



**HAL**  
open science

## Dossier d'évaluation à mi-parcours du Groupement de Recherche en “Modélisation, Analyse et Conduite des Systèmes dynamiques” MACS

Dimitri Peaucelle, Isabelle Queinnec, Damien Trentesaux

► **To cite this version:**

Dimitri Peaucelle, Isabelle Queinnec, Damien Trentesaux. Dossier d'évaluation à mi-parcours du Groupement de Recherche en “Modélisation, Analyse et Conduite des Systèmes dynamiques” MACS. 2021. hal-03142435

**HAL Id: hal-03142435**

**<https://laas.hal.science/hal-03142435v1>**

Preprint submitted on 16 Feb 2021

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Dossier d'évaluation à mi-parcours du

Groupement de Recherche en  
“Modélisation, Analyse et Conduite  
des Systèmes dynamiques”

GdR717 MACS

<http://www.GdR-macs.cnrs.fr/>



Dimitri Peaucelle, Isabelle Queinnec, Damien Trentesaux

12 février 2021

# 1 Introduction

Le GdR MACS est bâti à l'image d'autres GdR de grande taille de l'INS2I avec comme objectif d'animer et faire fonctionner en réseau un domaine scientifique. Il s'agit ici du domaine de l'Automatique, prise au sens large d'une science produisant des méthodes et des outils pour la conduite de systèmes. Le réseau est celui d'une cinquantaine d'équipes de recherche réparties sur tout le territoire, près de 700 chercheurs et enseignants chercheurs permanents au sein de ces équipes membres de MACS et environ 2000 personnes affiliées dont les doctorants et jeunes chercheurs temporaires, mais aussi des industriels et des collègues dans des laboratoires hors de France. Le GdR était jusqu'il y a peu l'unique structure d'animation de cette communauté et remplit avec de nombreux succès ce rôle depuis plus de 20 ans.

Le renouvellement du GdR pour la période 2019-2023<sup>1</sup> a permis de mettre en évidence les réussites du GdR et la pertinence d'une structuration nationale de cette communauté. Les évaluations par les sections 06 et 07 du Comité national ainsi que l'appréciation par la direction de l'INS2I (voir documents en Annexe A) ont également fait ressortir des faiblesses et des attentes. Ces commentaires légitimes ainsi que des réflexions en cours dans la communauté ont conduit à envisager une réorganisation d'ampleur de l'animation. Ce document d'évaluation à mi-parcours rend compte de ce projet. Le document est un complément au dossier présenté pour la période 2019-2023 ne reprenant donc pas le bilan complet des activités passées mais décrivant les nouveaux objectifs et l'organisation dédiée que se fixe le GdR suite au processus de construction mené en 2019 et 2020.

Parmi les éléments de faiblesse il est ressorti que le GdR souffrait d'une définition peu claire de son périmètre scientifique, du moins pas assez affirmée. Les corollaires de ce faible positionnement sont des lacunes dans la cartographie des activités, une structuration par axes pas assez focalisée sur les méthodes scientifiques, des perspectives sans grandes ruptures ou encore un positionnement pas assez net vis-à-vis d'autres domaines scientifiques et d'enjeux de société. D'autres attendus sont plus d'ordre opérationnel comme le positionnement à l'égard de sociétés savantes, dont l'IFAC en particulier, ou comme le fonctionnement du comité de direction. L'analyse de ces attendus a été réalisée au sein du comité de direction du GdR et s'est poursuivie en assemblée générale à l'occasion des journées nationale du GdR organisées en juin 2019 à Bordeaux. Elle abouti à la proposition d'un nouveau projet du GdR qui a été exposé et débattu avec la quasi totalité des équipes membres au cours de l'année 2020 (visites physiques puis virtuelles par D. Peaucelle des laboratoires ayant un nombre conséquent de permanents relevant des thématiques de MACS). Le projet est aujourd'hui largement partagé et porté par la communauté.

---

1. Le projet déposé en 2018 est disponible à l'adresse suivante <https://GdR-macs.cnrs.fr/basic-page/vers-un-nouveau-GdR-macs>

L'ambition du nouveau projet est de focaliser l'action du GdR sur les missions suivantes : prospectives et animation des dynamiques de recherche ; soutien aux jeunes chercheurs et chercheuses ; visibilité, valorisation et mise en réseau des équipes de recherche ; interlocuteur utile au CNRS. A ces missions qui seront propres au GdR s'ajouteront des objectifs menés en concertation avec la SAGIP, Société d'automatique, de génie industriel et de productique, créée récemment pour combler le manque de société savante pour le domaine ([www.sagip.org](http://www.sagip.org)). Dans cette évolution la communauté de l'Automatique prend exemple sur le fonctionnement jugé pertinent d'autres domaines comme par exemple le partenariat du GdR ISIS avec le GretsI ou du GdR RO avec la ROADEF. Dans la répartition des rôles le GdR aura les missions principales évoquées ci-dessus et détaillées dans la suite du document. La SAGIP quant à elle prend à son compte la structuration de la communauté dans la durée sous la forme de Comités techniques qui prolongent les activités de type éditorial des anciens "groupes de travail" du GdR, l'organisation de colloques réunissant la communauté et les interactions avec les autres sociétés savantes, dont l'IFAC. Les collaborations entre MACS et SAGIP sont et seront nombreuses, à la fois par des participations croisées sur les sujets déjà mentionnés, mais aussi sur des thématiques comme l'interaction avec les industriels ou les coopérations internationales.

La suite du document suit le plan suivant. En premier lieu nous renouvelons une définition du domaine scientifique couvert par le GdR MACS. Nous réaffirmons l'approche Système au coeur de nos travaux, et nous nous positionnons comme producteurs de méthodes et d'outils pour analyser et concevoir les interactions entre processus et systèmes décisionnels. Ces interactions peuvent être de type déductif ou abductif mais visent à réaliser un pilotage en boucle fermée. La section suivante décrit l'outil central au service de la prospective et de l'animation : les Actions MACS. Cet outil est d'ores et déjà partiellement en place et nous donnons les premiers retours d'expérience. Dans la section [4](#) qui suit nous présentons les premières pistes pour renforcer l'accompagnement des jeunes chercheurs, dont une refonte de l'Ecole MACS qui doit se concrétiser dès 2021. La section [5](#) est dédiée à la structuration en réseau d'équipes membres du GdR et les objectifs en termes de valorisation des résultats de recherche et échanges de bonnes pratiques. La section [6](#) aborde l'organisation du GdR et en particulier la refonte de son comité de direction. Les chantiers menés au cours de 2019 et 2020 ont permis d'aboutir à ce projet qui est en passe d'être pleinement opérationnel. Certains chantiers demeurent cependant encore ouverts tels celui des interactions avec les industriels ou les coopérations internationales. La dernière section du document indique les pistes envisagées pour les aborder.

# Table des matières

<b>1 Introduction</b>	<b>2</b>
<b>2 Périmètre scientifique de MACS</b>	<b>5</b>
2.1 Processus	6
2.2 Systèmes décisionnels	8
2.3 Propriétés	10
2.4 Méthodes	11
2.5 Outils numériques	13
2.6 Applications	14
<b>3 Outil de prospectives et d'animation : les Actions MACS</b>	<b>15</b>
3.1 Création de la notion d'Action MACS	16
3.2 Premières Actions créées	18
3.3 Groupes de réflexion MACS et IA	21
<b>4 Accompagnement des jeunes chercheurs et chercheuses</b>	<b>22</b>
4.1 Refonte de l'école MACS	23
4.2 Edition 2021 de l'école MACS	24
4.3 Prix de thèse	24
<b>5 Réseaux d'équipes membres</b>	<b>25</b>
5.1 Equipes membres et affiliés	25
5.2 Bonnes pratiques	26
5.3 Communication et réseaux sociaux	26
<b>6 Fonctionnement du GdR</b>	<b>27</b>
<b>7 Chantiers ouverts</b>	<b>29</b>
<b>8 Conclusion</b>	<b>32</b>
<b>A Documents complémentaires</b>	<b>33</b>
A.1 Avis des Sections 06 et 07	33
A.2 Lettre de mission du CNRS	42
<b>B Liste des équipes membres</b>	<b>45</b>
<b>C Détail des mots-clés recensés</b>	<b>45</b>
C.1 Processus	45
C.2 Systèmes décisionnels	47
C.3 Propriétés	48
C.4 Méthodes	49
C.5 Applications	51
<b>D Présentation du groupe de réflexion sur l'Automatique et l'Intelligence artificielle</b>	<b>53</b>

## 2 Périmètre scientifique de MACS

La préparation de ce document a été l'occasion d'interroger la communauté sur son identité. Historiquement elle se définit souvent comme une alliance entre Automatique d'une part, qui traiterait de la commande des systèmes dynamiques à états continus, thématique relevant de la section 07 du Comité national, et Productique, qui traiterait de la conduite de systèmes de production décrits par des états discrets en nombre fini, relevant au moins pour partie de la section 06. Cette distinction se retrouvait dans l'organisation du GdR jusqu'en 2019. Cette organisation comprenait :

- Un axe "Systèmes de commande" dédié à l'analyse, l'observation, l'identification, la commande, l'optimisation, la prédiction pour une large classe de systèmes : les systèmes dynamiques continus, discrets, hybrides, en réseau, cyber-physiques, ou multi-agent ;
- Un axe "Systèmes de production de biens et de services" spécifique aux questionnements de Productique.

Et deux axes combinant Automatique et Productique :

- Un axe "Modélisation, aide à la décision et supervision" regroupant les deux points de vue continu/discret sur les aspects de modélisation, identification paramétrique, analyse des propriétés et comparaison des modèles, supervision, diagnostic, maintenance ;
- Un axe "Domaines Applicatifs - Objets d'Etudes" nécessairement transverse.

Conscients des faiblesses d'une telle présentation de la communauté, les porteurs du projet déposé en 2018 ont proposé un nouveau découpage en huit axes inspirés par un travail de perspectives réalisé à un niveau international au sein de l'IFAC<sup>[2]</sup>. Les huit axes se structuraient là aussi par types de systèmes : données, information, connaissance ; systèmes cyber-physiques ; systèmes connectés ; systèmes complexes ; systèmes durables ; systèmes sûrs ; systèmes multi-agents, cognition et autonomie ; systèmes en interaction ou centrés sur l'Humain. Suite aux remarques pertinentes de la section 07 sur les faiblesses de cette structuration, elle n'a pas été mise en oeuvre. Le projet du GdR ne comprend d'ailleurs pas de structuration en axes à ce stade.

