

◆ Parcours RODECO

Robotique : Décision et Commande



LE MASTER ROBOTIQUE DÉCISION COMMANDE - RENTRÉES 2021-2022 ET 2022-2023

PATRICK DANÈS

patrick.danes@laas.fr

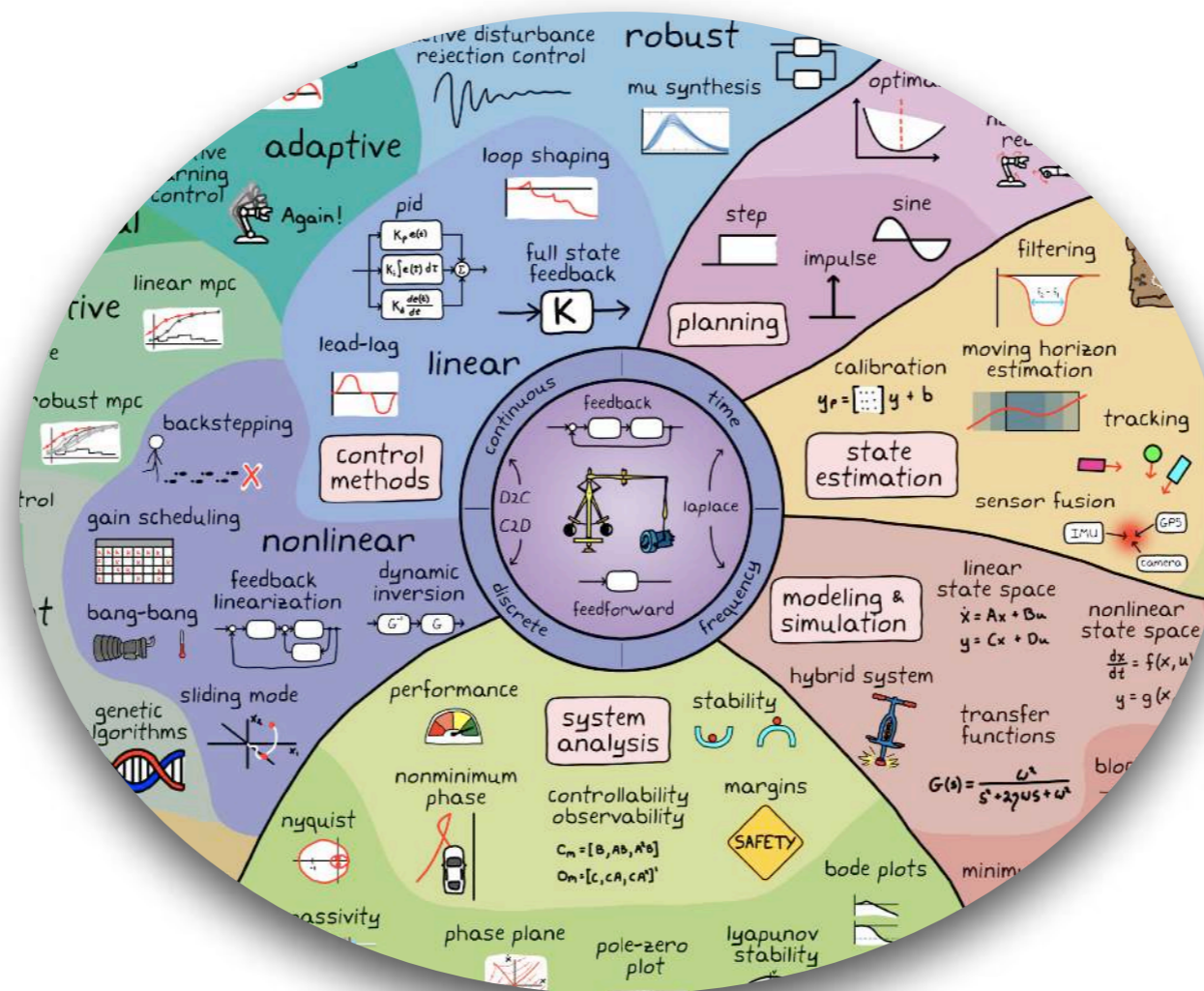
— Remerciements à Viviane CADENAT —

QUELQUES DÉFINITIONS...

