

# Bilan et Projet de l'équipe SDO

Plan :

- BILAN ÉQUIPE SDO

- Profil de l'équipe SDO
- Suivi des recommandations
- Faits marquants
- Principaux indicateurs

- PROJET ÉQUIPE SDO



# BILAN DE L'ÉQUIPE SDO

# Profil de l'équipe SDO

## ➤ Effectif et structure

17,5\* membres [8 PR + 9,5 MCF (3 HDR)] + 7 Doctorants + 1 ATER + 3 stagiaires

	Axes de recherche	
Équipe n°1 : Systèmes Dynamiques et Optimisation (SDO)	Axe n°1 : Systèmes à événements discrets	6,5
	Axe n°2 : Maîtrise des systèmes régis par des équations aux dérivées partielles (EDP)	3
	Axe n°3 : Optimisation des systèmes de production et logistiques	4
	Axe n°4 : Approches ensemblistes appliquées à la robotique et l'automatique	4

## ➤ "Proximité" entre membres, gouvernance sur la base de *leaders* d'axe

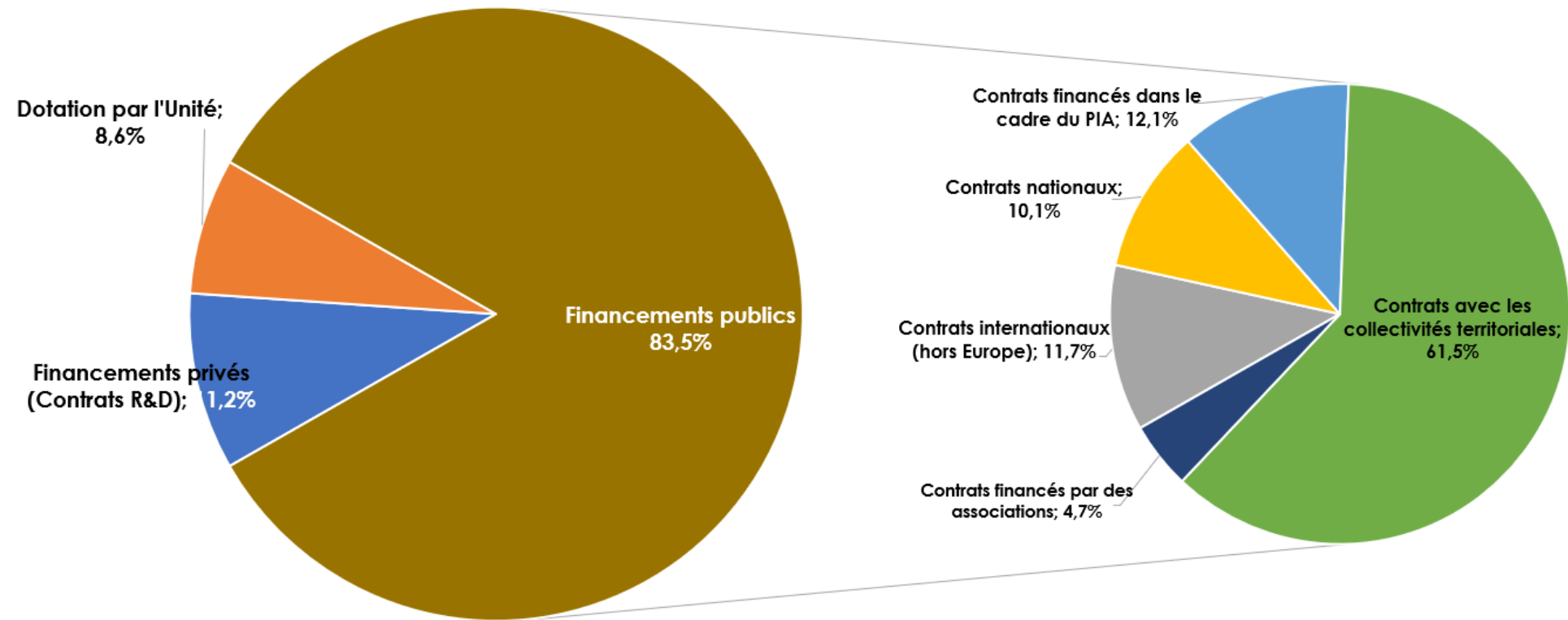
\* 15,96 EC complets sur le contrat vs 14,50 lors du précédent

