

# **LE MASTER2 AUTOMATIQUE-ROBOTIQUE (AURO)**

-

## **RENTRÉE 2022-2023**

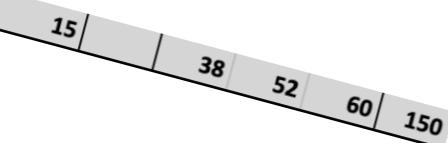
PATRICK DANÈS  
[patrick.danes@laas.fr](mailto:patrick.danes@laas.fr)

# MI+M2 AUTOMATIQUE-ROBOTIQUE (AURO)

Ce parcours associe un socle de compétences en **automatique et informatique temps réel** à une ouverture vers la **robotique**. Il comporte deux blocs de spécialisation :

- la *spécialisation Automatique* a pour objectif de concevoir, prototyper et implémenter des stratégies avancées de commande en boucle fermée sur des systèmes dynamiques complexes (*objectifs multiples, non-linéarités, incertitudes, etc.*) ;
- la *spécialisation Robotique* a pour objectif d'appréhender le triptyque perception-décision-action, pour des applications de robotique industrielle (*objectif de performance en conditions expérimentales maîtrisées*) ou de robotique mobile (*adaptation à des environnements inconnus, autonomie, coopération, etc.*).

KEAR{9,A}[1ou2]P	#ECTS	#Gr	#CM	#TD	#TP	TOTAL THEO
--TOTAL TRONC COMMUN--	21		68	84	70	222
	24		0	36	12	48



--TOTAL OPTION RO--	15	52	34	64	150

--TOTAL HORS SUPPLÉMENT AU DIPLÔME--	60	106	172	142	420

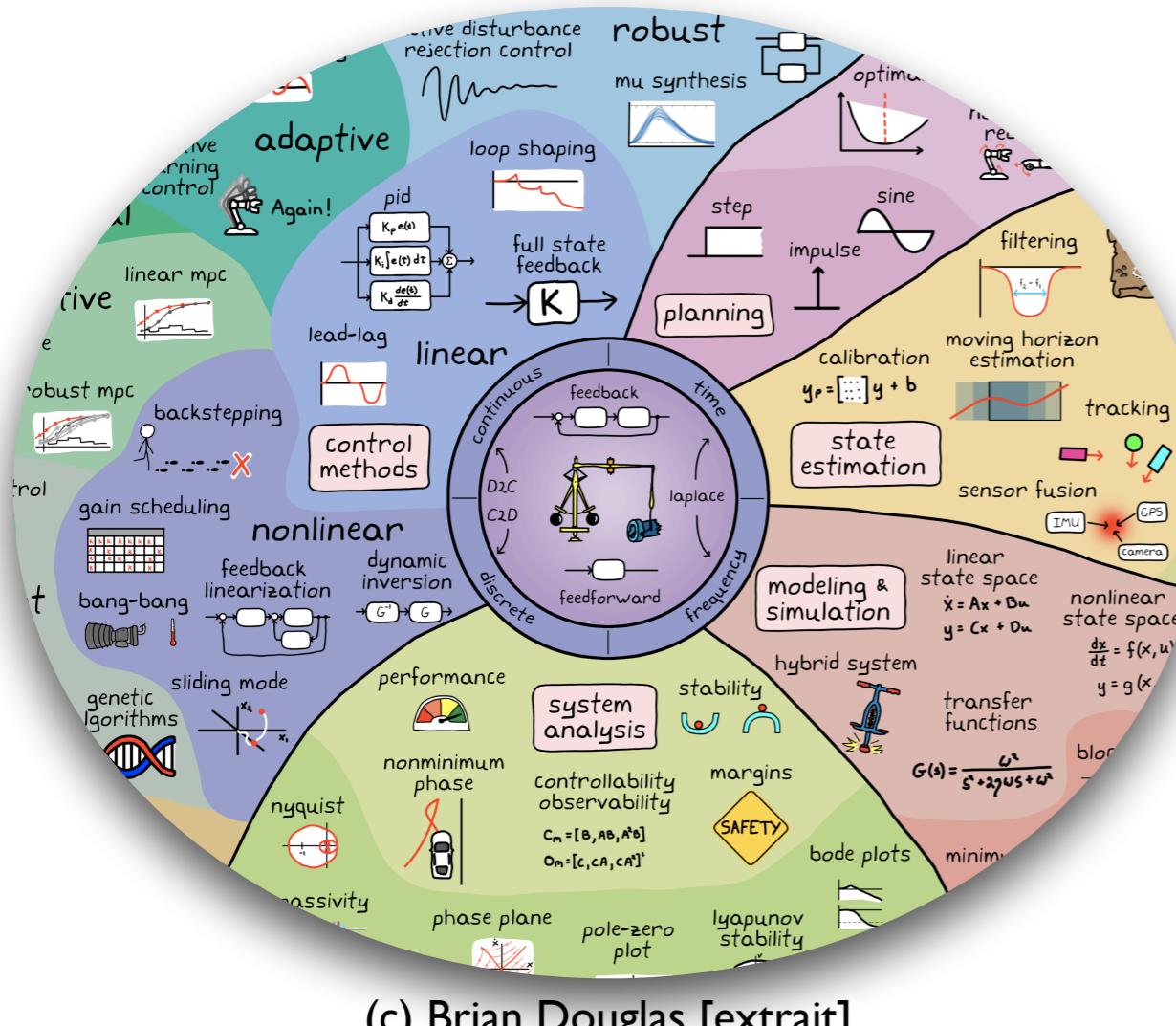
Supplément au Diplôme I (ENAC)	KEARAH1/J	3	S10	30	30
Supplément au Diplôme II (ENAC)	KEARARI1/J	3	S10	30	30