FORCÉMENT IMPARFAITES (I)

Automatique : modélisation, identification, analyse, commande, observation... des systèmes dynamiques

- Boucle “perception-action”
- Discipline transverse, en connexion avec les math. appliquées, la théorie du signal...
- Multiples champs d'application - Lien avec l'instrumentation et l'info. temps réel



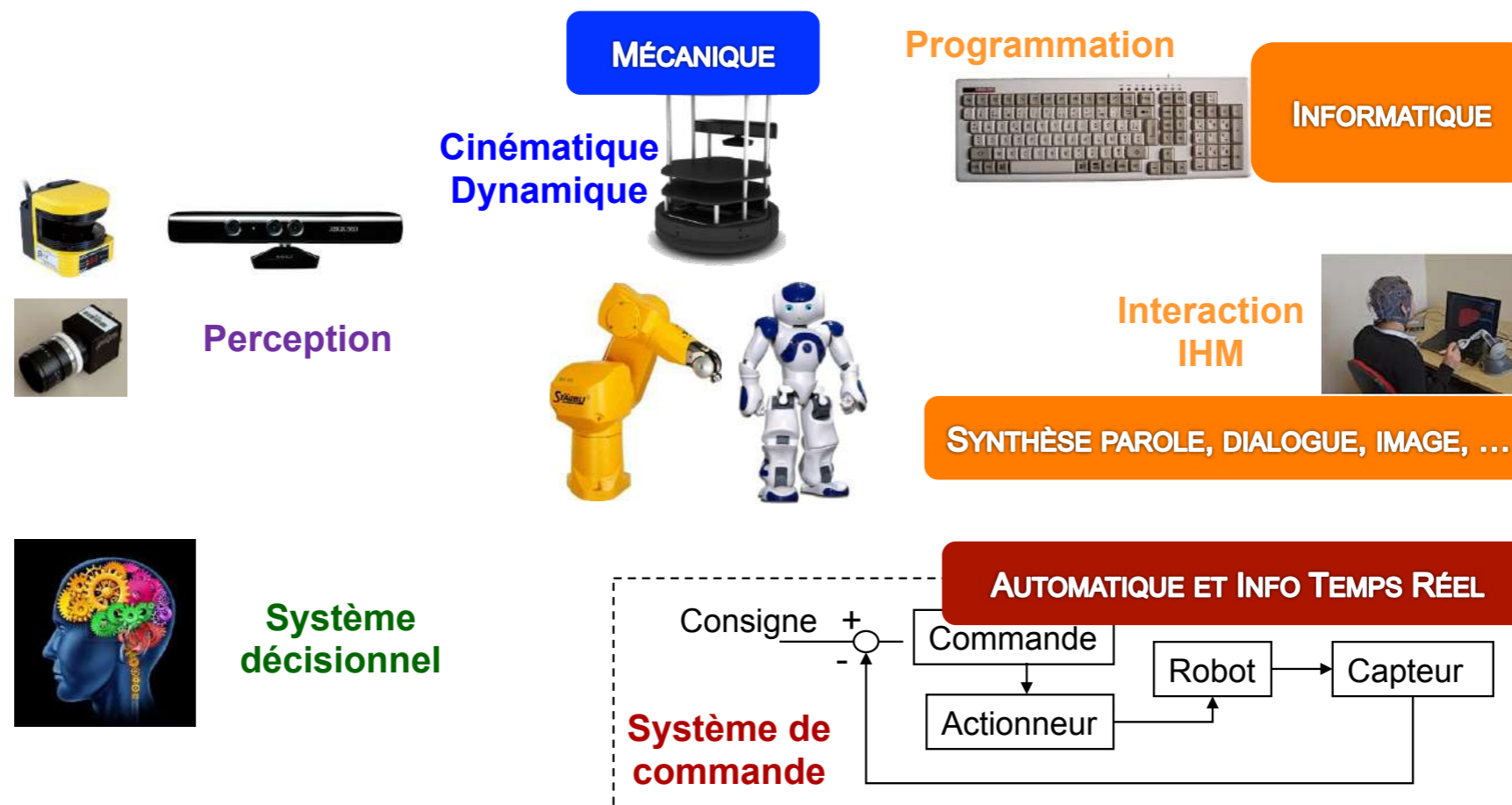
(c) Brian Douglas [extrait]

QUELQUES DÉFINITIONS...

FORCÉMENT IMPARFAITES (2)

Robotique : vers la machine dotée de perception, action, raisonnement, en interaction (environnement, robots, humains), dotée d'autonomie et d'adaptation

- Boucle “perception-décision-action”
- Confluent/dialogue de multiples disciplines + Corpus scientifique propre
- Différents niveaux architecturaux / degrés d'abstraction / contraintes temporelles
- Quelques verrous : maîtrise du temps, sûreté de fonctionnement, robustesse aux conditions environnementales (variabilité, évolutivité), comportements « orientés tâche/mission »...



QUELQUES DÉFINITIONS...