# Profil de l'équipe SDO

## ➤ Moyens financiers

- **Budget annuel 101 k€**  
(6,3 k€/an/EC)

Répartition moyenne du financement de l'équipe SDO par origine  
(budget moyen de 101 k€/an)



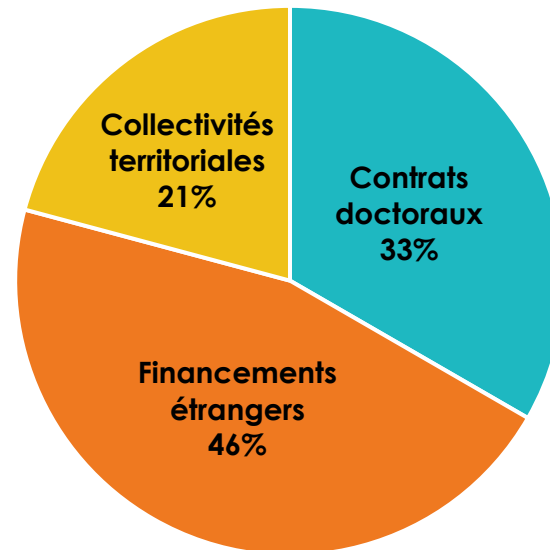
# Profil de l'équipe SDO

## ➤ Moyens financiers

- **Budget annuel 101 k€**  
(5,8 k€/an/EC SDO)

## ▪ **Financements des doctorants**

Origine des financements des doctorants  
(thèses soutenues sur la période 2015-2020)



# Profil de l'équipe SDO

## ➤ Choix scientifiques de l'équipe SDO

### Axe 1-Systèmes à événements discrets

- Utilisation de l'algèbre max-plus ou de structures algébriques semblables
- Modélisation, identification, analyse et vérification de propriétés, contrôle
- Développements principalement théoriques orientés par les enjeux et verrous posés notamment par les systèmes automatisés au sens large

### Axe 2-Maîtrise des systèmes régis par des EDPs

- À l'intersection des communautés Automatique, Génie des Procédés et Mathématiques Appliquées
- Identification, analyse de comportement, optimisation, commande
- Stratégies de déploiement de réseaux de capteurs mobiles pour le suivi de phénomènes (propagation d'incendie, diffusion de nuages de polluants ou de nappe d'hydrocarbures), diagnostic et recherche de défauts dans les matériaux, travaux de commande contribuant à la maîtrise de la fusion nucléaire, identification des contraintes énergétiques clés pour l'optimisation d'action musculaire

# Profil de l'équipe SDO

## ➤ Choix scientifiques de l'équipe SDO

### Axe 3 - Optimisation des systèmes de production et logistiques

- Conception de modèles et algorithmes pour la résolution de problèmes standards ou de problèmes applicatifs originaux
- Optimisation de tournées de véhicules, planification-ordonnancement
- Optimisation de la chaîne logistique au sens large (production et transport), problématiques issues de la transition écologique et du domaine de la santé.

### Axe 4 - Approches ensemblistes pour la robotique et l'automatique (→ Méthodes numériques garanties pour la robotique et l'automatique)

- Méthodes numériques dites garanties
- Transport optimal, robotique bio-inspirée, localisation robuste de robots mobiles, étude de singularités
- Applications en robotique agricole visant à répondre à des problématiques posées par la transition agroécologique, innovations technologiques en robotique

# Suivi des recommandations

## ➤ Sept recommandations

*1. Il convient de maintenir l'effort de publication d'articles dans les meilleures revues du domaine. Les chercheurs les moins producteurs doivent être encouragés à conduire une activité de recherche plus soutenue. La politique d'incitation des doctorants à publier dans des revues de qualité est très efficace et doit être maintenue.*

*2. Il faut veiller à l'implication de tous les MCF dans l'encadrement doctoral. Le nombre de thèses encadrées pourrait du reste être augmenté, d'autant plus que l'employabilité des doctorants est excellente.*

- Poursuite de la stratégie visant à publier dans les revues Q1
- 100 % doctorants ont présenté leurs travaux dans des congrès internationaux avec sélection / 75% des doctorants ont publié dans une revue Q1.
- Accompagnement des collègues pour la rédaction d'articles, mais production scientifique demeurant contrastée
- 43% des thèses co-encadrées par un MCF de l'équipe (un seul MCF sans encadrement).
- Nombre de thèses soutenues en baisse malgré un nombre accru de financements internationaux ou obtenus auprès du RFI Atlantic.



