



♦ Parcours RODECO

Robotique : Décision et Commande



LE MASTER ROBOTIQUE DÉCISION COMMANDE

RENTRÉES 2021-2022 ET 2022-2023

PATRICK DANÈS

patrick.danes@laas.fr

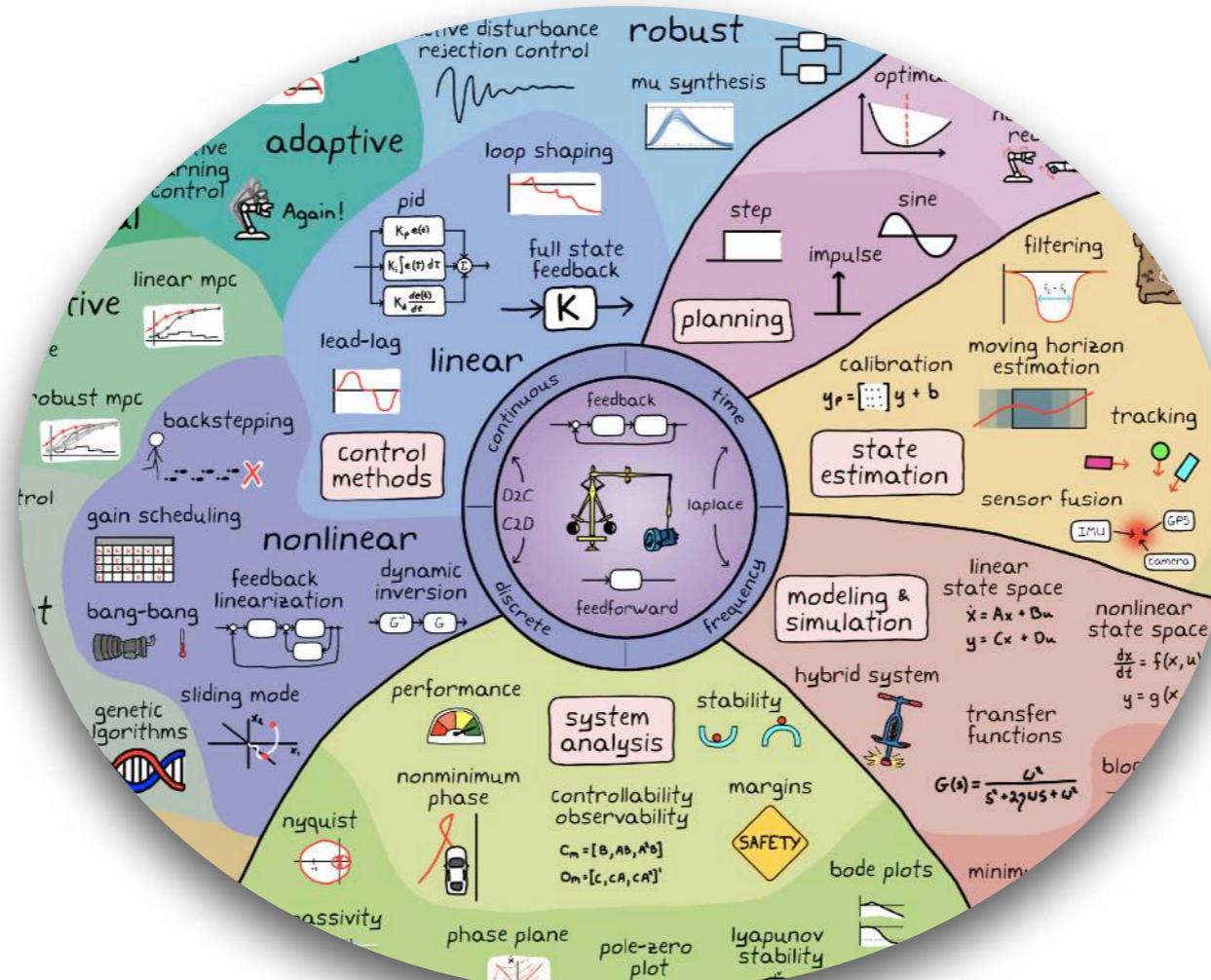