FORCÉMENT IMPARFAITES (3)

Robotique : quelques thématiques

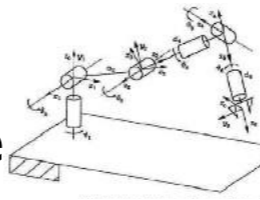
- Architectures logicielles - Middlewares

- Conception mécanique



— Instrumentation

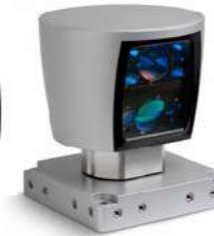
- Modélisation cinématique et dynamique



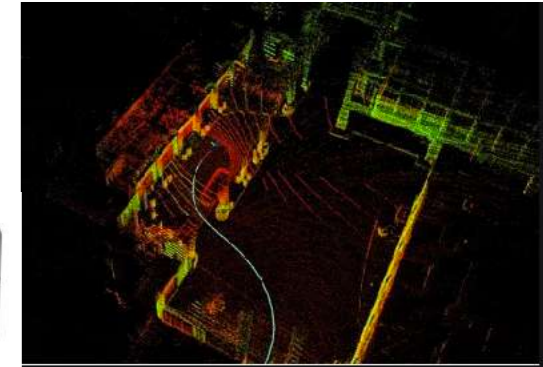
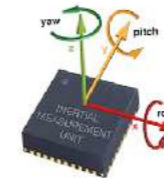
— Commande — Manipulation



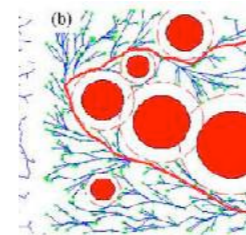
- Perception (extéroceptive)



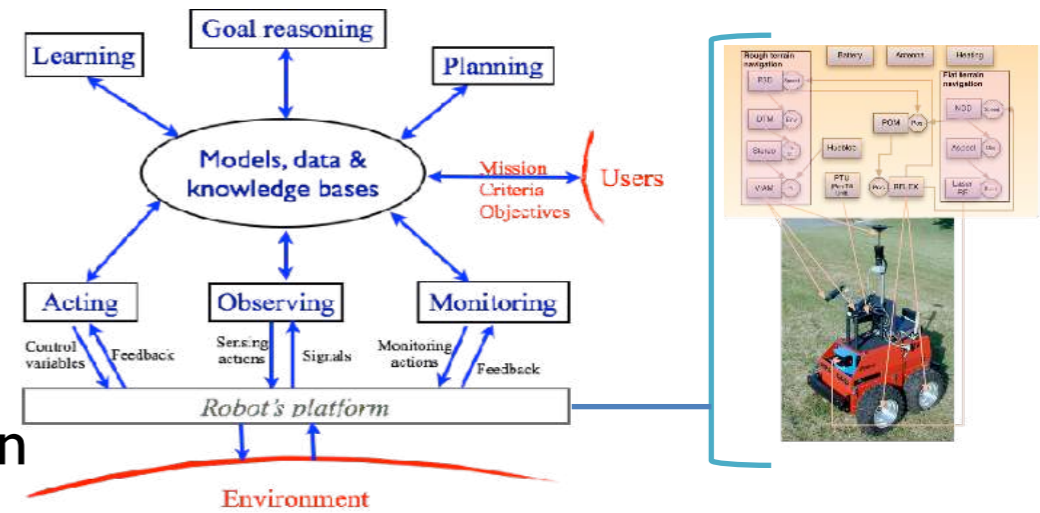
- Fusion multisensorielle - Localisation - SLAM



- Planification du mouvement - Mouvement réactif



- Planification de tâches — Interaction/Coopération HR/RR — Action délibérée...