# Suivi des recommandations

*3. La visibilité nationale et internationale de l'équipe est réelle et existe de longue date, mais elle repose sur quelques chercheurs seniors très actifs. Il convient de veiller à l'implication des chercheurs confirmés plus jeunes dans les actions de rayonnement de l'équipe.*

*4. La volonté de renforcer les collaborations entre l'équipe SDO et l'équipe SFD est louable mais ne saurait reposer que sur l'activité de recherche à mi-temps d'un MCF nouvellement recruté. L'unité doit se donner plus de moyens pour atteindre cet objectif.*

- Association "systématique" des EC en phase de prise de responsabilité dans les activités contribuant au rayonnement de l'équipe :
  - Portage de projets
  - Animation scientifique
  - Collaborations internationales.
- Publications co-signées
- Projet DeGADeCom
- Thèse cofinancée sur fonds propres des deux équipes
- Post-doc co-encadré dans le cadre du projet COMERT.

# Suivi des recommandations

*5. Les contrats récemment obtenus par les axes 2\* et 3\*\* confortent l'intérêt de renforcer l'activité de recherche dans ces domaines.*

*6. L'équipe doit veiller à ce que l'effort de recherche et de formation doctorale soit mieux réparti entre les chercheurs, notamment de manière à assurer la pérennité de ses actions .*

- Soutien de l'axe 3 par un recrutement MCF en 2018.
- Soutien de l'axe 2 par un recrutement MCF en 2019.
- Dynamisme accru des deux axes (projets, 4 et 5 thèses soutenues ou en cours).
  
- Équilibrage des activités de recherche entre les membres de l'équipe.
- 13 membres de l'équipe impliqués dans au moins 1 projet lauréat de programme de recherche.

\* *Maîtrise des systèmes régis par des EDPs*

\*\* *Optimisation des systèmes de production et logistiques*

# Suivi des recommandations

*7. Une réflexion doit être conduite pour renforcer le potentiel d'encadrement de l'axe « Approches ensemblistes appliquées à la robotique et à l'automatique » : soit en renforçant cet axe par de nouveaux HDR (notamment en incitant des MCF séniors de cet axe à soutenir leur HDR), soit en restructurant les thèmes de recherche de cet axe.*

- Soutenance HdR de N. Delanoue
- Fléchage contrat doctoral en 2019.

# Faits marquants pour l'équipe SDO

## ➤ Projets lauréats de programmes de recherche

- 11 projets régionaux portés
- Projets nationaux (PGMO, 2 ANR) et internationaux (CIRRELT, Canada)

## ➤ Collaborations internationales soutenues

*dont*

- 11 thèses soutenues ou démarrées en cotutelle ou co-encadrement international
- 9 projets portés
- 35% des articles co-signés

CIRRELT  TU Berlin   
UNICAMP  UFMG   
EAFIT  Czech Ac. of Sc.   
Edwardsville Univ. 

## ➤ Implication dans l'animation scientifique

- Organisation de conférences et congrès (workshop IFAC WC'17, VeRoLog'16, ROADEF'18, MSR'19)
- Animation de groupes de travail du CNRS (Gotha - GDR RO, SED - GDR MACS, Afsec - GDR GPL)
- Formation à la recherche (ECCI, écoles MACS, école jeunes chercheurs du GDR RO, resp. Master R. SDS)
- Évaluation et responsabilités (Conseiller scientifique HCERES, 4 membres CNU, codir GDR MACS et RO, dir. adjoint RFI Atlanstic)