# 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 enjeux
  - ▶ dynamique, performances, non-linéarités, incertitudes, retards...
- Conditions expérimentales et environnements généralement maîtrisés



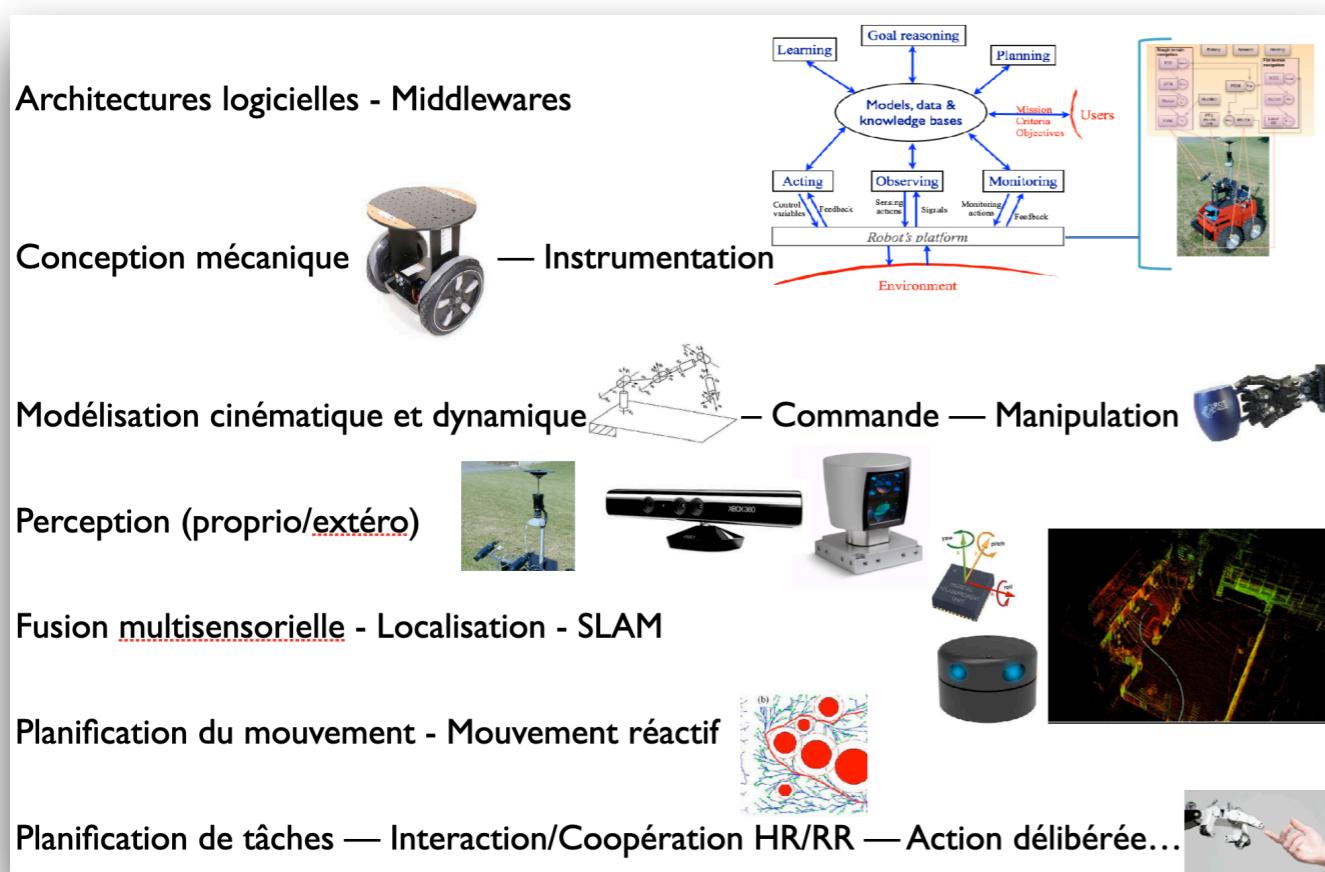
FAST-Hex, a Fully-Actuated by Synchronized-Tilting Hexarotor