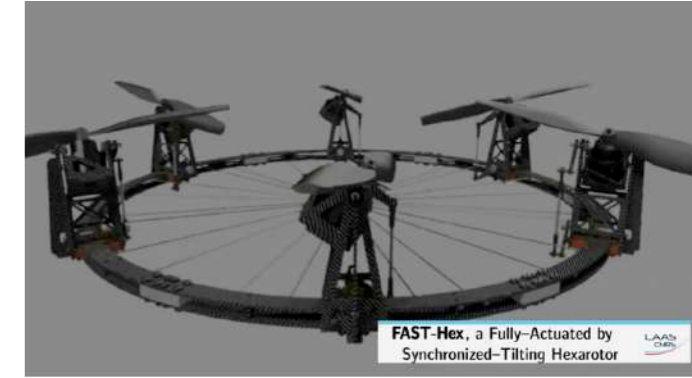


MASTER RODECO 2021-2022

MASTER RODECO : ROBOTIQUE-AUTOMATIQUE-INFORMATIQUE & DEUX SPÉCIALISATIONS

Robotique et Commande

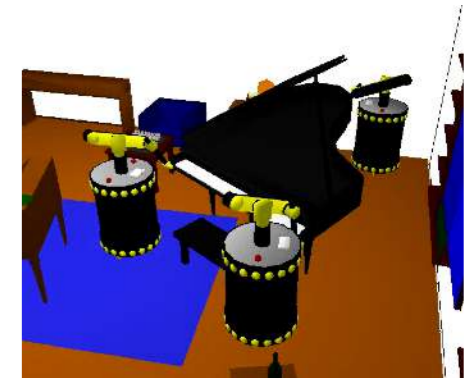
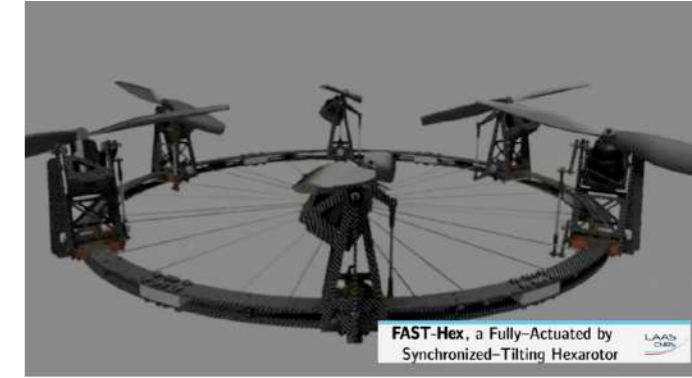
- Profil “Roboticien-Automaticien”
- Systèmes de commande avancés
Robotique de manipulation industrielle
 - ▶ haute performance
 - ▶ conditions expérimentales et environnements maîtrisés
 - ▶ quelques mots-clés : dynamique, commande, perception 2D



MASTER RODECO : ROBOTIQUE-AUTOMATIQUE-INFORMATIQUE & DEUX SPÉCIALISATIONS

Robotique et Commande

- Profil “Roboticien-Automaticien”
- Systèmes de commande avancés
Robotique de manipulation industrielle
 - ▶ haute performance
 - ▶ conditions expérimentales et environnements maîtrisés
 - ▶ quelques mots-clés : dynamique, commande, perception 2D



Robotique et Décision

- Profil “Roboticien-Informaticien”
- Systèmes robotiques intelligents
Robotique de manipulation et mobile
 - ▶ interaction, autonomie, adaptation
 - ▶ environnements inconnus, dynamiques, évolutifs
 - ▶ quelques mots-clés : perception 3D, gestion de l’incertitude, intégration logicielle



ORGANISATION GÉNÉRALE MASTER RODECO (I)

Master I : commun ISTR-RODECO

page	Code	Intitulé UE	ECTS	Obligatoire Facultatif	Cours	TD	TP	TP DE	Stage	Stage ne
Premier semestre										
10	EMEAT1AM	CONNAISSANCE DE L'ENTREPRISE ET COMMUNICATION	3	O						
11	EMEAT1A1	Connaissance de l'entreprise			6	12				
11	EMEAT1A2	Communication			4	12				
12	EMEAT1BM	TECHNIQUES ET IMPLÉMENTATION DE MÉTHODES NUMÉRIQUES	3	O	10		24			
13	EMEAT1CM	CONCEPTION DE SYSTÈMES	3	O	10	12	8			
Choisir 1 UE parmi les 3 UE suivantes :										
14	EMEAT1DM	PROCESSEURS ET LOGICIELS POUR LE TRAITEMENT DU SIGNAL	3	O	8	9		12		
15	EMEAT1EM	TRAITEMENT DES IMAGES	3	O	14	7	9			
16	EMEAT1FM	INSTRUMENTATION ET CHAÎNE DE MESURE	3	O	8	8	14			
17	EMEAT1GM	SYSTÈMES À ÉVÉNEMENTS DISCRETS, MODÉLISATION ET ANALYSE	6	O	20	24		16		
18	EMEAT1HM	SYSTÈMES LINÉAIRES À TEMPS CONTINU 2	3	O	10	12		8		
19	EMEAT1IM	MICROCONTRÔLEUR	3	O	9	9	12			
20	EMEAT1JM	SYSTÈMES LINÉAIRES À TEMPS CONTINU 1	3	O	10	12		8		
21	EMEAT1KM	PERFORMANCE ET ROBUSTESSE DES SYSTÈMES LINÉAIRES ASSERVIS	3	O	10	12	8			
22	EMEAT1TM	STAGE FACULTATIF	3	F						0,5
Second semestre										
23	EMEAT2AM	TECHNIQUES DE MISES EN ŒUVRE POUR LES SYSTÈMES À ÉVÉNEMENTS DISCRETS	3	O	6	6		18		
24	EMEAT2BM	OUTILS POUR LA COMMANDE DES SYSTÈMES PARALLÈLES	3	O	10	12	8			