En revenant sur des concepts de systémique assez simples, le domaine scientifique de MACS se caractérise par la conception de **systèmes décisionnels** (planificateurs, optimiseurs, loi de commande, systèmes d'aide à la décision, observateurs, etc.) qui relèvent des processus informationnels (sur des données, des signaux, des connaissances etc.), placés en interaction avec des **processus** qui ont une réalité physique (ou autre) préexistante et souvent décrite par des modèles (mathématiques, logiques, algorithmiques, informationnels...). L'interaction entre ces deux types de systèmes peut être dans une logique de raisonnement déductif (ou constructiviste) quand le système décisionnel est en amont du processus (cas de la planification par exemple), dans un raisonnement abductif quand le système décisionnel est en aval (estimation d'état, diagnostic, évaluation de performances a posteriori, etc.), mais dans un cas comme dans l'autre il s'agit d'étapes vers une interaction de type boucle fermée comme sur le schéma de la Figure 1. Les sujets d'étude sont l'analyse des **propriétés** du couplage entre le processus et le système décisionnel, ainsi que la synthèse du système décisionnel qui réalise ou améliore ces propriétés. En tant

---

2. Systems & Control for the Future of Humanity, Research agenda : current and future roles, impact and grand challenges, Annual Reviews in Control, 43, 2017, pp. 1-64.

que scientifiques, notre contribution est dans le développement de **méthodes** (théoriques, mathématiques, d'optimisation, de modélisation, de simulation, etc.), souvent associées à des **outils numériques**, et en interaction avec des **applications**.

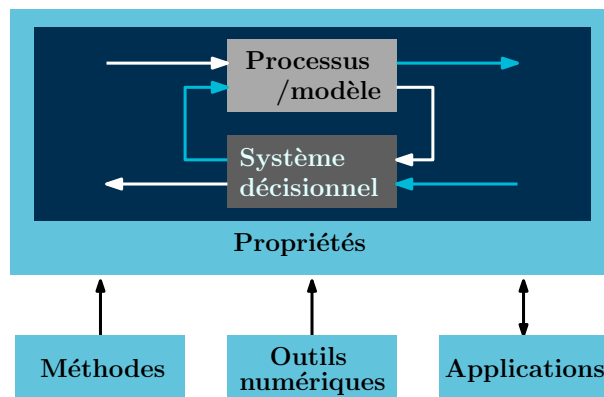


FIGURE 1 – Schéma MACS

La communauté MACS développe des méthodes et outils pour analyser et concevoir les interactions croisées entre processus et systèmes décisionnels. Ce type d'interaction se retrouve dans la quasi totalité des systèmes d'ingénierie, mais aussi comme modélisation de phénomènes biologiques, naturels et humains. L'accroissement de la complexité des systèmes à piloter, des sujets étudiés, les nouvelles possibilités et contraintes de commande, les objectifs toujours plus optimaux à atteindre, mais aussi la simple curiosité scientifique, poussent à l'élaboration de théories et de méthodes nouvelles que le GdR souhaite accompagner et stimuler.

La description détaillée des activités implique de préciser chacun des 6 termes : processus, systèmes décisionnels, propriétés, méthodes, outils numériques et applications. Le projet du GdR est de s'appuyer sur ceux-ci pour réaliser à la fois une cartographie des sujets traités actuellement par les membres de MACS, pour améliorer la visibilité des méthodes produites, ou encore pour identifier les sujets émergents et les prospectives les plus pertinentes. A ce stade, le travail de cartographie est largement entamé. Ce travail devra se prolonger de façon continue dans la suite. Nous donnons dans ce qui suit une première analyse des mots-clés recueillis au cours de l'année 2020 auprès des équipes membres du GdR (la liste des mots-clés est donnée en Annexe [C](#)). La conclusion principale de cette première analyse est que la communauté se retrouve dans la description qui a été proposée pour le GdR MACS. Les autres conclusions portent sur des prospectives à approfondir dans le cadre du GdR par le biais "d'Actions MACS" et en interaction avec d'autres domaines scientifiques.

## 2.1 Processus

Les équipes membres de MACS ont fait remonter plus de 450 mots-clés pour caractériser les processus. Inévitablement, dans la mesure où les équipes se placent à des niveaux différents entre l'abstraction mathématique et les applications, une partie non-négligeable (80) des mots-clés désignent des processus physiques, industriels ou des secteurs économiques. Nous faisons le choix d'inclure ceux-ci dans l'analyse relative aux applications

traitées par le GdR. Pour autant, l'information est utile car elle indique qu'une partie de la communauté procède d'une démarche de recherche focalisée sur l'objet de recherche, complémentaire avec des démarches plus théoriques focalisées sur les méthodes.

Les 371 mots-clés décrivant les processus de façon abstraite, sans lien avec des applications, ont été regroupés en 10 sous-catégories.

**Systèmes dynamiques.** L'étude des systèmes dynamiques est au coeur des travaux de MACS. On retrouve ici les notions de temps continu, de temps discret, d'échantillonnage ou d'événements temporisés. On note que la distinction entre temps continu et temps discret ne semble plus aujourd'hui être une problématique de recherche pertinente, par contre l'hybridation des deux est très actuelle.

**Incertitudes et paramètres.** La prise en compte des méconnaissances sur les paramètres des modèles décrivant les processus, ou sur le fait que ces paramètres varient dans le temps, ressort comme une thématique importante pour un très grand nombre d'équipes (45 occurrences au total). On note une diversité de types d'incertitudes et de modèles à paramètres variants. Un travail supplémentaire sera utile pour établir les connexions en types d'incertitudes et méthodes pour aborder la robustesse à leur égard.

**Stochastique, Probabiliste.** En lien avec les méconnaissances et imprécisions de modélisation, nous notons également une forte présence de descriptions de type stochastique (32 occurrences au total). Si les représentations sous forme d'incertitudes (en général déterministes) et celles probabilistes font historiquement appel à des outils distincts, une étude sera menée pour établir des interactions entre ces approches. Ce sujet est d'actualité dans les domaines de la commande robuste, de la surveillance et de la sûreté des systèmes. Il se retrouve également dans les tentatives d'intégrer des techniques d'apprentissage en automatique. Des Actions MACS sont à envisager sur ces questions.

**Données et connaissances.** En lien avec la remarque précédente sur l'apprentissage, il nous a semblé intéressant de mettre en évidence les mots-clés concernant des représentations à base de données ou de données enrichies telles que les "connaissances" ou "ontologies". Le nombre d'occurrences est cependant assez faible (12 au total) et mériterait sans doute une étude plus approfondie tant le sujet semble d'importance.

**Non-linéaire.** Sans grande surprise, un terme très utilisé pour décrire les processus est celui de non-linéarité (46 occurrences au total). Près de la moitié des occurrences porte sur le mot-clé "non-linéaire" sans plus de spécifications. Une étude plus poussée est envisagée pour distinguer entre approches génériques considérant des non-linéarités sans hypothèse aucune, celles dédiées à des types de modèles non-linéaires (Lagrangiens, quantiques, etc.) et celles dédiées à des non-linéarités spécifiques (saturations, polynômes, etc. ou encore hypothèses de type Lipschitz).



**Dimension infinie.** L'étude de systèmes de dimension infinie est un sujet en nette croissance ces dernières années et se retrouve dans les mots-clés (43 occurrences au total). On y retrouve un fort intérêt historique pour les systèmes à retard mais surtout un intérêt plus récent (dans la communauté MACS) pour les systèmes décrits par des équations aux dérivées partielles. Il y a là un rapprochement avec des communautés relevant plus traditionnellement des mathématiques appliquées. Un effort pour mieux appréhender ces rapprochements est à l'étude entre autres par le biais de participations de MACS aux événements de la Société de mathématiques appliquées et industrielles (SMAI).

**Complexité.** Les chercheurs de la communauté s'attaquent à des problèmes difficiles (dynamiques hybrides, non-linéaires, grades dimensions, dimension infinie, fortement combinatoire...). Une autre source de difficulté est liée à la complexité comprise comme l'intrication de phénomènes de natures hétérogènes ou en grand nombre. Un total de 42 mots-clés ont été recensés dont "systèmes de systèmes", "systèmes en réseau" ou encore "systèmes hétérogènes". La problématique sous-jacente est indubitable, par contre il est probable que les méthodes pour aborder cette complexité soient très diverses entre hybridation de méthodes dédiées à des phénomènes spécifiques et stratégies de dés-intrication par exemple en procédant de façon hiérarchique.

**Graphes.** En lien avec la question des systèmes en réseaux, on trouve les représentations à l'aide de graphes (24 occurrences au total). L'emploi combiné de représentations à base de graphes et de modèles dynamiques tels que développés précédemment est assurément une orientation pour aborder la complexité des phénomènes hétérogènes.

**Autres caractéristiques mathématiques.** Les rubriques précédentes ne couvrent pas l'ensemble des caractéristiques mathématiques spécifiques étudiées. Une catégorie regroupe des autres caractéristiques telles que les représentations sous forme descripteur ou avec des contraintes algébriques, les représentations en algèbre  $(\max, +)$ , etc. On retrouve dans la liste de mots-clés une différenciation usuelle entre automatique des systèmes à états continus et automatique à états ou événements discrets. Les autres mots-clés correspondent à des propriétés particulières et l'évolution de l'occurrence de ces mots-clés est à étudier pour observer si ces thématiques sont en émergence.

**Autres caractéristiques de processus.** A ce stade d'analyse un petit nombre de mots-clés (14) n'ont pas été identifiés comme relevant des catégories précédentes.

## 2.2 Systèmes décisionnels

L'étude des mots-clés (356 occurrences) caractérisant les systèmes décisionnels nous a conduit à faire cinq catégories. La dernière est, comme précédemment pour les processus, une catégorie des mots-clés dont le statut n'entre pas réellement à ce stade dans une classe spécifique bien établie. Les trois premières catégories ont été choisies relativement à l'objectif commun de viser à une commande ou une prise de décision en boucle fermée.

Pour y aboutir un schéma classique, dit de séparation, consiste à coupler un raisonnement abductif qui reconstruit des connaissances sur le processus connaissant les actions réalisées et un certain nombre de mesures, avec un raisonnement déductif qui, supposant le processus connu, propose les décisions appropriées pour les performances à atteindre. L'autre schéma est de considérer directement la boucle fermée dans son ensemble. Aussi, nous avons distingué les systèmes décisionnels selon ces trois catégories : abductif, déductif et feedback. La nuance n'est pas toujours évidente à établir et certains des classements sont en débat.

**Raisonnement abductif.** Un total de 115 mots-clés a été recensé dans cette catégorie. Trois thématiques principales se dégagent : Observation/Estimation, Identification et Diagnostic. Il conviendrait d'étudier les liens entre elles ainsi que les inévitables liens avec d'autres domaines scientifiques comme le traitement du signal (en particulier pour l'identification) et l'apprentissage (en particulier pour le diagnostic). Des Actions MACS en ce sens pourraient être initiées dans un avenir proche.