# Caractéristiques principales de l'équipe SDO

## ➤ En synthèse :

- Contributions majoritairement à teneur fondamentale et conceptuelle en direction du monde de la recherche
- Part significative des travaux menés dans le cadre de projets contractualisés, diverses activités de transfert et d'innovation avec des entreprises privées.
- Dynamique soutenue de collaborations, notamment internationales
- Implication saillante dans l'animation scientifique et dans la formation à/ par la recherche

# Principaux indicateurs

## ➤ Bibliométrie (journaux)

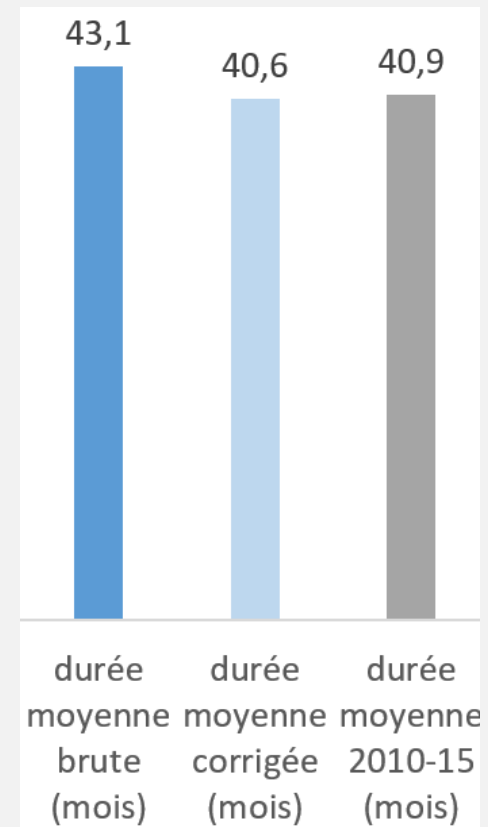
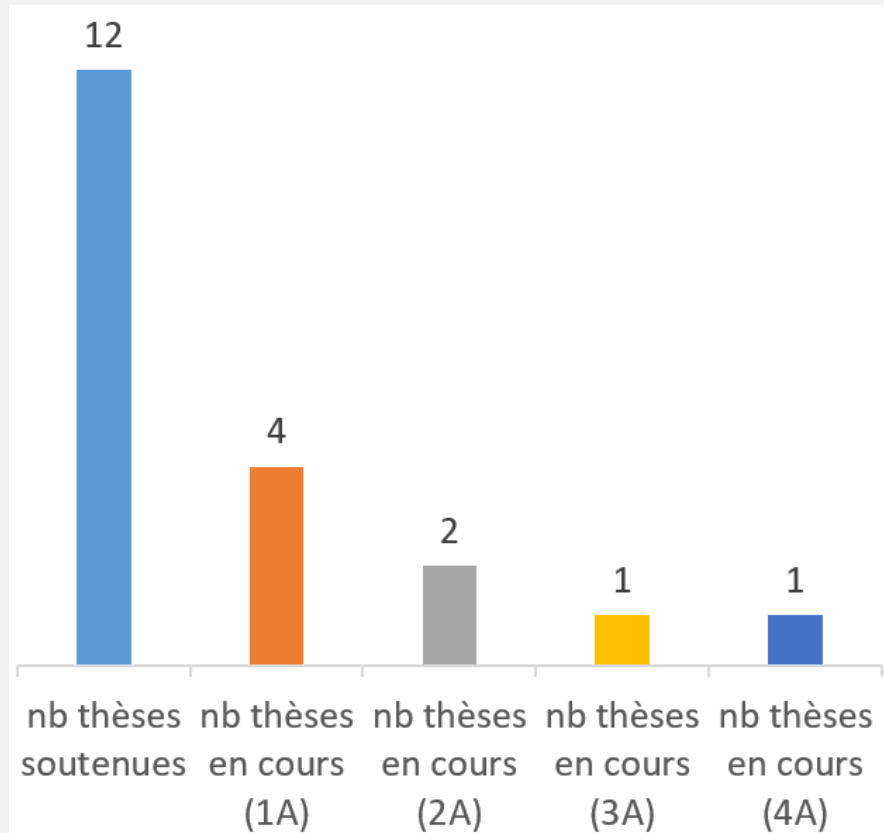
- 49 articles dont 47 revues indexées dans le SJR
- 75 publications dans conférences internationales