page	Code	Intitulé UE	ECTS	Obligatoire Facultatif	Cours	TD	TP	TP DE	Stage	Stage ne
25	EMEAT2CM	SYSTÈMES LINÉAIRES À TEMPS DISCRET ET IDENTIFICATION	3	O	10	12	8			
26	EMEAT2DM	REPRÉSENTATION ET ANALYSE DES SYSTÈMES NON LINÉAIRES	3	O	10	12		8		
27	EMEAT2EM	CONCEPTION ORIENTÉE OBJET DES SYSTÈMES DE COMMANDE	3	O	10	12		8		
28	EMEAT2FM	COMMANDE DES SYSTÈMES LINÉAIRES À TEMPS DISCRET	3	O	10	12	8			
Choisir 2 UE parmi les 3 UE suivantes :										
29	EMEAT2GM	RÉSEAUX POUR LA COMMANDE DE SYSTÈMES DISTRIBUTUÉS	3	O	9	9	12			
30	EMEAT2HM	MODÉLISATION ET COMMANDE DES CONVERTISSEURS STATIQUES	3	O	12	9	9			
31	EMEAT2IM	PROBLÉMATIQUES DES SYSTÈMES EMBARQUÉS	3	O	10	10		10		
32	EMEAT2KM	INITIATION À LA RECHERCHE ET PROJET	3	O	4	4		20		
Choisir 1 UE parmi les 4 UE suivantes :										
34	EMEAT2VM	ANGLAIS	3	O		24				
35	EMEAT2WM	ALLEMAND	3	O		24				
36	EMEAT2XM	ESPAGNOL	3	O		24				
37	EMEAT2YM	FRANÇAIS GRANDS DÉBUTANTS	3	O		24				
33	EMEAT2LM	INITIATION JURIDIQUE	3	F		24				

ORGANISATION GÉNÉRALE MASTER RODECO (2)

Master 1 : commun ISTR-RODECO

Master 2 : 444h de présentiel+projet (hors stage)

- TC mutualisé ISTR : 120h (11 ECTS)
 - ▶ Savoir-être ingénieur (AOH), Anglais : 48+24 (7)
 - ▶ COO et Systèmes Temps Réel : 48 (4)
- TC propre à RODECO : 178h (19 ECTS)
 - ▶ Robotique industrielle : 60 (5)
 - ▶ Vision et Traitement d'images 2D : 40 (3)
 - ▶ Optimisation et estimation : 60 (5)
 - ▶ Reconnaissance des formes et Apprentissage 20 (3)
- Spécialisation : 146h (15 ECTS)
 - ▶ **Commande** linéaire avancée : 40 (3)
 - ▶ **Commande** non linéaire : 28 (3)
 - ▶ **Commande** optimale : 28 (3)
 - ▶ **Commande** de robots : 30 (3)
 - ▶ **Conception & Mœuvre** commande TR : 20 (3)
 - ▶ **Décision** IA et Décision : 30 (3)
 - ▶ **Décision** IA et Traitement de l'Incertain : 30 (3)
 - ▶ **Décision** Perception 3D : 28 (3)
 - ▶ **Décision** Robotique mobile & Intergiciel : 28 (3)
 - ▶ **Décision** RF & Techno vocales : 30 (3)
- Stage : 4 à 6 mois - Entreprise ou Laboratoire : (15 ECTS)

ORGANISATION GÉNÉRALE MASTER RODECO (3)

Ouverture à l'alternance...

- Contrats de professionnalisation depuis Septembre 2016
- Organisation de l'année universitaire en conséquence