**Raisonnement déductif.** Un total de 56 occurrences de mots-clés a été recensé dans cette catégorie. On note que cette catégorie est moins fournie mais en grande partie du fait qu'il est souvent complexe de distinguer entre raisonnement déductif et boucle fermée. Par exemple, le schéma classique de séparation entre observateur et retour d'état n'opère pas ici car le retour d'état n'est jamais évoqué explicitement. Il est assimilé à une variante de commande en boucle fermée. De la même façon, la commande MPC (Model Predictive Control) qui, de façon sommaire, peut-être vue comme une commande optimale mise à jour à chaque pas pour réaliser la boucle fermée, est catégorisée comme une méthode de boucle fermée. En résulte que la catégorie des décisions par raisonnement déductif est fortement en lien avec des questions d'optimisation continue (commande optimale) ou discrète (ordonnancement). Il conviendrait d'étudier, entre autres, les liens avec les communautés des mathématiques appliquées et de recherche opérationnelle. Une journée d'échanges scientifiques commune avec le GdR RO est à envisager, en complément de la journée d'étude sur les relations industrielles qui est programmée au printemps 2021.

**Décision en boucle fermée.** Sans surprise cette catégorie est fortement représentée avec 89 occurrences, occurrences qui auraient pu être plus nombreuses car cette notion est souvent implicite dans les réponses des équipes membres. Une analyse plus détaillée de ces mots-clés est envisagée car ils présentent des caractéristiques variées combinant des adjectifs liés aux propriétés attendues (robuste, tolérante aux fautes par exemple) et des caractérisations qui ne sont pas nécessairement en lien avec le fait d'être en boucle fermée (non-linéaire, temp-réel par exemple).

**Propriétés des lois de décision.** La remarque précédente nous conduit à considérer les mots-clés sous l'angle de la structure mathématique de la loi de décision. Ces mots-clés (73 occurrences au total), qui relèvent selon nous de typologies de loi de décision, comprennent des termes comme "adaptatif", "événementiel", "modes glissants", "décentralisé", "hybride". Le mot-clé "Adaptatif" peut s'appliquer à une loi de commande en

boucle fermée mais aussi à un observateur ou à un système d'identification. Il en va de même pour les autres mots-clés qui décrivent le fait de rechercher des lois de décision dans des classes de lois possibles, soit avec des objectifs d'amélioration des performances, soit pour prendre en compte les contraintes de réalisation de ces lois. On note que la question des décisions non centralisées (décentralisées, distribuées, en réseau, hiérarchique, collaboratif, coopératif) mérite une attention particulière. Le sujet n'est pas nouveau mais son actualité pourrait faire l'objet d'une Action MACS spécifique. Une autre Action MACS pourrait étudier la question des contraintes sur la loi de décision (événementielle, hybride, sous contraintes, échantillonnée, asynchrone, à commutation, quantifiée, symbolique...).

**Autres mots-clés.** Un total de 22 mots-clés n'a pas été classifié à ce stade.

## 2.3 Propriétés

En première analyse les mots-clés décrivant les propriétés sont de trois ordres : on trouve des propriétés structurelles que doit satisfaire le "processus" pour qu'une loi de décision soit réalisable ; des propriétés que doit satisfaire la loi de décision (en lien avec les propriétés des lois de décision de la rubrique précédente) ; finalement, les propriétés du couple processus - système décisionnel.

**Propriétés structurelles.** Les principaux mots-clés (39 occurrences) relatifs à celles-ci sont : "Observabilité", "Commandabilité", "Diagnosticabilité", "Platitude".

**Propriétés sur le système décisionnel.** Les principaux mots-clés (16 occurrences) relatifs à celles-ci sont : "Interopérabilité", "Coût de calcul", "Coût énergétique", "Temps-réel".

Concernant les propriétés du couple processus - système décisionnel, nous retrouvons sans grande surprise deux grandes catégories qui sont le coeur de l'automatique au sens de la boucle fermée, à savoir la Stabilité et la Robustesse.

**Propriétés de stabilité.** Les principaux mots-clés (83 occurrences) relatifs à celles-ci sont : "Stabilité", "Poursuite", "Précision", "Temps fini", "Stationnarité", "Consensus".

**Propriétés de robustesse.** Les principaux mots-clés (88 occurrences) relatifs à celles-ci sont : "Robustesse", "Résilience", "Rejet de perturbations", "Fiabilité", "Sûreté de fonctionnement", "Tolérance aux défauts".

**Propriétés de qualité.** Le reste des propriétés (113 occurrences au total) relève en tout ou partie d'indicateurs de qualité par-delà des propriétés principales de stabilité et de robustesse. Les principales sont : "Optimalité", "Flexibilité", "Agilité", "Durabilité".

Ces mots-clés sont à affiner étant donné leur diversité. Ils illustrent par leur très grande variété la quantité d'améliorations qu'apportent la commande et la conduite des systèmes.

## 2.4 Méthodes

La description de classes de méthodes relatives aux travaux réalisés par les membres de MACS est une tâche passionnante, mais encore largement inaboutie. L'ambition de ce projet pour le GdR MACS est d'avancer sur une telle classification qui permettrait de faire plus qu'une description de l'existant, à savoir faire émerger les perspectives à attendre de fertilisations croisées. Nous donnons ci-dessous une première analyse permettant quelques enseignements.

**Méthodes de modélisation.** La première entrée que nous avons choisie pour parler des activités scientifiques de MACS est celle des modèles décrivant des processus. On retrouve l'importance de ces modèles dans le fait que les équipes font remonter de nombreux mots-clés concernant des méthodes de modélisation ou relatives à la manipulation de modèles. Un total de 66 occurrences de mots-clés ont été observées dans les réponses. On note la forte présence du mot-clé "Multi-agent" utilisé cette fois pour désigner une méthode. Il convient donc de le prendre non pas comme une propriété inhérente au processus étudié, mais comme une méthodologie pour représenter un processus qui n'est pas nécessairement initialement sous cette forme. La capacité à faire un choix de modélisation conditionne fortement la capacité à résoudre la problématique de prise de décision qui est visée.

**Méthodes statistiques, stochastiques, probabilistes.** Toujours en couplage fort avec des choix de modélisation, les équipes de MACS font remonter un certain nombre de méthodes dédiées aux processus stochastiques ou aux probabilités. Certaines apparaissent comme méthode de modélisation (voir paragraphe précédent), d'autres sont relatifs à l'analyse des systèmes. A noter également que les méthodes stochastiques se retrouvent également dans la rubrique qui suit dédiée aux méthodes de simulation. Dans la mesure où ces mots-clés relatifs aux modèles et aux méthodes stochastiques apparaissent fortement dans les activités des équipes, une Action MACS dédiée mériterait d'être mise en place pour établir quelles sont les évolutions scientifiques liées à cette classe d'outils et de représentations. Cette Action serait en lien avec le questionnaire sur les traitements d'incertitudes déterministes versus incertitudes stochastiques (voir sous-section sur les Processus).

**Méthodes de simulation.** Parmi les méthodes de MACS on trouve inévitablement les méthodes de simulation (29 occurrences). A noter que la simulation n'est pas toujours au coeur des résultats développés par les membres de MACS. On peut par exemple voir les méthodes à base de certificats telle que la théorie de Lyapunov comme duales à la simulation étant donné que les propriétés sont prouvées (vérifiées) pour toutes les trajectoires sans jamais en calculer aucune. Cependant la simulation sert toujours au moins dans une phase finale de validation numérique avant de passer à la validation sur le processus réel. Le couplage entre vérification et validation est un sujet d'étude spécifique qui pourrait

faire l'objet d'une Action MACS. Un autre sujet est celui de la simulation en tant que telle, en particulier pour les systèmes hétérogènes de grande taille. Une école MACS sur le sujet est prévue prochainement (programmée pour le mois de mai 2021 si les conditions sanitaires permettent sa tenue).

**Méthodes à base de données et connaissances.** Les catégories précédentes portaient sur les méthodes en lien avec des modèles. Une quinzaine d'autres sont relatives aux représentations à base de données ou de données enrichies telles que les connaissances. Une étude spécifique pourrait être menée pour analyser cette catégorisation en lien avec les méthodes stochastiques d'une part et les méthodes d'intelligence artificielle d'autre part.

**Méthodes de décision.** De même que les modèles de processus apparaissent dans les mots-clés relatifs aux méthodes, certaines équipes ont fait remonter des mots-clés méthodologiques relatifs aux systèmes de décision. Ils sont en petit nombre, mais illustrent que le système décisionnel participe activement à obtenir des propriétés sur les systèmes. Ainsi, pour prendre un exemple, l'estimation peut être pensée comme une méthode pour l'observation de systèmes non-linéaires.

**Méthodes définies par des propriétés.** Un certain nombre de mots-clés sont relatifs à des méthodes connues pour être spécifiques à des propriétés à atteindre. Il s'agit là souvent de dénominations établies dans la littérature et donc pertinentes pour un positionnement scientifique. Elle masquent cependant souvent la réalité des méthodologies sous-jacentes. Ainsi, le terme commande robuste recoupe des méthodes très distinctes que sont la commande non-entière CRONE et la commande  $H_\infty$  à base d'optimisation convexe, alors même que commande robuste à base d'optimisation convexe est souvent très similaire aux résultats présents dans la communauté de la commande tolérante aux fautes.

**Méthodes humaines.** Un certain nombre de méthodes portent sur la prise en compte de l'humain dans le processus de conception des systèmes décisionnels ou avec l'objectif de propriétés impliquant l'humain ("Coopération humain-machine", "Analyse cognitive", "Conception centrée utilisateurs", etc.). Ces mots-clés sont en nombre relativement réduit (14 occurrences au total) et sont peut-être à compléter de toutes les méthodes d'ingénierie à base de connaissances. Une question à étudier sous forme d'une Action MACS peut concerner les interactions existantes ou à développer des équipes actives dans ces domaines avec des chercheurs des champs connexes en sciences humaines et sociales (sciences de la cognition, sociologie des organisations, sciences de gestion...).

**Méthodes d'optimisation.** En entrant plus en profondeur dans la description intrinsèque des méthodes employées et développées par les membres de MACS, un très grand nombre de mots-clés font appel à de l'optimisation et de la programmation mathématique. Au total nous avons recensé 107 occurrences de mots-clés de ce type. La grande variété

de ces mots-clés devrait conduire à proposer des Actions MACS sur des sous-catégories de ces ensembles de mots-clés, par exemple en distinguant optimisation continue et optimisation discrète. Ces actions pourraient par exemple conduire à des dialogues enrichis avec d'autres communautés scientifiques (dont évidemment la communauté du GdR RO), mais aussi à proposer des écoles thématiques pour que les développeurs de méthodes et ceux qui sont plus positionnés comme utilisateurs échangent sur l'état de l'art et les besoins. Un exemple de ce type d'échange se trouve dans les rencontres entre MACS et les industriels du spatial, notamment via la Communauté d'experts (COMET) dédiée aux Systèmes de commande et automatique (SCA) du CNES, lors desquelles les outils d'optimisation semi-définie sont régulièrement questionnés pour leur robustesse et leur capacité à passer à l'échelle.