# 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”



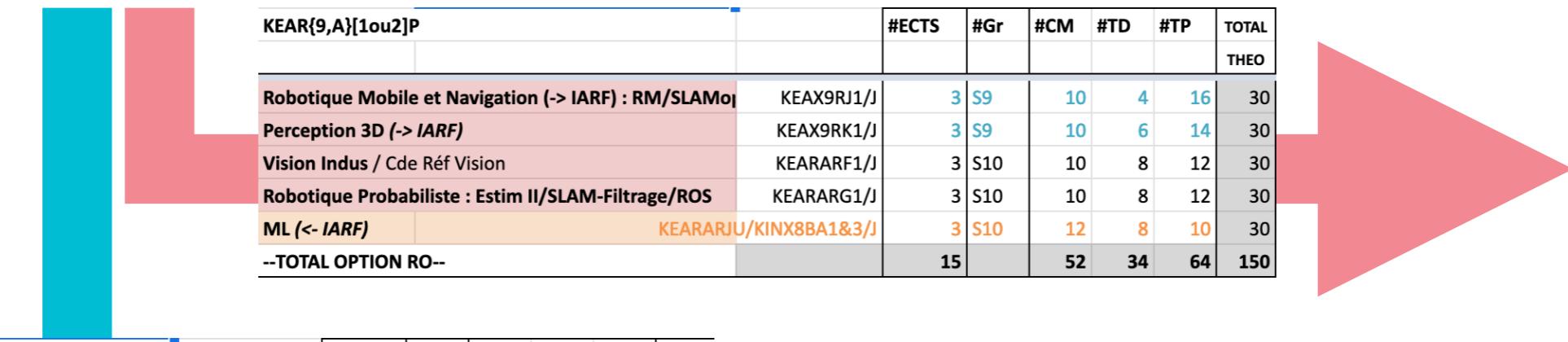
- **Quelques enjeux**
  - incertitude, intégration, interaction, autonomie, adaptation
- **Environnements inconnus, dynamiques, évolutifs**