SEPTEMBRE		OCTOBRE		NOVEMBRE		DÉCEMBRE		JANVIER		FÉVRIER		MARS		AVRIL		MAI		JUIN		JUILLET		AOÛT		SEPTEMBRE	
1 M		1 J		1 D	Férié	1 M		1 V	Férié	1 L		1 L		1 J		1 S		1 M		1 J		1 D		1 M	
2 M		2 V		2 L		2 M		2 S		2 M		2 M		2 V		2 D		2 M		2 V		2 L		2 J	
3 J		3 S		3 M		3 J		3 D		3 M		3 M		3 S		3 L		3 J		3 S		3 M		3 V	
4 V		4 D		4 M		4 V		4 L		4 J		4 J		4 D		4 M		4 V		4 D		4 M		4 S	
5 S		5 L		5 J		5 S		5 M		5 V		5 V		5 L		5 M		5 S		5 L		5 J		5 D	
6 D		6 M		6 V		6 D		6 M		6 S		6 S		6 M		6 J		6 D		6 M		6 V		6 L	
7 L		7 M		7 S		7 L		7 J		7 D		7 D		7 M		7 V		7 L		7 M		7 S		7 M	
8 M		8 J		8 D		8 M		8 V		8 L		8 L		8 J		8 S		8 M		8 J		8 D		8 M	
9 M		9 V		9 L		9 M		9 S		9 M		9 M		9 V		9 D		9 M		9 V		9 L		9 J	
10 J		10 S		10 M		10 J		10 D		10 M		10 M		10 S		10 L		10 J		10 S		10 M		10 V	
11 V		11 D		11 M	Férié	11 V		11 L		11 J		11 J		11 D		11 M		11 V		11 D		11 M		11 S	
12 S		12 L		12 J		12 S		12 M		12 V		12 V		12 L		12 M		12 S		12 M		12 J		12 D	
13 D		13 M		13 V		13 D		13 M		13 S		13 S		13 M		13 J		13 D		13 M		13 V		13 L	
14 L		14 M		14 S		14 L		14 J		14 D		14 D		14 M		14 V		14 L		14 M		14 S		14 M	
15 M		15 J		15 D		15 M		15 V		15 L		15 L		15 J		15 S		15 M		15 J		15 D		15 M	
16 M		16 V		16 L		16 M		16 S		16 M		16 M		16 V		16 D		16 M		16 V		16 L		16 J	
17 J		17 S		17 M		17 J		17 D		17 M		17 M		17 S		17 L		17 J		17 S		17 M		17 V	
18 V		18 D		18 M		18 V		18 L		18 J		18 J		18 D		18 M		18 V		18 D		18 M		18 S	
19 S		19 L		19 J		19 S		19 M		19 V		19 V		19 L		19 M		19 S		19 L		19 J		19 D	
20 D		20 M		20 V		20 D		20 M		20 S		20 S		20 M		20 J		20 D		20 M		20 V		20 L	
21 L		21 M		21 S		21 L		21 J		21 D		21 D		21 M		21 V		21 L		21 M		21 S		21 M	
22 M		22 J		22 D		22 M		22 V		22 L		22 L		22 J		22 S		22 M		22 J		22 D		22 M	
23 M		23 V		23 L		23 M		23 S		23 M		23 M		23 V		23 D		23 M		23 V		23 L		23 J	
24 J		24 S		24 M		24 J		24 D		24 M		24 M		24 S		24 L		24 J		24 S		24 M		24 V	
25 V		25 D		25 M		25 V	Férié	25 L		25 J		25 J		25 D		25 M		25 V		25 D		25 M		25 S	
26 S		26 L		26 J		26 S		26 M		26 V		26 V		26 L		26 M		26 S		26 L		26 J		26 D	
27 D		27 M		27 V		27 D		27 M		27 S		27 S		27 M		27 J		27 D		27 M		27 V		27 L	
28 L		28 M		28 S		28 L		28 J		28 D		28 D		28 M		28 V		28 L		28 M		28 S		28 M	
29 M		29 J		29 D		29 M		29 V		29 L		29 L		29 J		29 S		29 M		29 J		29 D		29 M	
30 M		30 V		30 L		30 M		30 S		30 M		30 M		30 V		30 D		30 M		30 V		30 L		30 J	
31 S		31 S		31 J		31 D		31 D		31 M		31 M		31 L		31 L		31 L		31 S		31 M		31 J	

... et pour les non-alternants

- Projets inter-disciplinaires ≈ 10 semaines - Clients académiques ou industriels - “Coachs”
 - ▶ Préhension d'objets par un cobot [Sogeti]
 - ▶ Commande non linéaire de drones
 - ▶ Dév. d'une usine connectée de démonstration [Sogeti]
 - ▶ Apollo II
 - ▶ Construction, modélisation, simulation et commande de robots manipulateurs à base de LEGO MINDSTORMS
 - ▶ Quand l'Intelligence Artificielle rencontre la stabilité
 - ▶ Extraction de MNT à partir d'images satellites [CS-SI]
 - ▶ Navigation autonome visuelle
 - ▶ Interface vocale pour une neuroprothèse [Covirtua]
 - ▶ DNN pour la description de contenu audio par génération de phrases écrites
 - ▶ Intégration d'un robot collaboratif dans un environnement de production à l'aide de ROS

ORGANISATION GÉNÉRALE MASTER RODECO (4)

Stages

- Automatique, Robotique, Vision, Perception, IA, Apprentissage automatique...
- 4 à 6 mois - France ou Étranger - Entreprises (≈60%) ou Laboratoires (≈40%)
 - ▶ EUROPE, USA, JAPON, SINGAPOUR...
 - ▶ SSII, Automobile, Transports, Défense... :ASTRIUM, THALÈS, ROCKWELL COLLINS, CNES, STAÜBLI, SPIKENET, NAÏO, SOGETI HIGHTECH, ROBOSOFT...
 - ▶ LAAS-CNRS, IRIT, ONERA, INRA, IRSTEA, CEA, INRIA...