**Méthodes en lien avec l'Intelligence artificielle.** Nous reviendrons plus loin dans le document (section 3 dédiée aux Actions MACS déjà en place) sur la nécessité pour la communauté MACS de clarifier ses interactions avec le vaste champ dit de l'Intelligence artificielle. A ce stade on peut remarquer que les interactions sont d'ores et déjà établies. En témoigne la quarantaine d'occurrences de mots-clés qui y font référence de façon plus ou moins explicite. A noter que la liste est probablement à compléter avec les méthodes stochastiques d'apprentissage statistique ou encore de certaines techniques d'optimisation. Il conviendra également de se pencher sur la part respective des développements par les membres de MACS dans ces domaines, et des utilisations de ces techniques pour l'analyse et la synthèse.

**Méthodes d'Automatique.** Jusqu'ici les méthodes étaient décrites partiellement par des attributs extérieurs au domaine de MACS. Un nombre conséquent de mots-clés relèvent plus spécifiquement d'outils théoriques presque exclusivement spécifiques à l'Automatique. Les méthodes de Lyapunov arrivent largement en tête de cette liste.

**Autres Méthodes.** La cartographie par catégories exposée jusqu'ici est critiquable et imparfaite. Par exemple, elle ne recouvre pas tous les mots-clés qui sont remontés de la part des équipes membres de MACS. Un très grand nombre (87 occurrences) de méthodes n'ont à ce stade pas fait l'objet d'une catégorisation. Il est envisagé d'en faire une analyse en distinguant ce qui relève d'emprunts à des communautés extérieures et de ce qui relève de développements internes au domaine.

## 2.5 Outils numériques

Nous ne détaillons pas à ce stade les résultats de l'enquête auprès des équipes membres de MACS sur le sujet des outils numériques. Les remontées sont à ce stade trop disparates pour être analysées et demandent des clarifications. Parmi les sujets d'intérêt on trouve :

- les logiciels commerciaux ou libres utilisés : Matlab, Simulink, Python, Mathematica sont souvent cités ;
- les logiciels conçus par les membres de MACS, leurs modes de diffusion et leurs objectifs (diffusion des connaissances produites, interactions avec des industriels,

- pédagogie...);
- les bases de données, benchmarks, etc. mis à disposition pour évaluer les résultats de recherche;
- la pratique de mise à disposition des codes numériques associés aux publications dans le but de la reproductibilité des résultats et la possibilité de faire des comparaisons.

## 2.6 Applications

**Processus** Comme mentionné précédemment, un certain nombre d'équipes ont fait remonter des mots-clés pour la rubrique "Processus" qui se retrouvent également dans les mots-clés relevant de la rubrique "Applications" (au total 80 occurrences). Nous interprétons ce résultat comme illustrant le fait que la communauté développe ses travaux à la fois dans une approche méthodologique sur la base de modèles abstraits, mais également par une démarche orientée objet. Les objets en question sont des systèmes cyber-physiques, des robots, des systèmes d'information ou encore du stockage d'énergie.

Plus généralement, l'analyse des différents mots-clés relatifs aux Applications fait ressortir une très grande variété de champs d'application. Ils révèlent en cela que nos contributions scientifiques sont très versatiles et que les besoins sont grands.

**Secteurs** L'analyse des mots-clés fait apparaître en premier une diversité de secteurs industriels dont, parmi les plus cités, le transport (dont l'automobile, le ferroviaire, l'aéronautique, etc.) mais aussi l'énergie ou encore la santé. Au total ce sont plus de 70 secteurs qui sont indiqués et 174 occurrences de ce type de mots-clés. Nous envisageons en perspectives de procéder à un travail de recoupement entre mots-clés pour mettre en évidence une corrélation entre certains secteurs industriels et des typologies de méthodes. Si naturellement les chaînes logistiques ont à voir avec les méthodes d'ordonnancement, ou si la commande robuste est très employée pour les applications spatiales, d'autres corrélations pourraient émerger ouvrant des pistes pour alimenter les discussions entre les chercheurs des laboratoires et les collègues de l'industrie. Ce travail prospectif devrait conduire au lancement d'Actions MACS ciblées.

**Robotique** Sans surprise, un grand nombre d'applications des travaux du GdR sont en lien avec la robotique (41 occurrences). Ce constat indique qu'il est temps de relancer les liens historiques que nous avons avec le GdR Robotique. Ceci passera par le biais d'Actions MACS ciblées avec des objectifs qui peuvent être doubles : faire le point sur l'état de l'art des méthodes employées dans les différents domaines de la robotique et mettre en évidence les challenges auxquels les résultats issus des équipes de MACS pourraient contribuer. Nous sommes persuadés qu'une synergie renforcée entre MACS et Robotique est prometteuse à la fois pour des avancées scientifiques conjointes entre chercheurs des deux domaines, mais aussi pour aboutir à de nouvelles solutions de robotique valorisées économiquement.

**Sciences** Comme précisé ci-dessus, les applications en Robotique sont envisagées sous un angle double, celui des robots produits par et pour l'industrie, mais surtout sous l'angle de coopérations entre chercheurs scientifiques. Bien d'autres domaines scientifiques sont mis en évidence dans les mots-clés des Applications de MACS (41 occurrences au total). Il est intéressant de noter que la mécanique des fluides est en tête de cette liste. Ceci confirme des contacts réalisés par le passé avec le GdR "Contrôle des décollements". On note également que la biologie, la médecine, les neurosciences sont très présentes et méritent une attention particulière. Des Actions MACS seront envisagées pour renforcer les liens existants et en développer de nouveaux en lien avec d'autres GdR du CNRS.

**Démonstrateurs et plateformes** Les échanges avec les équipes MACS ont abouti à une première liste de plateformes ou de démonstrateurs existants dans les laboratoires. On compte 21 occurrences de ce type de mots-clés. Ce travail de recensement est assurément à poursuivre pour mieux valoriser ces réalisations dont l'utilité peut être en termes de médiation scientifique, de pédagogie, mais aussi pour créer des contacts avec des industriels. A ce stade le travail de coordination de ces expériences de démonstrateurs via le GdR ne fait que débuter. Il se poursuivra soit en lien avec l'étude de la valorisation des codes et des logiciels dont Laurent Geneste a la charge au sein du prochain Comité de direction du GdR, soit en lien avec les relations industrielles pilotées par Evren Sahin.

**Partenaires** Même si l'information nous semble utile et riche d'enseignements, nous ne nous attendons pas à ce que les équipes membre acceptent facilement de partager les contacts directs qu'elles ont établis avec des partenaires industriels. Nous avons constaté par le passé que ces informations étaient souvent jugées sensibles, chacun préférant conserver des relations privilégiées avec ses partenaires. Pour autant, 30 occurrences de noms d'entreprises partenaires ont été recensées à ce stade et nous poursuivrons les efforts pour mieux connaître ces interlocuteurs et communiquer sur les réussites de ces partenariats. Cela fait partie de chantiers en préparation pour les années à venir.

**Autres applications** L'analyse des mots-clés relatifs aux Applications n'est pas totalement terminée. Un certain nombre d'autres mots-clés restent à analyser. Il est intéressant cependant de noter parmi eux des termes comme "Control education", "Epidémiologie", "Gestion de crises", "Eoliennes flottantes", "Individus", "Changement climatique", etc. Ils illustrent que la communauté de MACS accompagne les évolutions en cours à la fois dans l'industrie et dans la société dans son ensemble.

### 3 Outil de prospectives et d'animation : les Actions MACS

Il est proposé de focaliser la majeure partie de l'action du GdR sur la mise en évidence et l'animation des évolutions scientifiques en cours dans le domaine. Dans cet objectif le GdR ne doit pas être structuré en sous-domaines existants à maintenir, mais porter l'accent sur des thématiques émergentes, des sujets faisant débat, encourager de nouvelles



pratiques de recherche, etc. Ceci se fera par le biais d'Actions MACS qui seront en nombre réduit, choisies avec soin, correctement financées, faisant participer un nombre conséquent de personnes sur le territoire français et des intervenants internationaux. Le mode de fonctionnement souhaité doit éviter les écueils inhérents aux appels d'offres (cadrage a priori, formalisation rigide des dépôts, manque de réactivité entre autres). Pour cela, il est envisagé de fonctionner avec des interactions fréquentes entre les collègues des laboratoires et le comité de direction du GdR.

### 3.1 Création de la notion d'Action MACS

Tel qu'annoncé en début de texte, la réorganisation du GdR MACS et de ses outils d'animation a conduit à la création de la notion d'Actions, dont les caractéristiques clés sont :

- Les Actions peuvent être à l'initiative de collègues ou du comité de direction.
- Les propositions d'Actions sont gérées au fil de l'eau par le comité de direction qui se réunit une fois par mois (en visio). Les discussions peuvent conduire à amender les projets, les étoffer, compléter les groupes de porteurs de l'action, mais doivent conduire à des décisions rapides de lancer ou non l'Action (typiquement 1 à 3 mois).
- Les Actions peuvent être du type séminaire, analyse prospective, mise en place d'un outil... Elles doivent avoir un objectif précis, une durée prédéfinie (typiquement de 6 mois à 2 ans), être d'intérêt pour un nombre significatif de collègues du GdR.
- Le financement est nécessairement limité par les moyens à disposition du GdR, mais doit pouvoir être significatif : financement des déplacements de doctorants pour les séminaires thématiques, financement de missions d'invités étrangers...
- En fonction du nombre de propositions d'Action, le comité de direction du GdR peut être amené à désigner des rapporteurs en interne, demander des expertises externes, fonctionner en sous-groupes, etc.

Le premier appel à Actions officiel a été lancé au printemps 2020 sous la forme du texte suivant :

**Définition.** Le GdR MACS lance son premier appel à Actions. Une Action est un outil du GdR MACS permettant à un ou plusieurs porteurs, sur une période de deux ans maximum, d'animer une communauté en la faisant travailler sur un sujet qui contribue au rayonnement du GdR et qui se concrétise sous la forme d'un livrable à échéance de l'Action. Quatre types d'Actions sont définis :

- veille, état de l'art et prospective scientifique (à court, moyen, long terme),
- animation d'une communauté scientifique (autour d'un thème scientifique...),
- structuration et coordination scientifique (auprès de sociétés savantes, relation avec d'autres organismes...),
- cartographie (de compétences, de bonnes pratiques, de ressources techniques/plateformes, de sources d'informations, etc.).

