniques of information representation, information merging, decision, classification and clustering.
<b>Content:</b> Among the broad range of concepts covered, there will be a particular focus on: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Decision theory</li> <li>- Objective and subjective probabilities</li> <li>- Imprecise probabilities</li> <li>- Possibility theory</li> <li>- Belief functions</li> <li>- Fuzzy logic</li> <li>- Uncertain and/or imprecis information representation</li> <li>- Information merging</li> <li>- Decision under subjective uncertainty</li> <li>- Classification</li> <li>- Clustering</li> </ul>
<b>Pedagogical Organization:</b> The lecture is composed 12h of lectures, 5h of seminar, 6h of Labs and 2h of written exam.
<b>Expected learned knowledge:</b> After this course, students must know: <ul style="list-style-type: none"> <li>- which theoretical framework to use for which type of data.</li> <li>- how to use each of the techniques of representation, fusion, decision, classification, clustering in each framework.</li> </ul>
<b>Evaluation:</b> Individual written examination and Labs evaluation
<b>Feedback to students:</b> exam copies; feed-back time limit : 3 weeks after the exam
<b>Teaching material and references:</b> Lecture slides

**Course 2**

<b>Title : Multiple criteria decision analysis</b>	
<b>Code : 2IA-iasd-9.4.2</b>	<b>Title of the module : "Decision Analysis"</b>
<b>Semester : S9</b>	<b>Associated Cursus : CSAI Department, DSAI option</b>

Hours of presence	Total hours	Lectures	Seminar	Labs	Project	Testing	Personal work	Coef /module	ECTS
25	41	12	5	6		2	16	1	2

<b>Summary</b>	This course offers an introduction to the most widespread multiple criteria analysis methods based on the criteria independence assumption, whether of the outranking type (ELECTRE, PROMETHEE, etc.) or aggregation type (AHP, MACBETH, etc.) and introduces nonlinear aggregation methods based on fuzzy integrals. A large place is given to the procedures of parameters indirect identification of the multiple criteria analysis models (preferences learning)
----------------	--

<b>Head</b>	Abdelhak Imoussaten – LGI2P/IMT Mines Alès
<b>Teaching Team</b>	Abdelhak Imoussaten – LGI2P/IMT Mines Alès Jacky Montmain – LGI2P/IMT Mines Alès Phd student– LGI2P/IMT Mines Alès

<b>Keywords</b>	Multiple criteria decision analysis, outranking, aggregation, decision theory, game theory, fuzzy integrals: Choquet integral and Sugeno integral
<b>Prerequisites</b>	Probability theory, ELECTRE

<b>Context and general objective:</b> This course provides a brief overview of decision theory, game theory and classical multiple criteria analysis methods. Learning procedures, classification and ranking algorithms are widely studied in the context of non-additive multiple criteria models.
<b>Content:</b> Among the various notions treated, will be presented in particular: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Decision theory</li> <li>- Games theory</li> <li>- Additive methods of multiple criteria decision analysis</li> <li>- Non-additive methods of multiple criteria decision analysis</li> <li>- Parameters identification procedures</li> </ul>
<b>Pedagogical Organization:</b> The lecture is composed of 12h of lectures, 5h of seminar, 6h of Labs and 2h of written exam.
<b>Expected learned knowledge:</b> After this course, students must know: <ul style="list-style-type: none"> <li>- The advantages and disadvantages of the main methods of multiple criteria decision analysis</li> <li>- The conditions of use of each method</li> <li>- The techniques of aggregation of non-additive models</li> <li>- The parameters identification procedures of outranking and aggregation methods</li> </ul>
<b>Evaluation:</b> Individual written examination and Labs evaluation
<b>Feedback to students:</b> exam copies; feed-back time limit : 3 weeks after the exam
<b>Teaching material and references:</b> Lecture slides

## Method and teaching organisation

Teachings will consist of lectures, seminars and labs.

## 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
Uncertainty theories	written examination	0.7	Individual	1 à 3	All
Uncertainty theories	Labs evaluation	0.3	Pair working	1 à 3	All
Multiple criteria decision analysis	written examination	0.7	Individual	1 à 3	All
Multiple criteria decision analysis	Labs evaluation	0.3	Pair working	1 à 3	All

In each course of this module, an unscheduled assessment may occur.

## 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:** Students must attend all courses, seminars and labs.

**Estimated hours of personal study:** *in order to acquire the required learning level, the student is expected (must) to spend a minimum of 2h of personal study time per hour spent in class.*

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

1 to 2 hours

**Late penalties:** Late works are subject to penalties as follows: 3 points per day (ratings are between 0 and 20).

## Teaching team

Name	Expertise	Email/Phone
Abdelhak IMOUSSTEN	Multiple criteria decision analysis, Preference learning, Uncertainty theory, data merging, aggregation operators	<a href="mailto:abelhack.imoussaten@mines-ales.fr">abelhack.imoussaten@mines-ales.fr</a> (+33) 434 24 62 64
Nicolas SUTTON-CHARANI	Data Science, Machine Learning and Uncertainty theory	<a href="mailto:nicolas.sutton-charani@mines-ales.fr">nicolas.sutton-charani@mines-ales.fr</a> (+33) 434 24 62 67
Jacky MONTMAIN	Computational Linguistics, Machine Learning, Knowledge representation	<a href="mailto:jacky.montmain@mines-ales.fr">jacky.montmain@mines-ales.fr</a> 04 34 24 62 94
Sébastien Harispe	Machine Learning, AI and Knowledge Representation	<a href="mailto:sebastien.harispe@mines-ales.fr">sebastien.harispe@mines-ales.fr</a> 04 34 24 62 82

## Approbation

Ce guide pédagogique entré en vigueur à compter du 07 janvier 2019 a été mis à jour en novembre 2020. Il est porté à la connaissance des élèves par une publication sur le site de l'école

Rédaction	Vérification	Validation
L'enseignant responsable du module : Abdelhak IMOUSSTEN	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