— Remerciements à Viviane CADENAT —

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



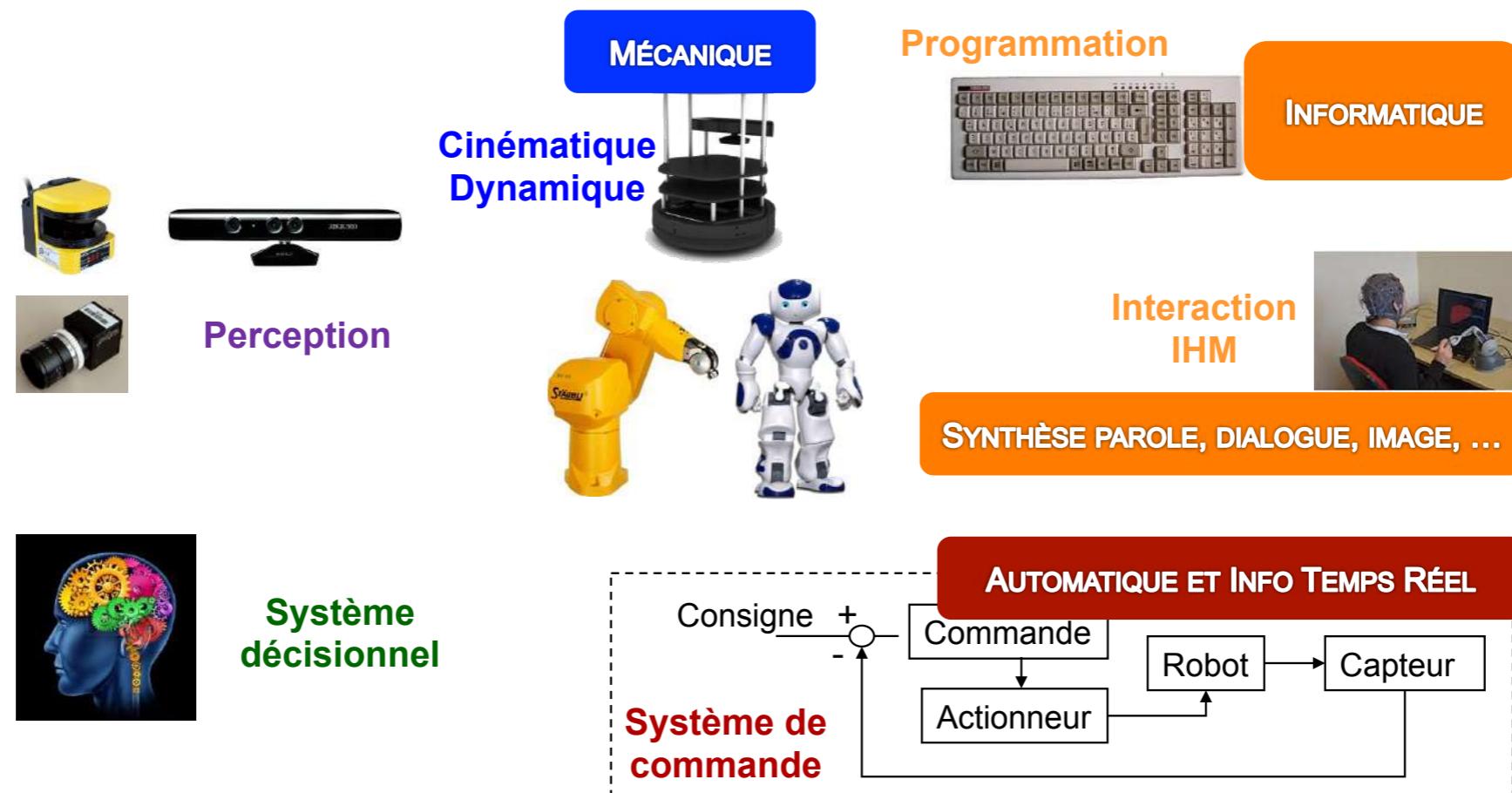
(c) Brian Douglas [extrait]

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)