	Éléments bibliométriques *											
	Nb ETP période		Nb articles revues /ETP.an		Articles en Q1				Articles en (Q1+Q2)			
	2015-2020	2010-2015	2015-2020	2010-2015	Part Q1		Nb Q1 /ETP.an		Part (Q1+Q2)		Nb (Q1+Q2) /ETP.an	
					2015-2020	2010-2015	2015-2020	2010-2015	2015-2020	2010-2015	2015-2020	2010-2015
Équipe n°1 : Systèmes Dynamiques et Optimisation (SDO)	7,98	7,25	1,087	1,38	85%	60%	0,924	0,83	94%	87%	1,022	1,20

\* Articles dans des revues internationales indexées uniquement pris en compte

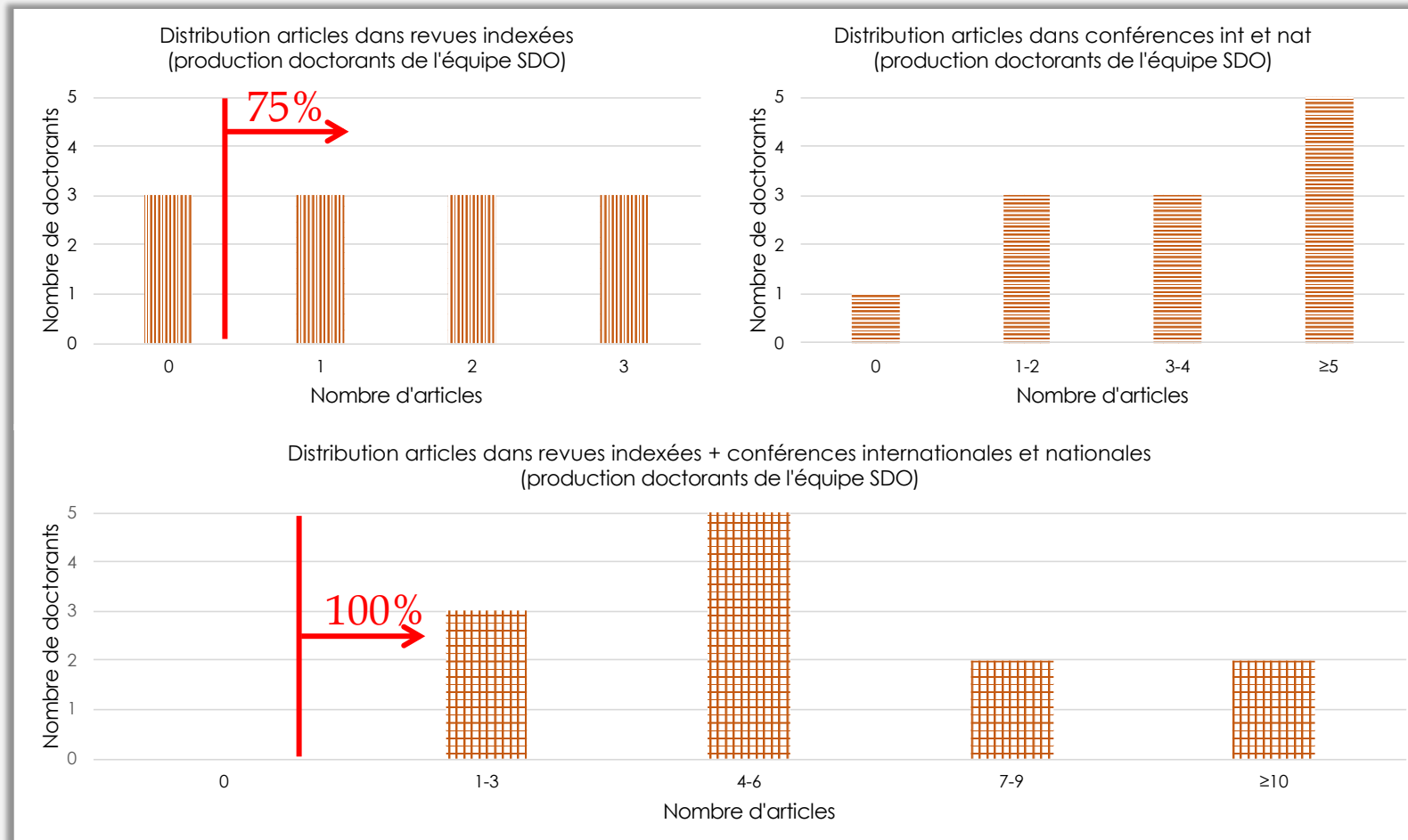
# Principaux indicateurs

## ➤ Formation doctorale



# Principaux indicateurs

## ➤ Formation doctorale

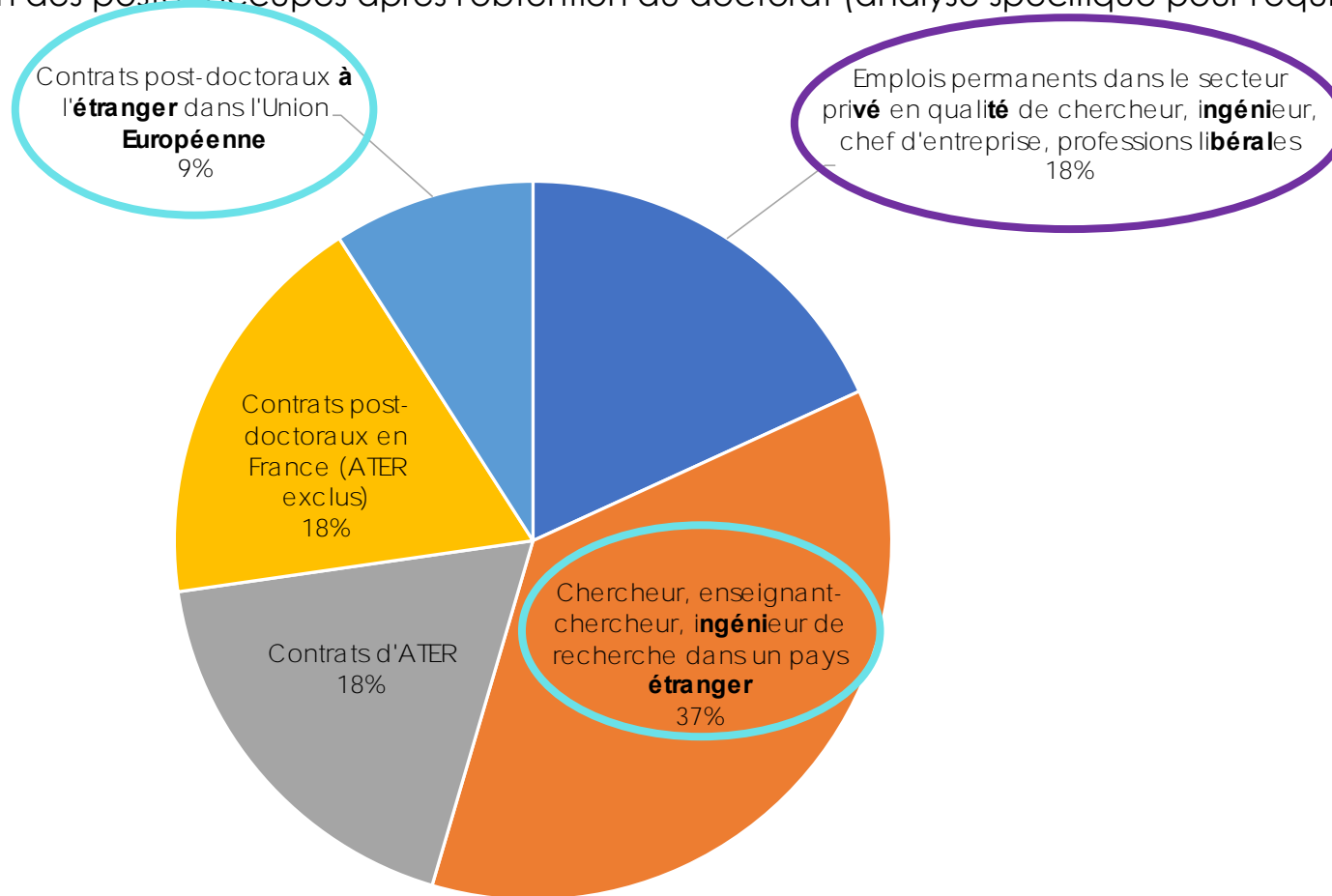




# Principaux indicateurs

## ➤ Insertion professionnelle des doctorants

Répartition des postes occupés après l'obtention du doctorat (analyse spécifique pour l'équipe SDO)