Développement d'un environnement de simulation pour la validation de fonctions ADAS, **Asystem**

Contrôle prédictif et optimal appliqué au contrôle des chaînes de traction, **PSA**

Pilotage de missile par commande robuste H-infini, **Thalès armement**

Estimation de l'odométrie visuelle monoculaire, **Continental**

Perception et localisation pour un véhicule autonome, **Transdev**

Contrôle Vision Défauts et Outillage de forgeage à chaud, **Arconic**

Path planning for multi-robot systems in industry 4.0, **LINEACT/CESI**

Etat de l'art des outils de qualimétrie du code et étude d'adéquation, **ATOS**

Gestion des données et automatisation d'un processus d'analyse des problématiques sur les exploitations agricoles céréalières basée sur la reconnaissance des formes, **NewDrone**

Planification de trajectoires pour véhicules autonomes, **Continental**

Navigation autonome d'un robot mobile dans un atelier, **Ingram micro**

Développement des fonctions innovatrices de l'équipe Driver

Monitoring / ADAS, **Continental**

Commande et observation en temps fini des systèmes non linéaires, **LAAS**

Construction d'observateurs pour systèmes hyperboliques, **LAAS**

Commande en couple corps complet sur le robot Pyrene, **LAAS**

Human 3D Shape Estimation from a Single Image, **INRIA**

Formation Control for Multi-Drone Aerial Manipulation, **Institut polytechnique des sciences avancées**

Architecture générique pour la commande de systèmes robotiques, **IRIT**

Navigation autonome en environnement agricole, **LAAS**

Prise en compte d'un élément d'apprentissage dans la boucle de commande, **LAAS**

Étude de la commande adaptative pour les systèmes à paramètres variants, **LAAS**

Contrôle d'anesthésie, **LAAS**

DEVENIR DES ÉTUDIANT·E·S

Carrières professionnelles variées

- Industrie
 - ▶ Ingénieur en entreprise : en robotique, en automatique, études, recherche & développement, informatique, intégration, technico- commercial, d'applications...
 - ▶ Chef de projet, consultant...
- Doctorat, puis
 - ▶ Chercheur CNRS/INRIA, Enseignant-Chercheur
 - ▶ Ingénieur de recherche, Ingénieur R&D

Quelques statistiques

■ Bilan 2019

- Embauche à Noël 2019 : 15 / 23 étudiants dont 6 en thèse et 9 dans l'industrie, 3 redoublants, 5 sans réponse.
- Domaines : Automobile, transports, aéronautique, SSII, etc.
- Entreprises : Alten, Cap Gemini, Expleo, Railenium, Ratier, etc.

■ Bilan 2018

- Embauche à Noël 2018 : 9 / 17 étudiants dont 3 en thèse, 6 dans l'industrie, 1 redoublant, 1 poursuite, 6 sans réponse
- Domaines : ADAS, automobile, armement, aéronautique, ...
- Entreprises : Google, PSA, Alten, Assystem, Thalès, etc.

RENTRÉE 2022-2023

**LE MASTER RODECO DEVIENDRA
LE MASTER AUTOMATIQUE-ROBOTIQUE (AURO ?)**

LE FUTUR MASTER AUTOMATIQUE-ROBOTIQUE (I)

Master I : commun ISTR-AURO

page	Code	Intitulé UE	ECTS	Obligatoire Facultatif	Cours	TD	TP	TP DE	Stage	Stage ne
Premier semestre										
10	EMEAT1AM	CONNAISSANCE DE L'ENTREPRISE ET COMMUNICATION	3	O						
11	EMEAT1A1	Connaissance de l'entreprise			6	12				
11	EMEAT1A2	Communication			4	12				
12	EMEAT1BM	TECHNIQUES ET IMPLÉMENTATION DE MÉTHODES NUMÉRIQUES	3	O	10		24			
13	EMEAT1CM	CONCEPTION DE SYSTÈMES	3	O	10	12	8			
Choisir 1 UE parmi les 3 UE suivantes :										
14	EMEAT1DM	PROCESSEURS ET LOGICIELS POUR LE TRAITEMENT DU SIGNAL	3	O	8	9		12		
15	EMEAT1EM	TRAITEMENT DES IMAGES	3	O	14	7	9			
16	EMEAT1FM	INSTRUMENTATION ET CHAÎNE DE MESURE	3	O	8	8	14			
17	EMEAT1GM	SYSTÈMES À ÉVÉNEMENTS DISCRETS, MODÉLISATION ET ANALYSE	6	O	20	24		16		
18	EMEAT1HM	SYSTÈMES LINÉAIRES À TEMPS CONTINU 2	3	O	10	12		8		
19	EMEAT1IM	MICROCONTRÔLEUR	3	O	9	9	12			
20	EMEAT1JM	SYSTÈMES LINÉAIRES À TEMPS CONTINU 1	3	O	10	12		8		
21	EMEAT1KM	PERFORMANCE ET ROBUSTESSE DES SYSTÈMES LINÉAIRES ASSERVIS	3	O	10	12	8			
22	EMEAT1TM	STAGE FACULTATIF	3	F						0,5
Second semestre										
23	EMEAT2AM	TECHNIQUES DE MISES EN ŒUVRE POUR LES SYSTÈMES À ÉVÉNEMENTS DISCRETS	3	O	6	6		18		
24	EMEAT2BM	OUTILS POUR LA COMMANDE DES SYSTÈMES PARALLÈLES	3	O	10	12	8			