**Justification, sujet et objectifs de l'Action.** Si l'Action revêt un caractère scientifique, un sujet scientifique doit être défini. Tout sujet est nécessairement orthogonal ou transverse aux groupes de travail de la SAGIP (une Action ne se substitue donc en rien à

ces groupes qui ont un rôle d'animation récurrent, disciplinaire). Le sujet peut être indifféremment très focalisé (sur un modèle, un outil, un verrou, une application, une interaction entre deux domaines scientifiques complémentaires), ou au contraire, très large (impact sur le plus grand nombre, questionnements sociétaux?). Une vision pluridisciplinaire du sujet est encouragée, mais elle n'est pas obligatoire. Si le sujet présente une dimension exclusivement mono disciplinaire, les porteurs considéreront les aspects applicatifs et les enjeux sociétaux (impact sur la société).

**Livrable à échéance.** Toute Action aboutit à l'élaboration d'un livrable. Le rendu du livrable correspondant à l'Action peut prendre différentes formes : livre blanc, site web, wiki, mooc, publication, ouvrage de synthèse, article, vulgarisation auprès du grand public, etc. En fonction de sa nature, il peut être à diffusion restreinte (au comité de direction du GdR, au GdR, au CNRS?) ou à diffusion ouverte. Ce livrable est donc l'indicateur de succès de l'Action. Selon le type d'Action, le livrable est attendu soit à la fin de l'Action, soit dans un délai raisonnable après la fin de l'Action (par exemple, pour des délais de publications).

**Procédure de création d'une Action.** La liste des Actions est gérée et validée par le comité de direction. Les créations se font au fil de l'eau en mode connecté sur le site du GdR MACS à l'adresse : [GdR-macs.cnrs.fr/actions](http://GdR-macs.cnrs.fr/actions).

Le site donne accès à une fiche excel qui permet de préparer la saisie de la proposition d'Action à réaliser sur le site. La saisie peut se faire en plusieurs étapes (les champs peuvent être remplis en plusieurs fois, grâce à une sauvegarde temporaire). Une fois soumise l'Action est transmise au webmaster pour vérification puis à la direction du GdR MACS et à son comité de direction pour expertise.

Une première expertise rapide est menée par les membres du comité de direction (par email), notamment sur l'adéquation entre le contenu scientifique et les thèmes du GdR. L'idée est de valider en amont la faisabilité d'une Action à partir d'une expression d'intérêt sur un sujet émise par un porteur pressenti. Le comité peut alors proposer une adaptation/modification du sujet au porteur.

Un maximum de trois porteurs est conseillé par Action et un porteur doit être issu du GdR. Cette demande doit contenir la liste des membres participants proposée à la création. Il est possible de compléter cette liste au fil de l'eau sur invitation ou suite à un appel à la communauté du GdR par le ou les porteurs de l'Action. Le comité de direction peut suggérer des personnes.

Le comité de direction valide finalement, en réunion, officiellement la création de l'Action en précisant sa date d'effet et sa durée. Sauf cas exceptionnel, il n'est pas possible de demander le renouvellement d'une Action.

**Animation d'une Action.** L'animation d'une Action créée se fait majoritairement sous la forme de réunions présentielles ou par visio-conférence. Le(s) porteur(s) peut(vent) également inviter de manière ponctuelle ou régulière d'autres personnes, membres du GdR

ou non (industriels, représentants de la société civile, membres d'autres communautés académiques, etc.), notamment lorsque l'Action est de nature pluridisciplinaire.

**Vie et communication autour d'une Action.** Pour chaque Action, le pdf de soumission ainsi qu'un descriptif court de l'Action en cours/terminée figurent sur le site du GdR. Pendant le déroulement de l'Action, les porteurs sont invités à communiquer sur twitter en associant le tag @GdR\_MACS à leurs tweets. Les porteurs seront invités à faire un rapport succinct de l'état d'avancement de leur Action lors des journées du GdR MACS. Lorsque l'Action est terminée, un rapport d'activité court (une page) est mis en ligne sur le site du GdR avec le livrable final (cas échéant).

**Financement d'une Action.** Un budget de fonctionnement peut être demandé pour financer certains déplacements des membres de son Action ou des personnes invitées. Un équilibrage aura lieu en comité de direction, sachant que le budget annuel alloué aux Actions est de 20k€.

## 3.2 Premières Actions créées

A ce jour, quatre Actions ont déjà démarré. Les détails sur ces Actions peut être consulté sur le site du GdR à l'adresse : <https://GdR-macs.cnrs.fr/actions>, et nous n'en décrivons ici que les enjeux principaux. Par ailleurs, ces Actions ont été présentées lors de l'assemblée générale du GdR MACS qui a eu lieu le 25 novembre 2020, en marge des journées automatique de la SAGIP.

### **Les enjeux de la soutenabilité et leurs impacts sur la recherche en conception et contrôle des systèmes techniques.**

Cette Action, à l'initiative du comité de direction et portée par Nadège Troussier engage le GdR dans la problématique des systèmes durables. L'objectif est de rédiger et mettre à disposition des communautés scientifique un livre blanc sur les enjeux de la soutenabilité et leurs impacts sur la recherche en conception et contrôle des systèmes techniques.

### **Les jumeaux numériques pour les systèmes de production.**

Cette Action, à l'initiative du comité de direction, est portée par Vincent Cheutet. Elle part du constat que si la communauté scientifique internationale est très active sur ce sujet (Allemagne, Chine, ...), il n'existe à ce jour que peu d'initiatives au niveau français, malgré un fort niveau de compétences sur les différentes briques du jumeau numérique. Pourtant, dans un contexte de systèmes de production de plus en plus connectés et de l'intelligence ambiante, le jumeau numérique permet d'aider au contrôle et au pilotage de tels systèmes. En effet, il vise à produire une réplique virtuelle d'un asset physique (machine, système,

produit) afin d'obtenir des fonctionnalités de visualisation, de simulation/prédiction et de monitoring. Son intérêt est donc de pouvoir répondre à un besoin de modélisation et de pilotage au plus proche du système physique et une meilleure anticipation du comportement grâce à l'intégration de la simulation et la modélisation prédictive. Une autre possibilité offerte par le Jumeau Numérique concerne la formation et le développement de compétences des futurs utilisateurs.

Ainsi, même si aujourd'hui les Jumeaux Numériques sont déjà appliqués aux systèmes de production, et ce à tout niveau (de l'opération aux systèmes complets), de nombreuses questions de recherche restent ouvertes :

- Quelle est la structure du Jumeau en adéquation avec les usages définis ?
- Quelles synchronisations doivent être prises en compte entre les deux Jumeaux (physique et numérique) ?
- Comment valider un Jumeau Numérique ?
- Comment assurer son appropriation par les usagers ?
- Quelles sont les méthodologies permettant de développer un jumeau ?
- Etc.

Le GdR MACS, qui fait la liaison entre les communautés automatique et productique, se doit de s'emparer de cette thématique couplant des compétences allant du pilotage et contrôle d'un effecteur à ceux d'un système de production complet. L'objectif de l'Action est alors de créer une communauté dynamique autour de cette thématique et de partager expériences et compétences. L'Action s'organisera autour de 3 workshops. Le premier, avec des présentations réalisées principalement avec des points de vue scientifique, vise à faire l'état des lieux des compétences et des savoirs-faire scientifiques. Le second, avec des présentations réalisées principalement par le monde socio-économique, vise à établir un état des lieux des outils et la maturité des Actions déjà déployées dans le monde socio-économique. Enfin le troisième vise à ouvrir les perspectives sur cette thématique et notamment en termes de normalisation. Un livre blanc faisant la synthèse de ces échanges sera proposé à la fin de cette Action.

D'un point de vue pratique, le comité de pilotage a pu se réunir pour commencer le travail dès l'automne 2020. Par contre, à cause de la crise Covid-19, les deux workshops initialement programmés au second semestre 2020 ont été reportés à 2021.

## **Les Réseaux Sociaux et l'Automatique.**

Cette Action, à l'initiative du comité de direction et portée par Paolo Frasca, s'intéresse aux dynamiques sociales et a une forte dimension interdisciplinaire. Les dynamiques sociales, surtout dans les réseaux sociaux en ligne, sont de mieux en mieux observées, quantifiées et connues. On est en situation d'avoir à la fois une richesse de données, soit historique ou en temps réel, ainsi que des modèles mathématiques sur lesquels les méthodes de l'Automatique peuvent être utilisées. L'Automatique, de son côté, a développé au cours des deux dernières décennies une palette de méthodes pour l'étude de la dynamique des réseaux, surtout adaptées aux dynamiques dites "de consensus". Ces dernières ont des similarités avec plusieurs modèles mathématiques développés et validés dans la sociologie mathématique. Il semble donc opportun pour la communauté automatique française de mobiliser cette expertise en se mettant plus en relation avec des experts du domaine, dans

le but de développer une approche automatique de l'analyse des réseaux sociaux. En raison du caractère central du modèle dans l'approche automatique, celle-ci pourrait se distinguer d'autres approches formelles, par exemple celles basées sur les données en intelligence artificielle.

L'objectif de l'Action est donc de stimuler l'intérêt de la communauté de l'Automatique à considérer davantage ce domaine d'application. mais aussi de promouvoir les outils de l'Automatique auprès des chercheurs en Sciences sociales et en Informatique. Cet échange permettra concrètement de chercher à définir des problèmes d'intérêt commun, qu'ils soient d'analyse, d'identification, d'observation, ou de commande.

L'Action est en train de développer avec un travail mené par le comité d'organisation trois objectifs et moments :

1. Faire une cartographie des chercheurs dans le domaine : à la fois les automaticiens qui sont déjà sur le sujet, les chercheurs proches de ces questions dans d'autres disciplines (informatique, physique), et évidemment les chercheurs dans les sciences sociales qui peuvent être intéressés par des échanges. C'est une étape essentielle pour cette Action.
2. Sur la base de cette cartographie et donc avec les apports d'experts invités, esquisser une perspective scientifique partagée. Cette réflexion devrait déboucher sur des pistes de recherche concrètes et dans la perspective de projets ANR ou MITI qui pourraient être proposés par les participants à l'Action.
3. Organiser une journée avec la restitution de cette réflexion et cartographie, incluant aussi un petit nombre d'exposés par des invités.

La journée finale, ouverte à tous et toutes, a été initialement prévue au printemps 2021, probablement à Paris pour une logistique plus facile, mais pourrait être repoussée à l'été si la situation sanitaire l'impose. En effet, dans la mesure du possible, une journée d'échange en présentiel est fortement privilégiée, qui doit permettre des échanges plus informels attendus dans une telle Action interdisciplinaire.