# Analyse SWOT de l'équipe SDO

Points forts	Points à améliorer
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Visibilité régionale et nationale attestée par les projets lauréats de programmes de recherche et l'implication dans le pilotage et l'animation scientifique de nos communautés ;</li> <li>- Notoriété internationale ;</li> <li>- Positionnement pluridisciplinaire sur des thèmes scientifiques originaux avec des interactions avec les domaines de la santé, du végétal et des matériaux</li> <li>- Insertion des docteurs</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Peu de financements de thèse</li> <li>- Nombre restreint d'interactions et de projets entre les axes de l'équipe</li> <li>- Hétérogénéité de la production scientifique entre les membres</li> </ul>
Possibilités offertes par le contexte / l'environnement dans lequel elle se trouve	Risques liés à ce contexte / cet environnement
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Impliquée dans le RFI Atlanstic 2020, l'équipe devra être partie prenante de la restructuration de la recherche ligérienne et conserver son implication</li> <li>- Complémentarités des activités (finalisées vs fondamentales) et approches (théoriques vs numériques vs expérimentales) entre les axes de l'équipe</li> <li>- Intégration récente au réseau Polytech : amélioration de la visibilité de l'unité et opportunités offertes pour attirer des étudiants étrangers</li> <li>- Problématiques émergentes de l'industrie du futur, de la ville intelligente, ou encore de la transition numérique en santé, déjà ancrées dans les activités de membres de l'équipe.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dispersion sur des activités et responsabilités administratives ;</li> <li>- Non-transformation de la SFR MathStic en une unique entité de recherche (projet de fusion LAMPA-LERIA-LARIS avorté) en dépit d'activités communes</li> <li>- Difficulté à attirer les étudiants en Master ;</li> <li>- Manque de perspectives offertes aux jeunes chercheurs.</li> </ul>

# Analyse SWOT de l'équipe SDO

## Points à améliorer

- Peu de de financements de thèse
- Nombre restreint d'interactions et de projets entre les axes de l'équipe
- Hétérogénéité de la production scientifique entre les membres

# PROJET DE L'ÉQUIPE SDO

# Orientations scientifiques pour le futur contrat

- Consolider les dynamiques de collaborations et de projets contractualisés
  - Levier important pour les financements de thèse
  - Mise à profit des complémentarités entre les axes et/ou avec les autres équipes du laboratoire

Parmi les amorces récentes :

- *Méthodes formelles pour les systèmes réactifs*, lauréat de l'AàP UA et ALM, 91k€ (1 th.), 2021-24
- *Identification de défaillances à l'aide de capteurs mobiles*, SDO et SFD, 1th., 2020-2023
- *Déploiement de meutes de capteurs mobiles*, Chaire industrielle OSE Group, en cours d'élaboration
- *Optimisation des tournées pour les soins à domicile*, EAFIT, 1th., 2021-2024
- *Couplage optimisation de la maintenance et routage des techniciens*, 1 post-doc., 2020-21
- *Tomographie robotisé de pièces de grande taille*, CEA Tech, 350 k€ (1 th. + 1 post-doc.), démarré en 2020
- *Dynamomètre isocinétique portatif*, Réseau SAM, 2020-2021
- *Localization, Mapping and Path Planning*, Candidature ANR JCJC sélectionnée au 2<sup>ième</sup> tour, 260k€, 4 années

- Accompagner encore d'avantage afin d'homogénéiser la production entre les membres
  - Appui à la rédaction et la soumissions d'articles en revues
  - Incitation à l'encadrement d'étudiants en Master Recherche et au co-encadrement de thèse
- Maintenir l'implication dans l'animation scientifique
  - *JN Robotique Humanoïde 2021 & 2022, Journées démonstrateurs 2022, Journées de l'optimisation*