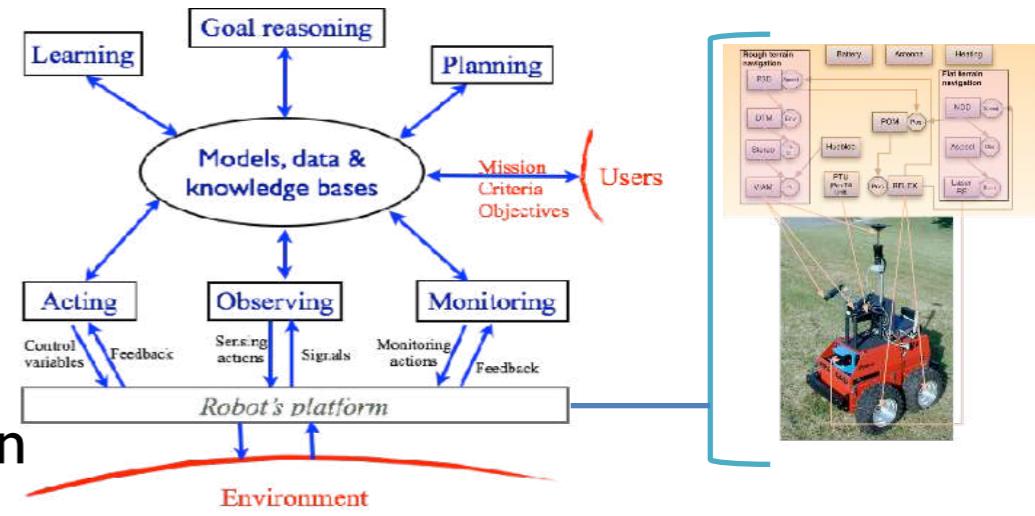
Robotique : quelques thématiques

- Architectures logicielles - Middlewares

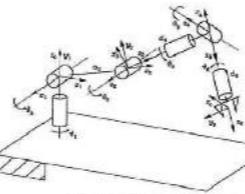


- Conception mécanique

— Instrumentation



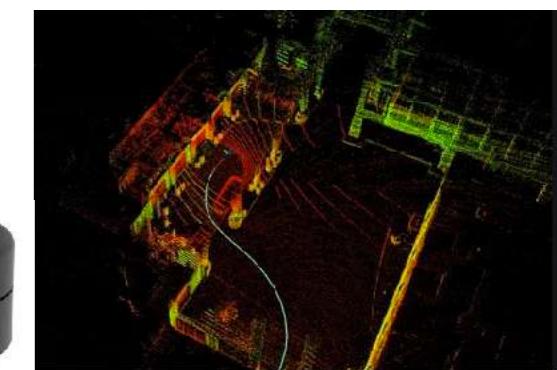
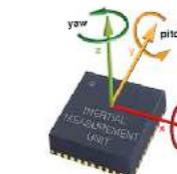
- Modélisation cinématique et dynamique



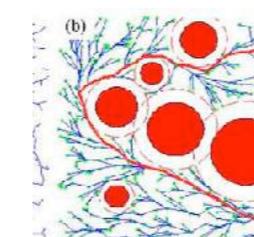
— Commande — Manipulation



- Perception (extéroceptive)



- Fusion multisensorielle - Localisation - SLAM



- Planification du mouvement - Mouvement réactif



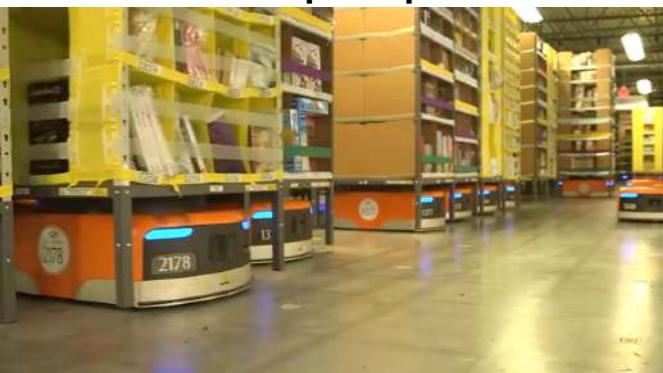
- Planification de tâches — Interaction/Coopération HR/RR — Action délibérée...

MASTER RODECO 2021-2022

MASTER RODECO : ROBOTIQUE-AUTOMATIQUE-INFORMATIQUE & DEUX SPÉCIALISATIONS

Robotique et Commande

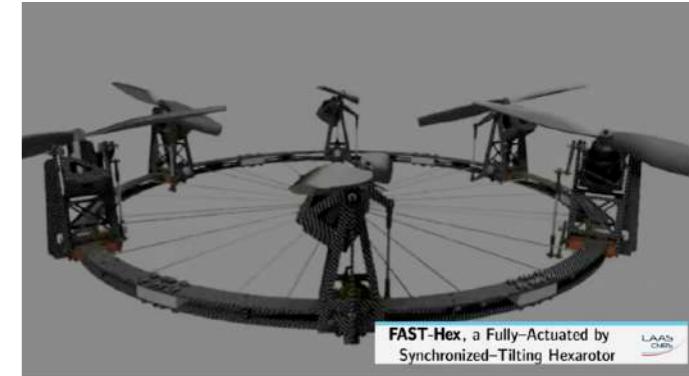
- Profil “Roboticien-Automaticien”
- Systèmes de commande avancés
- Robotique de manipulation industrielle
 - ▶ haute performance
 - ▶ conditions expérimentales et environnements maîtrisés
 - ▶ quelques mots-clés : dynamique, commande, perception 2D