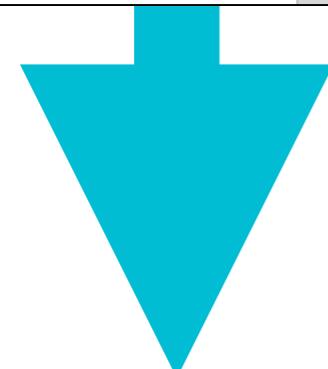
# ORGANISATION DU M2

KEAR{9,A}[1ou2]P		#ECTS	#Gr	#CM	#TD	#TP	TOTAL	THEO
COO - Systèmes et Architectures Temps Réel et la COO complémentaire en projets	KEAR9RA1/J	3	S9	16	6	14	36	0
AOH ( <i>commun ISTR</i> )	KEAX9TB1/J	3	S9		36		36	
Commande Optimale I	KEAR9RC1/J	3	S9	10	8	12	30	
Commande Non Linéaire ( <i>commun ISTR-commande</i> )	KEAX9TE1/J	3	S9	10	12	8	30	
Optimisation et Estimation	KEAR9RF1/J	3	S9	10	8	12	30	
Robotique Industrielle avancée	KEAR9RG1/J	3	S9	12	6	12	30	
Commande de Robots	KEAR9RH1/J	3	S9	10	8	12	30	
--TOTAL TRONC COMMUN--		21		68	84	70	222	

KEAR{9,A}[1ou2]P	#ECTS	#Gr	#CM	#TD	#TP	TOTAL	THEO
Anglais ( <i>commun ISTR</i> ) (KEAR9LV / KEAR9XVU / KEAX9XV1)	3	S9			24	24	24
Projets	3	S10	e:3h/e	12	12	24	24
Stage	18	S10	e:4h/e			0	0
--TOTAL--	24		0	36	12	48	



KEAR{9,A}[1ou2]P	#ECTS	#Gr	#CM	#TD	#TP	TOTAL	THEO	
Cde Linéaire Avancée	KEAX9TD1/J	3	S9	8	20	12	40	
Cde Optimale II	KEAR9RI1/J	3	S9	10	8	12	30	
Cde des Systèmes Hybrides	KEARARC1/J	3	S10	10	8	12	30	
Conc <sup>o</sup> & MO TR ( <i>commun ISTR-commande</i> )	KEAXATD1/J	3	S10	0	8	12	20	
Cde au travers des Réseaux	KEARARE1/J	3	S10	10	8	12	30	
--TOTAL OPTION AU--		15		38	52	60	150	



KEAR{9,A}[1ou2]P	#ECTS	#Gr	#CM	#TD	#TP	TOTAL	THEO
--TOTAL HORS SUPPLÉMENT AU DIPLÔME--	60		106	172	142	420	
Supplément au Diplôme I (ENAC)	KEARARH1/J	3	S10		30		30
Supplément au Diplôme II (ENAC)	KEARARI1/J	3	S10		30		30

# ... ET LE MI DEVIENT

page	Code	Intitulé UE	ECTS	Obligatoire Facultatif	Cours	TD	TP	TP DE	Stage	Stage ne
<b>Premier semestre</b>										
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			
13	EMEAT1CM	CONCEPTION DE SYSTÈMES	3	0	10	12	8			
<b>Choisir 1 UE parmi les 3 UE suivantes :</b>										
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	
<b>Second semestre</b>										
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 IDENTIFIÉS <i>(+ nouveau choix)</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			
<b>Choisir 2 UE parmi les 3 UE suivantes :</b>										
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	<i>(+ nouveau choix) INTRODUCTION À LA ROBOTIQUE</i>	3	0	10			10		
	EMEAT2KM	INITIATION À LA RECHERCHE ET PROJET	3	0	4	4		20		
<b>Choisir 1 UE parmi les 4 UE suivantes :</b>										
	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 DU M2

## 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 L	1 J	1 S	1 M	1 J	1 D	1 M	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	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	3 V
4 V	4 D	4 M	4 V	4 L	4 J	4 M	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 S	5 S	5 L	5 J	5 S	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	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	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 V	9 D	9 M	9 V	9 L	9 J	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 Févré	11 V	11 L	11 J	11 D	11 M	11 V	11 D	11 M	11 S	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	12 D
13 D	13 M	13 V	13 D	13 M	13 S	13 S	13 J	13 D	13 M	13 V	13 L	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 S	20 S	20 M	20 J	20 D	20 M	20 V	20 L	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 J	22 S	22 M	22 J	22 D	22 M	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	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 Févré	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 M	26 S	26 L	26 J	26 D	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	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 J	29 S	29 M	29 J	29 D	29 M	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	0	0	31 J	31 D	0	0	0	31 L	31 S	31 M	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 DU M2

## 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.

**MERCI !**

PATRICK DANÈS  
[patrick.danes@laas.fr](mailto:patrick.danes@laas.fr)