### **Obsolescence et raréfaction : freins inévitables ou niches d'innovation. Perspectives de recherche en prédiction de l'obsolescence.**

Cette Action, identifiée et portée par Marc Zolghadri et Claude Baron a pour but d'assoir l'étude de l'obsolescence comme une thématique de recherche. En effet, l'introduction massive des technologies complexes dans les systèmes (déploiement entre 30Mds et 40Mds d'objets communicants d'ici 2030 au niveau mondial) les rend potentiellement très sensibles à l'obsolescence. Or l'obsolescence d'un composant/d'une technologie accroît automatiquement des risques opérationnels des systèmes dans la mesure où toute action de réparation ou d'évolution (retrofit et upgrade) devient difficile voire impossible. Cela nécessitera par exemple le stockage longue durée des composants électroniques, dans des conditions contrôlées. Tous les acteurs de la chaîne de valeur et les consommateurs sont exposés à des risques fonctionnels (non-accomplissement des fonctions attendues) et non-fonctionnels (performances altérées) dus à l'obsolescence.

A ce jour, les travaux de recherche dans le domaine proviennent essentiellement des États-Unis, département de défense (DoD). Cette Action a pour vocation, au niveau na-

tional, d'initier, motiver et faire vivre des travaux en synergie au sein de la communauté dont les activités sont directement liées à l'obsolescence ou sont connexes à celle-ci. En effet, pour le moment, ces questions d'obsolescence et raréfaction sont abordées en recherche dans diverses communautés avec différents points de vue, mais de manière éparpillées et partielles. Les objectifs de l'Action sont alors de :

- Clarifier l'objet des recherches autour de l'obsolescence et caractériser les pratiques illégales de certaines entreprises. Ce travail devrait conduire à un livre blanc et potentiellement à une série de "petites" vidéos ;
- Structurer de façon consensuelle le domaine de recherche et la communauté d'intérêts, ainsi que de proposer un référentiel français et des éléments de terminologie. La création des "Journées de l'Obsolescence" devrait permettre d'animer de façon pérenne la communauté. Il est aussi prévu de proposer un numéro spécial de Systems Engineering et la création d'un wiki, ObsoWiki, pour disposer d'une source dynamique des résultats de recherche ;
- Cartographier ressources et compétences, aux niveaux national et international.

L'Action vise à regrouper des participants venant d'horizons et de profils différents, tant du point de vue des domaines scientifiques (Génie industriel, supply chain, informatique, environnement, électronique, économie, cognitif ...) que des métiers (Chercheurs, enseignants, industriels, associations, instituts de normalisation, armée, pôles de compétitivité, retraités...) et des pays du monde (France, GB, Allemagne, Maroc, USA, Canada...).

Une première réunion a eu lieu le 6 novembre 2020 et un espace de partage collaboratif a été créé. Les prochaines réunions mettront en avant le panorama des réalisations déjà effectuées ou en cours, le plan des actions à prendre, le travail sur le vocabulaire et les cartographies, ainsi que la planification des autres actions.

### 3.3 Groupes de réflexion MACS et IA

A l'automne 2020, Christophe Prieur, Franck Plestan et Marion Gilson-Bagrel ont été mandatés pour animer un groupe de réflexion sur "Automatique et IA", précurseur de la création d'Actions. Sa mission est d'établir un état des lieux sur le sujet et des pistes de recherche dont certaines donneront lieu à la création d'Actions. Un des points à traiter pour ce groupe de réflexion consistera aussi à définir l'IA pour MACS (avec une définition probablement différente de la manière avec laquelle, par exemple, le GdR IA définit l'IA). Au cours de l'automne la Communauté d'experts (COMET) dédiée aux Systèmes de commande et automatique (SCA) du CNES, qui mène des discussions entre académiques et industriels du spatial, a souhaité rejoindre la réflexion.

Trois sous-groupes interdisciplinaires ont été formés comme suit :

- Thierry Guerra, Jose-Alvaro Perez-Gonzalez<sup>†</sup>, Franck Plestan\*, Romain Postoyan, Sophie Tarbouriech ;
- Sylvain Durand, Hélène Evain, Milan Korda, Mihaly Petrecszky, Christophe Prieur\* ;
- Vincent Andrieu, Martine Ganet<sup>†</sup>, Marion Gilson-Bagrel\*, Antoine Girard, Guillaume Mercère.

\* Franck, Christophe et Marion sont les animateurs de chacun des groupes.

<sup>†</sup> Jose-Alvaro (Thales), Hélène (CNES) et Martine (ArianeGroup) sont les représentants de la COMET SCA.

Les premières réunions avaient pour ordre du jour une discussion autour des questions du type : qu'est-ce que l'IA ? Quels sont les points importants sur IA et Automatique ? Quels sont les succès dans ce domaine ? etc.

L'objectif du groupe de réflexion est de fournir une restitution de 3 sous-groupes sous la forme d'un texte (ou transparents) à destination de différents publics : le GdR MACS, la communauté Automatique, celle de l'IA... Le texte pourra présenter des points d'interaction à développer plus particulièrement ainsi que des actions possibles pour développer ces points (actions à prendre en compte par exemple par le GdR, l'ANR, le CNRS...). Un rapport intermédiaire de ce groupe de réflexion a été présenté en novembre 2020 à l'occasion des journées d'Automatique organisées par le CRAN (voir Annexe [D](#)). Le rapport final est actuellement en cours de finalisation.

Au moment de la création de ce groupe de réflexion, la question s'était posée de savoir si le périmètre du groupe de réflexion devait se limiter à "Automatique et IA" ou s'étendre à tout "GdR MACS et IA". Cependant, il avait été noté que les liens entre STP et IA sont davantage formalisés, avec des événements MACS-AFIA, une chaire IA/STP mise en place avec Renault il y a quelques années et plus récemment une chaire dans le cadre du Multidisciplinary Institute in Artificial Intelligence (MIAI) récemment créé à Grenoble. Nous avons par efficacité à court terme choisi d'avancer avec un second groupe issu du comité de direction pour préciser les interactions existantes entre IA et sciences et technologies de la production. Ce groupe est constitué de Damien Trentesaux, Eric Bonjour, Laurent Geneste, Vincent Cheutet, Bernard Grabot, Samir Lamouri et Olivier Cardin. Ses conclusions prévues pour le début mars 2021 vont inclure un outil Web pour sonder les membres de MACS sur leurs liens avec la communauté de l'IA, outil qui sera alimenté conjointement par l'ensemble des réflexions en cours.

## 4 Accompagnement des jeunes chercheurs et chercheuses

La réussite des jeunes scientifiques dans leur travail de recherche et leur accession à des emplois par la suite, se joue grandement dans leurs capacités à maîtriser plus qu'un sujet de recherche précis, à collaborer avec plusieurs personnes et à appréhender des modes de fonctionnement collectifs. Ils sont en partie accompagnés en cela par les écoles doctorales, par les équipes de recherche et bien sûr par leurs encadrants de thèse. Pour autant, le GdR peut (et doit) offrir un complément en tant que réseau national. Parmi les déclinaisons possibles de l'activité du GdR en ce sens on trouve :

- Écoles thématiques. Le format de l'école MACS de ces dernières années (cours en parallèle d'une durée très courte et sans cohérence d'ensemble) doit d'être revu. D'autant que d'autres offres de qualité coexistent (et sont financées par MACS) telles que les cours EECI-IGSC et l'école d'été de Grenoble. Il convient de mener une réflexion avec les collègues qui portent ces offres de formation, ainsi qu'avec les écoles doctorales pour une offre de formations de qualité accessibles aux doctorants du réseau d'équipes du GdR MACS.
- Mobilités. Même s'il n'est pas envisageable de financer des mobilités pour tous les doctorants et doctorantes MACS, et encore moins des mobilités internationales, le GdR peut développer des outils en faveur de cette mobilité. Le GdR peut par

exemple en offrant une cartographie des compétences et des contacts internationaux, permettre les prises de contact les plus pertinentes.

- Accompagnement vers l'emploi. Le GdR doit mettre en place un accompagnement de qualité, au moins pour l'accompagnement vers l'emploi académique en France. Pour les emplois temporaires post-doctorat cela passe par la diffusion des demandes émanant des laboratoires, une information sur les possibilités hors de France et par une mise en relation avec les offres de service. Pour les emplois hors du secteur académique le GdR peut proposer ses services pour recenser les nouveaux docteurs, afficher leurs compétences, fournir des argumentaires de recommandation, organiser des rencontres avec les recruteurs. Pour les emplois de titulaires dans le secteur académique, plus que des exposés plénières sur le fonctionnement des sections du Comité national, du CNU, etc. on se propose de mettre en place des séances de travail idéalement en novembre en amont des concours CNRS, Inria et de maître de conférences, pour travailler sur les dossiers des candidats et candidates.
- Dynamiser les débuts de carrière. Le recrutement de jeunes chercheurs et chercheuses est l'occasion de l'émergence de nouvelles dynamiques de recherche et de nouvelles interactions. Le GdR souhaite que ces nouvelles dynamiques aient leur effet à la fois au sein des unités de recherche mais aussi en termes de réseau de collègues. Nous souhaitons mettre en place un suivi des jeunes collègues recrutés durant les premières années de leurs fonctions : pour les aider à maintenir les collaborations fructueuses qu'ils avaient établies avant leur recrutement (les parcours pré-recrutement sont marqués aujourd'hui par de grandes mobilités) ; pour les encourager à mettre en avant leurs problématiques de recherche sous la forme d'Actions MACS ; pour les accompagner dans le montage de projets collaboratifs.

## 4.1 Refonte de l'école MACS

Concernant l'école MACS, il a été décidé de faire évoluer le format. Cette volonté de faire évoluer le format s'appuie sur les retours des sections concernant les éditions précédentes et le bilan de l'enquête qui avait été faite auprès des participants de l'école 2019. Pour rappel, le format précédent consistait en une école sur 2 jours, avec environ une demi-douzaine de modules en parallèle (sur un ou 2 jours), permettant une offre diversifiée des thématiques du GdR. Un certain nombre des modules reprenaient des méthodes de base du GdR, sous forme d'une mise à niveau des doctorants, quand d'autres modules étaient beaucoup plus orientés sur des recherches de pointe récentes. Les principaux changements dans le format de l'école concernent la durée et le type de sujet traité. Il a en effet été décidé de construire l'école MACS sur un format à 5 jours (potentiellement du lundi midi au vendredi midi), avec la formation proprement dite sur une demi journée chaque jour (matin sauf pour le premier jour) et d'autres activités les après-midi telles que des tables rondes sur l'après-thèse. Il est aussi décidé de bâtir la formation autour d'un thème annuel, éventuellement avec quelques modules en parallèle, correspondant à des sujets particulièrement actifs du point de vue de la recherche actuelle.