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

page	Code	Intitulé UE	ECTS	Obligatoire Facultatif	Cours	TD	TP	TP DE	Stage	Stage né
25	EMEAT2CM	SYSTÈMES LINÉAIRES À TEMPS DISCRET ET IDENTIFICATION	3	0	10	12	8			
26	EMEAT2DM	REPRÉSENTATION ET ANALYSE DES SYSTÈMES NON LINÉAIRES	3	0	10	12		8		
27	EMEAT2EM	CONCEPTION ORIENTÉE OBJET DES SYSTÈMES DE COMMANDE	3	0	10	12		8		
28	EMEAT2FM	COMMANDE DES SYSTÈMES LINÉAIRES À TEMPS DISCRET	3	0	10	12	8			
Choisir 2 UE parmi les 3 UE suivantes :										
29	EMEAT2GM	RÉSEAUX POUR LA COMMANDE DE SYSTÈMES DISTRIBUTUÉS	3	0	9	9	12			
30	EMEAT2HM	MODÉLISATION ET COMMANDE DES CONVERTISSEURS STATIQUES	3	0	12	9	9			
31	EMEAT2IM	PROBLÉMATIQUES DES SYSTÈMES EMBARQUÉS	3	0	10	10		10		
32	EMEAT2KM	INITIATION À LA RECHERCHE ET PROJET	3	0	4	4		20		
Choisir 1 UE parmi les 4 UE suivantes :										
34	EMEAT2VM	ANGLAIS	3	0			24			
35	EMEAT2WM	ALLEMAND	3	0			24			
36	EMEAT2XM	ESPAGNOL	3	0			24			
37	EMEAT2YM	FRANÇAIS GRANDS DÉBUTANTS	3	0			24			
33	EMEAT2LM	INITIATION JURIDIQUE	3	F			24			

ORGANISATION GÉNÉRALE MASTER RODECO (2)

Master I : 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)
 - Stage : 4 à 6 mois - Entreprise ou Laboratoire : (15 ECTS)

Commande

Décision

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	AOUT	SEPTEMBRE
1 M	1 J	1 D Févré	1 M	1 Y Févré	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 V	2 D	2 M	2 V	2 L	2 J	
3 J	3 S	3 M	3 J	3 D	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 D	4 M	4 V	4 D	4 M	4 S	
5 S	5 L	5 J	5 S	5 M	5 V	5 T	5 M	5 S	5 L	5 J	5 D	
6 D	6 M	6 V	6 D	6 M	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 M	7 V	7 L	7 M	7 S	7 M	
8 M	8 J	8 D	8 M	8 V	8 L	8 M	8 S	8 M	8 J	8 D	8 M	
9 M	9 V	9 L	9 M	9 S	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 S	10 L	10 J	10 S	10 M	10 V	
11 V	11 D	11 M Févré	11 V	11 L	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 L	12 M	12 S	12 M	12 J	12 D	
13 D	13 M	13 V	13 D	13 M	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 M	14 V	14 L	14 M	14 S	14 M	
15 M	15 J	15 D	15 M	15 V	15 L	15 M	15 J	15 S	15 M	15 J	15 D	
16 M	16 V	16 L	16 M	16 S	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 S	17 L	17 J	17 S	17 M	17 V	
18 V	18 D	18 M	18 V	18 L	18 J	18 M	18 D	18 V	18 D	18 M	18 S	
19 S	19 L	19 J	19 S	19 M	19 V	19 L	19 M	19 S	19 L	19 J	19 D	
20 D	20 M	20 V	20 D	20 S	20 M	20 J	20 D	20 M	20 V	20 W	20 L	
21 L	21 M	21 S	21 L	21 J	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 J	22 S	22 M	22 J	22 D	22 M	
23 M	23 V	23 L	23 M	23 S	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 S	24 L	24 J	24 S	24 M	24 V	
25 V	25 D	25 M	25 V Févré	25 L	25 J	25 M	25 V	25 D	25 M	25 V	25 S	
26 S	26 L	26 J	26 S	26 M	26 V	26 M	26 T	26 S	26 L	26 J	26 D	
27 D	27 M	27 V	27 D	27 M	27 S	27 S	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 V	28 L	28 M	28 S	28 M	
29 M	29 J	29 D	29 M	29 V	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 D	30 M	30 V	30 D	30 M	30 V	30 L	30 J
31 S			31 J	31 D		31 M		31 L	31 S	31 M		