# Orientations scientifiques pour le futur contrat

## Axe 1 "Systèmes à événements discrets"

- Poursuite des travaux fondamentaux et conceptuels basés sur l'algèbre max-plus
  - approfondir l'analyse de l'expressivité des modèles ainsi que nos travaux sur la commande des SED, axes sur lesquels nous sommes reconnus au niveau international
  - verrous à lever pour les cas généraux de problèmes d'estimation/identification dans l'objectif de fournir des techniques et algorithmes contribuant notamment à la vérification de propriétés et au diagnostic (enjeux importants pour le développement actuel des systèmes cyberphysiques)
- Consolidation des collaborations internationales
- Projets de périmètres (inter)nationaux "structurants pour la communauté"

# Orientations scientifiques pour le futur contrat

## Axe 2 "Maîtrise des systèmes régis par des EdPs"

- Réduire le fossé entre les méthodes des automaticiens et les besoins des physiciens (en particulier dans le domaine de la fusion nucléaire) :
  - prise en compte des dynamiques rapides dans un modèle incertain ou des fortes non-linéarités
  - étude de géométries complexes et de phénomènes couplés
- Intensifier et étendre nos partenariats (CEA, le Mexique et la Pologne)
- Développer des partenariats industriels dans le but de développer un prototype d'inspection autonome de structures de grande taille sur la base des méthodes non intrusives de diagnostic
  - *Dépôt d'une chaire industrielle, test et validation de stratégies de développements de capteurs mobiles*
- Dans le domaine MEO (Muscle Energie Optimisation)
  - Mettre en évidence l'impact corporel de paramètres cellulaires
  - Collaboration avec le laboratoire MIP (Motricité, Interaction et Performances - EA 4334) du Mans.

# Orientations scientifiques pour le futur contrat

## Axe 3 "Optimisation des systèmes de production et logistiques«

- Poursuivre les travaux de nature fondamentale sur la théorie de l'ordonnancement et la logistique du transport qui sont reconnus internationalement
  - Lever des verrous liés à la résolution efficace de problèmes en développant de nouvelles approches ou en améliorant des techniques existantes
  - Se confronter à la modélisation et la résolution de nouveaux problèmes complexes de grande taille correspondant à la réalité industrielle

→ *Intégration de techniques d'apprentissage dans les méthodes de résolution de problèmes d'ordonnancement et de tournées de véhicules*
- Appliquer la recherche opérationnelle aux domaines de la santé et de la transition écologique
  - Prototypes pour la résolution des problèmes de plannings hospitaliers

→ *Projet d'ANR avec un consortium large d'établissements de santé*
- Maintenir et développer les partenariats internationaux
  - *Financement de thèse obtenu avec EAFIT (Colombie) sur l'optimisation des tournées pour les soins à domicile*
  - *Projet COMERT avec HEC Montréal/CIRRELT, collaboration SDO-SFD*



# Orientations scientifiques pour le futur contrat

## Axe 4 "Méthodes numériques garanties pour la robotique et l'automatique «

- Intensifier la dynamique de projets en robotique tout en contribuant à différentes thématiques scientifiques
  - Localisation, navigation et cartographie en robotique mobile
    - *Candidature ANR JCJC sélectionnée au 2<sup>ième</sup> tour en 2021*
  - Robotique humanoïde en étudiant et exploitant la caractéristique de réversibilité de certains actionneurs
    - *Projet Robibio (amorcé en 2019) en collaboration avec le LS2N*
    - *Echanges suscités par l'organisation des JNRH*
  - Commande de bras articulés et la génération de trajectoires complexes
    - *Projet avec le CEA Tech Nantes (amorcé en 2020)*
    - *Projet CEA Tech Saclay (démarrage en 2021)*
    - *Collaboration avec Balyo (amorcée en 2020)*
- Poursuivre les travaux de nature fondamentale en problèmes des moments généralisés
- Explorer les applications en direction du monde de la santé
  - *Implication dans le réseau SAM au travers du projet DIP (2021)*