Par ailleurs, suite aux discussions concernant le renouvellement du format de l'école MACS, il a été décidé d'établir un catalogue des formations proposées dans les écoles doctorales à destination des doctorants de la communauté MACS (sachant qu'il faudra préalablement identifier les écoles doctorales en lien avec les thématiques du GdR).



## 4.2 Edition 2021 de l'école MACS

Concernant l'édition 2021, le choix du thème s'est porté sur la simulation avancée et les jumeaux numériques. Ce thème a été retenu cette année pour plusieurs raisons. La première raison est que la simulation est un outil puissant d'analyse et d'évaluation de performance, utilisée depuis plusieurs décennies dans l'industrie et en sciences. Elle est essentielle pour un jumeau numérique car elle permet de prédire avec précision le fonctionnement des systèmes et les impacts des changements sur les systèmes au cours de sa durée de vie. La deuxième raison est qu'elle concerne une problématique partagée par toutes les communautés de MACS et que la formation proposée favorise l'interdisciplinarité par la richesse des sujets qui seront abordés dans le programme. Enfin, l'école est proposée par le GdR MACS, mais elle est aussi ouverte aux chercheurs d'autres domaines. Elle donnera un panorama des avancées dans le domaine de la simulation et des jumeaux numériques et traitera des différents défis scientifiques dans ce domaine.

Cette école pourrait aussi permettre de développer une nouvelle communauté et un réseau de chercheurs. En effet, si la simulation est une technique bien connue et largement utilisée dans la communauté, elle n'est pas structurée. En particulier, la recherche en jumeaux numériques est naissante et mérite une attention particulière. Nous espérons que l'école sera une opportunité pour créer l'espace de discussion et de rencontre pour les jeunes chercheurs et chercheuses qui s'intéressent à la simulation. Le nouveau format de l'école, avec une seule séquence de formation, contribuera certainement à une plus forte interaction entre les sous-communautés de MACS.

Les grands axes du programme sont :

- Simulation stochastique, simulation Monte Carlo et jumeaux numériques probabilistes
- De la modélisation et simulation multi-physique vers les jumeaux numériques
- Couplage « modèle et données » au travers de l'observation et l'identification des paramètres
- La simulation de modèles EDP
- Les systèmes à événements discrets et les jumeaux numériques
- Simulation des systèmes manufacturiers
- Session sur les jumeaux numériques et l'état de l'art

Un point marquant de l'école est aussi d'avoir prévu l'intervention d'industriels (Usage des jumeaux numériques chez EDF, le jumeau numérique et le pilotage d'atelier chez CSF) mais aussi des distributeurs de logiciels (Simio, Arena, Flexsim et Matlab).

## 4.3 Prix de thèse

Suite au bilan réalisé sur les deux dernières éditions, il a été décidé de revoir la procédure de sélection pour le prix des meilleures thèses. En effet, deux points ont conduit à revoir le processus :

- La procédure est assez lourde par rapport au résultat attendu. Le fait de solliciter deux « reviewers externes » ne donne pas beaucoup plus d'information. En effet, le retour du rapporteur de la thèse est souvent très positif, n'apporte pas plus d'éléments que le rapport de thèse et ne permet pas de trancher ou de comparer

les dossiers ; l'avis du rapporteur externe se base principalement sur le dossier plus que sur le mémoire de thèse, ce qui aurait pu être fait par les rapporteurs de groupes thématiques sans passer par cette étape externe.

- Le jury n'est pas assez impliqué dans la phase d'expertise des dossiers. La décision repose alors en grande partie sur la synthèse et le pré-classement donnés par les rapporteurs des quatre thèmes.

Il est proposé pour l'édition 2021 du prix, de davantage impliquer le jury dans l'examen des dossiers, en gardant la phase d'expertise préalable au jury en interne. Il est prévu que chaque membre du jury examine un groupe de 4-5 thèses, pas nécessairement de sa thématique propre, en croisant les membres du jury sur les différentes thèses (pour éviter un phénomène de sous-jury). Les rapporteurs de la thèse seront sollicités mais simplement pour répondre à une question du type : « De votre expérience de rapporteur et de membre de jurys de thèse, pensez-vous que cette thèse mérite un prix et si oui pourquoi ? ».

## 5 Réseaux d'équipes membres

### 5.1 Equipes membres et affiliés

Les discussions au sein du comité de direction du GdR conduisent à proposer une évolution sur la notion de membre de MACS. La proposition vise à distinguer d'une part les « affiliés » qui seraient des individus, qui continueraient à être recensés sur une base purement déclarative ([GdR-macs.cnrs.fr/user/register](http://GdR-macs.cnrs.fr/user/register)), qui auraient toute légitimité à participer aux activités du GdR et formeraient une liste de diffusion d'information commune avec la SAGIP ; et d'autre part, des « membres » qui seraient des équipes de recherche au sein des laboratoires du territoire. Ici, la notion d'équipe de recherche vise à reconnaître des groupes de collègues, reconnus comme tels dans leurs laboratoires (pas des équipes informelles), avec en leur sein un nombre non négligeable de permanents dont les sujets de recherche relèvent du domaine couvert par le GdR.

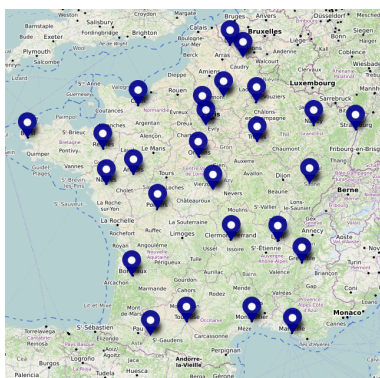


FIGURE 2 – Carte des équipes membres de MACS

Au jour où ce document est rédigé 48 équipes ont fait la démarche pour être reconnues comme équipe membre de MACS. La liste est donnée en Annexe [B](#). Elle pourrait évoluer selon deux orientations (en dialogue avec les équipes) : le recensement de nouvelles équipes ; le regroupement d'équipes de petites tailles d'un même lieu géographique. Au

total ces équipes comprennent 681 membres permanents déclarés comme ayant des activités dans le domaine couvert par MACS. Sur les 48 équipes, 12 ne sont pas dans des unités associées au CNRS et concernent 161 personnes dans des unités d'accueil et 25 collègues de l'ONERA.

Les responsables de ces équipes seront les interlocuteurs privilégiés du GdR, en particulier pour ce qui est de la cartographie des activités scientifiques et des plateformes, pour le suivi des jeunes chercheurs et chercheuses, les actions internationales, les interactions avec les industriels, etc.

## 5.2 Bonnes pratiques

Outre les échanges scientifiques, le fonctionnement en réseau sera l'occasion de réflexions sur les pratiques de recherche. Les sujets de réflexion porteront sur l'accompagnement des jeunes chercheurs et chercheuses comme précisé dans la section précédente, mais également sur :

- Les politiques de publication (choix des supports de publication, science ouverte, etc.);
- Des stratégies de valorisation des productions logicielles y compris pour la valorisation de codes et données numériques liés aux publications;
- Le recensement et la valorisation des démonstrateurs et plateformes, par exemple en ouvrant des possibilités de séjours entre laboratoires pour expérimenter sur les plateformes des autres équipes;
- L'éventualité de se coordonner et s'entraider dans les réponses à appels d'offre nationaux et Européens;
- L'information nationale sur les séminaires organisés localement (avec ou sans le soutien du GdR) et la possibilité d'y assister à distance;
- La mise en commun de ressources (par exemple d'images illustrant les activités de recherche et de valorisation, qui pourraient utilement alimenter la photothèque du CNRS);
- Recueil de faits marquants tels que les articles significatifs en cours de publication, les signatures de contrats avec des industriels, des réalisations en médiation scientifique, etc.

Cette liste est non exhaustive. Les objectifs sont de mettre en évidence les réussites des chercheurs et chercheuses de MACS à la fois en interne dans le sens d'une émulation, mais aussi vis-à-vis de non spécialistes qui seront d'autant plus encouragés d'interagir avec la communauté qu'elle saura illustrer et valoriser ses succès.

## 5.3 Communication et réseaux sociaux

**Site web du GdR** Le site web a évolué : suppression de certains items de menu, refonte de certaines pages pour en faciliter la lecture, créations de pages spécifiques pour l'insertion et la consultation d'actions, en incluant un processus de validation par le comité de direction avant publication. D'autres items ont été transférés sur le site web de la SAGIP.

Les statistiques de consultation montrent :

- une croissance par rapport aux années précédentes du nombre de visiteurs différents : 2831 pour 2018, 3680 pour 2019, 3663 pour 2020. Dans chacun des cas, un pic de visites a lieu dans le mois qui précède l’organisation des journées spécifiques du GdR (Journées STP et Auto en 2018, JN / JD en 2019, journées STP en 2020)
- les pages les plus consultées sont les annonces de recrutement, ce qui montre que le site remplit bien son office sur ce point.

**Réseaux sociaux** Deux comptes Linkedin et Twitter ont été créés.

Concernant Twitter, GdR est abonné à plus 284 institutions, la plupart étant les laboratoires affiliés et les instances nationales, et compte 200 followers. Nos tweets sont relayés pour les institutions et les collègues, et notre dernier évènement sur le webinar lié à la crise a été vu plus 5100 fois en juillet et 7000 fois en juin. L’appel à projet Actions du GdR-MACS a 11,4K d’impressions, montrant l’impact de ce réseau. En avril avec l’article sur le prix de thèses entre autre, nous avons obtenu 15,6K d’impressions du Tweet. Le compte @GdR\_MACS a eu 43,6K impressions (vues) le 1er trimestre, 33,9K le 2è trimestre, 10,9K le 3è trimestre (période vacances d’été, 01 juillet -14 septembre).

Sur Linkedin, le @GdR\_MACS cumule plus de 1700 abonnés, à ce jour. Chaque post est vu au moins 200 fois en moyenne, certains sont vus plus de 800 fois et relayés par différentes institutions/collègues.

Que ce soit sur Linkedin ou Twitter, les informations passent et prennent de plus en plus de poids. D’autre part, on constate que le nombre de laboratoires/institutions créant leur propre Twitter est croissant et de ce fait, le maillage de nos relations est plus influent. Par ailleurs, les informations sont partagées avec les services de communication du CNRS et de l’INS2I avec des relais croisés.