... 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 11
 - ▶ 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 ($\approx 60\%$) ou Laboratoires ($\approx 40\%$)
 - ▶ EUROPE, USA, JAPON, SINGAPOUR...
 - ▶ SSII, Automobile, Transports, Défense... : ASTRIUM, THALÈS, ROCKWELL COLLINS, CNES, STAÜBLI, SPIKENET, NAÏO, SOGETI HIGTECH, 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 Outilage 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	0		6	12			
11	EMEAT1A1	Connaissance de l'entreprise			4					
12	EMEAT1A2	Communication			12					
13	EMEAT1BM	TECHNIQUES ET IMPLÉMENTATION DE MÉTHODES NUMÉRIQUES	3	0	10		24			
13	EMEAT1CM	CONCEPTION DE SYSTÈMES	3	0	10	12	8			
Choisir 1 UE parmi les 3 UE suivantes :										
14	EMEAT1DM	PROCESSEURS ET LOGICIELS POUR LE TRAITEMENT DU SIGNAL	3	0	8	9		12		
15	EMEAT1EM	TRAITEMENT DES IMAGES	3	0	14	7	9			
16	EMEAT1FM	INSTRUMENTATION ET CHAÎNE DE MESURE	3	0	8	8	14			
17	EMEAT1GM	SYSTÈMES À ÉVÉNEMENTS DISCRETS, MODÉLISATION ET ANALYSE	6	0	20	24		16		
18	EMEAT1HM	SYSTÈMES LINÉAIRES À TEMPS CONTINU 2	3	0	10	12		8		
19	EMEAT1IM	MICROCONTROËUR	3	0	9	9	12			
20	EMEAT1JM	SYSTÈMES LINÉAIRES À TEMPS CONTINU 1	3	0	10	12		8		
21	EMEAT1KM	PERFORMANCE ET ROBUSTESSE DES SYSTÈMES LINÉAIRES ASSERVIS	3	0	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	0	6	6		18		
24	EMEAT2BM	OUTILS POUR LA COMMANDE DES SYSTÈMES PARALLÈLES	3	0	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 <i>regroupée avec EMEAT2FM en "Syst° Lin° à Temps Discret"</i>	3	0		10	12	8		
26	EMEAT2DM	REPRÉSENTATION ET ANALYSE DES SYSTÈMES NON LINÉAIRES	3	0	10	12		8		
27	EMEAT2EM	CONCEPTION ORIENTÉE OBJET DES SYSTÈMES DE COMMANDE	3	0	10	12		8		
28	EMEAT2FM	COMMANDÉ DES SYSTÈMES LINÉAIRES À TEMPS DISCRET <i>devient "Optimisation-Graphes"</i>	3	0	10	12	8			
Choisir 2 UE parmi les 3 UE suivantes :										
29	EMEAT2GM	RÉSEAUX POUR LA COMMANDE DE SYSTÈMES DISTRIBUTÉS	3	0	9	9	12			
30	EMEAT2HM	MODÉLISATION ET COMMANDE DES CONVERTISSEURS STATIQUES	3	0	12	9	9			
31	EMEAT2IM	(+) nouveau choix "Introduction à la Robotique" <i>PROBLÉMATIQUES DES SYSTÈMES EMBARQUÉS</i>	3	0	10			10		
	EMEAT2KM	INITIATION À LA RECHERCHE ET PROJET	3	0	4	4		20		
Choisir 1 UE parmi les 4 UE suivantes :										
	EMEAT2VM	ANGLAIS	3	0			24			
35	EMEAT2WM	ALLEMAND	3	0			24			
36	EMEAT2XM	ESPAGNOL	3	0			24			
37	EMEAT2YM	FRANÇAIS GRANDS DÉBUTANTS	3	0			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