page	Code	Intitulé UE	ECTS	Obligatoire Facultatif	Cours	TD	TP	TP DE	Stage	Stage ne
25	EMEAT2CM	SYSTÈMES LINÉAIRES À TEMPS DISCRET ET IDENTIFICATION	3	O	10	12	8			
regroupée avec EMEAT2FM en "Syst° Lin° à Temps Discret"										
26	EMEAT2DM	REPRÉSENTATION ET ANALYSE DES SYSTÈMES NON LINÉAIRES	3	O	10	12		8		
27	EMEAT2EM	CONCEPTION ORIENTÉE OBJET DES SYSTÈMES DE COMMANDE	3	O	10	12		8		
28	EMEAT2FM	COMMANDE DES SYSTÈMES LINÉAIRES À TEMPS DISCRET	3	O	10	12	8			
devient "Optimisation-Graphes"										
Choisir 2 UE parmi les 3 UE suivantes :										
29	EMEAT2GM	RÉSEAUX POUR LA COMMANDE DE SYSTÈMES DISTRIBUTIBUS	3	O	9	9	12			
30	EMEAT2HM	MODÉLISATION ET COMMANDE DES CONVERTISSEURS STATIQUES	3	O	12	9	9			
31	EMEAT2IM	PROBLÉMATIQUES DES SYSTÈMES EMBARQUÉS	3	O	10	10		10		
	EMEAT2KM	INITIATION À LA RECHERCHE ET PROJET	3	O	4	4		20		
Choisir 1 UE parmi les 4 UE suivantes :										
	EMEAT2VM	ANGLAIS	3	O			24			
35	EMEAT2WM	ALLEMAND	3	O			24			
36	EMEAT2XM	ESPAGNOL	3	O			24			
37	EMEAT2YM	FRANÇAIS GRANDS DÉBUTANTS	3	O			24			
33	EMEAT2LM	INITIATION JURIDIQUE	3	F			24			

LE FUTUR MASTER AUTOMATIQUE-ROBOTIQUE (2)

Master 2 : 396h de présentiel+projet (hors stage)

Deux options : AU et RO

Cde Lin&Robuste (<i>commun ISTR commande</i>)		3		8	10	12	30
Systèmes Hybrides	X	3		8	10	12	30
Cde Optimale II		3		8	10	12	30
Cde au travers des Réseaux	X	3		8	10	12	30
Conc ^o & MO TR (<i>commun ISTR</i>)		3		8	10	12	30
--TOTAL OPTION AU--		15		40	50	60	150

	#ECTS	#Gr	#CM	#TD	#TP	TOTAL THEO
Anglais (<i>commun ISTR</i>)	3			24		24
Stage ou Stage+Projets	21					0
--TOTAL--	24		0	24	0	24
AOH (<i>ne sera commun ISTR</i>)	3			36		36
Syst ^o & Archi TR (<i>ne sera plus commun ISTR ?</i>)	X	3	12	6	18	36
Cde Non Linéaire	X	3	8	10	12	30
Cde Optimale I - Cde Robots	X	3	8	10	12	30
Optim - Estim I		3	8	10	12	30
Mécatronique	X	3	8	10	12	30
Robotique Industrielle avancée		3	8	10	12	30
--TOTAL TRONC COMMUN--	21		52	92	78	222

NavRobMobile: RM/SLAMopt/ROS (-> IARF)	X	3		8	10	12	30
Perception 3D (-> IARF)		3		8	10	12	30
Vision Indus / Cde Réf Vision		3		8	10	12	30
Estim II/SLAM-Filtrage/ROS	X	3		8	10	12	30
ML (<- IARF)	X	3		8	10	12	30
--TOTAL OPTION RO--		15		40	50	60	150

MERCI !

PATRICK DANÈS

patrick.danes@laas.fr