**Collection Hal/GdRMACS** Il a été décidé de créer une collection HAL relative au GdR MACS, afin d’y référencer collectivement les travaux relevant des disciplines du GdR. Dans un premier temps au moins, la collection Hal/GdRMACS a pour objectif identifier les thèses et HDR relevant du GdR afin d’avoir une meilleure vision de leur nombre à l’échelle du GdR et de pouvoir cartographier les sujets et thématiques privilégiés (en lien avec le travail de cartographie donc). Suite à sa création, près de 90% des labos rattachés ont répondu et identifié avec le label GdR-MACS les thèses (principalement) et HDR associées. Plus de 824 documents ont été associés depuis 2010 dont 720 thèses. L’objectif désormais est de s’appuyer sur les correspondants des équipes-membres pour alimenter et consolider les listes. En effet, ces correspondants laboratoire sont les interlocuteurs privilégiés lors de recherche de contact dans les unités sur nos thématiques de recherche.

## 6 Fonctionnement du GdR

Le GdR est une structure opérationnelle du CNRS avec un financement dédié. De ce fait il est naturel qu’une partie de l’activité du GdR soit au service spécifiquement

du CNRS. La première de ces missions est de fournir une cartographie intelligible des activités du domaine, en particulier des activités développées dans les unités CNRS. Le travail en cours sur ce sujet a été détaillé dans la section 2. Une autre mission est de fournir une expertise pour toutes les décisions que pourrait prendre le CNRS : profils de postes CR, suivi des PEPS, actions internationales. La direction de l'INS2I est amenée à prendre des décisions au quotidien, il serait légitime qu'elle puisse s'appuyer sur le GdR en toute confiance quand ces décisions concernent les thématiques qui relèvent de MACS. Nous souhaitons être disponibles pour alimenter la direction du l'INS2I dans ces choix.

Mais le GdR est avant tout un outil d'animation de la communauté scientifique. Nous avons fait le choix d'un fonctionnement d'un type nouveau qui focalise son animation sur les Actions MACS de durée limitée, sur un périmètre donné. La grande majorité des moyens alloués par le CNRS (57k€ alloués pour 2021) iront au soutien de ces actions. Nous nous engageons à ce que le budget de fonctionnement du GdR (réunions du Comité de direction, du jury de prix de thèse etc.) soit fortement réduit en comparaison de la situation passée et ne devrait pas représenter plus de 10% de la somme allouée. Cela se fera par une généralisation des réunions en visio-conférence comme décidé fin 2019 (et réalisé inévitablement en 2020 en temps de COVID).

Pour rappel, le projet de renouvellement présenté à la session de printemps 2018 était organisé autour de huit axes thématiques et le comité de direction avait été constitué autour de différentes missions. Au démarrage de la mandature, le comité de direction était ainsi composé de 23 personnes. Cependant, dès le départ, et suite aux recommandations des sections 6, 7 et de l'INS2I, les axes thématiques ont été abandonnés et la composition du comité de direction a commencé à évoluer pour tendre vers les recommandations qui nous avaient été faites.

Ainsi, au moment de la rédaction du dossier, le comité a déjà été partiellement réorganisé autour de 19 membres :

<i>Direction du GdR :</i>	Isabelle Queinnec (LAAS-CNRS), Luc Jaulin (LAB-STICC), Damien Trentesaux (LAMIH)
<i>Prospective :</i>	Christophe Berenguer (GIPSA-lab), Marion Gilson-Bagrel (CRAN) Franck Plestan (LS2N), Eric Bonjour (ERPI), Vincent Cheutet (DISP), Olivier Cardin (LS2N), Nadège Troussier (ICD)
<i>Actions JCJC (école, PMT) :</i>	Gülgün Alpan (G-SCOP), Reine Talj-Ksouri (HeuDiaSyC)
<i>Communication, site web :</i>	Valérie Dos Santos Martins (LAGEPP), Etienne Cocquebert (LAMIH)
<i>Relations internationales :</i>	Paolo Frasca (GIPSA-Lab))
<i>Relations industrielles :</i>	Evren Sahin (LGI), Samir Lamouri (LAMIH)
<i>Relations équipes-membres :</i>	Dimitri Peaucelle (LAAS-CNRS)
<i>Valorisation logicielle :</i>	Laurent Geneste (LGP)

Ce comité est encore en évolution, et à la suite de l'évaluation à mi-parcours, il est proposé de basculer à l'été 2021 sur un Comité de direction à 14 membres (dont 5 femmes, 3 chercheurs CNRS, 10 membres d'UMR/UPR), organisé de la manière suivante :

<i>Directeur :</i>	Dimitri Peaucelle (LAAS-CNRS)
<i>Directeur-adjoint :</i>	Damien Trentesaux (LAMIH)
<i>Prospective :</i>	Christophe Berenguer (GIPSA-lab), Marion Gilson-Bagrel (CRAN), Franck Plestan (LS2N), Eric Bonjour (ERPI), Vincent Cheutet (DISP), Olivier Cardin (LS2N)
<i>Actions JCJC :</i>	Gülgün Alpan (G-SCOP)
<i>Prix Meilleures Thèses :</i>	Reine Talj-Ksouri (HeuDiaSyC)
<i>Communication, site web :</i>	Valérie Dos Santos Martins (LAGEPP)
<i>Relations internationales :</i>	Paolo Frasca (GIPSA-Lab)
<i>Relations industrielles :</i>	Evren Sahin (LGI)
<i>Données et logiciels :</i>	Laurent Geneste (LGP)

Nous faisons ainsi explicitement le choix de ne pas créer de distinction au sein du comité de direction de type "axes", mais de travailler conjointement sur l'ensemble des prospectives. Ces prospectives seront en grande partie portées par l'étude des actions soumises et l'incitation à en proposer de nouvelles. Dans un premier temps nous envisageons de faire l'expertise et le suivi des actions directement au niveau du Comité de direction. Mais nous envisageons également par la suite de faire expertiser les soumissions d'actions à des collègues externes au Comité de direction. Une reconnaissance de ce travail d'expertise sera alors mise en place.

Par ailleurs, des rôles spécifiques ont été choisis pour animer des chantiers importants au sein du Comité de direction. Certains chantiers sont bien avancés (refonte du prix de thèse par exemple) et d'autres sont encore en devenir (relations industrielles et internationales par exemple). Le Comité de direction se réunira une fois par mois pour assurer un suivi des propositions de nouvelles actions et pour prospecter les thèmes les plus actuels sur lesquels en lancer de nouvelles. Nous prévoyons d'inviter à ces réunions la direction de l'INS2I pour, si elle le souhaite, échanger sur l'activité du GdR et fournir les expertises qu'elle pourrait demander. Les réunions auront également à l'ordre du jour une interaction avec le président de la SAGIP ou un représentant, de façon à articuler au mieux les messages à l'égard de la communauté.

D'autre part, Etienne Cocquebert, même s'il ne sera plus explicitement membre du comité de direction, reste l'administrateur du site web. Il continuera à ce titre d'être invité aux différentes réunions du comité de direction pour que l'interaction se fasse au mieux entre les discussions/décisions du comité de direction et leur intégration dans les évolutions du site web.

## 7 Chantiers ouverts

**Interactions avec la SAGIP** L'analyse du passé du GdR a montré que celui-ci remplissait pour une part de son activité un rôle de « société savante ». Ce rôle est utile et même nécessaire pour notre domaine scientifique et implique l'existence dans la durée d'une telle structure. Par ailleurs, une « société savante » avec un statut d'association est nécessaire pour continuer sereinement à interagir avec l'IFAC (fédération internatio-

nale de sociétés savantes nationales). Ce rôle est incompatible avec le statut de GdR du CNRS. Pour l'ensemble de ces raisons, une association « Société d'automatique, de génie industriel et de productique » SAGIP a été fondée en juin 2019 ([www.sagip.org](http://www.sagip.org)). Elle se structure et se met en route progressivement avec les objectifs suivants :

- La SAGIP a été reconnue officiellement comme Organisation nationale membre (NMO) de l'IFAC en janvier 2020. Elle succède ainsi à la SEE qui était officiellement le NMO pour la France jusque là, même si l'animation était en pratique menée par la direction du GdR MACS.
- La SAGIP héberge en son sein des Comités techniques, hérités de ce qui était appelé des "Groupes de travail" au sein du GdR MACS jusqu'ici. Ces Comités techniques ont des contours scientifiques déterminés avec des visées méthodologiques ou orientés sur des objets d'applications. Ils structurent dans la durée la communauté. Leurs rôles sont : d'identifier les spécialistes du domaine thématique qui les défini ; faire un travail éditorial par le biais de séminaires, ou de sessions dans des colloques. Ce travail éditorial pourrait se prolonger dans le cadre de publications des travaux.
- Les colloques réunissant la communauté seront à l'avenir organisés sous l'égide de la SAGIP.
- La société savante sera l'interlocuteur privilégié des autres sociétés telles que par exemple le Gretsî, la ROADEF, la SIF, l'AFIS etc.
- Les membres de l'association SAGIP sont des individus qui adhèrent et cotisent.

Les missions et objectifs du GdR MACS et de la société savante SAGIP sont ainsi clairement distincts. Pour autant les interactions seront multiples ne serait-ce que par le fait que les personnes impliquées viennent de la même communauté. De façon à éviter tout conflit d'intérêt, la direction du GdR ne comprendra aucun membre du Conseil d'administration de la SAGIP, et inversement. Par contre, le directeur de MACS et le président de la SAGIP échangeront régulièrement pour éviter les recouvrements dans les modes d'action et pour favoriser les synergies quand cela sera utile. Cela passera par exemple par des invitations conjointes du président de la SAGIP à des points à l'ordre du jour du Comité de direction de MACS.

De façon à conserver une unité de la communauté scientifique, une seule liste de diffusion des informations sera maintenue, celle des affiliés au GdR MACS. Les messages réguliers de type newsletter qui seront diffusés mettront en évidence les nouvelles relevant de MACS et celles relevant de l'activité SAGIP. Cet outil est déjà en place actuellement avec une lettre électronique quasi hebdomadaire. Nous prévoyons de le renforcer par une mise en ligne des informations sous un format plus lisible et par une mise en forme renouvelée du message électronique (format HTML).

D'un point de vue scientifique, les Comités techniques de la SAGIP seront des interlocuteurs pour le travail de prospective et d'incitation à la création d'Actions MACS. Ils viendront en complément des interactions avec les équipes membres de MACS. Par ailleurs, il est probable que des actions MACS, ayant fait émerger un réseau thématique, se structurent sous forme de Comité technique de la SAGIP. L'objectif commun est d'articuler avec pertinence les actions de prospectives dédiées aux évolutions scientifiques (MACS) et la nécessité d'un travail plus disciplinaire, dans la durée, de type éditorial (SAGIP).

Deux chantiers restent à ce stade à aborder en profondeur : les relations internationales et les relations industrielles. Ces chantiers devront être menés conjointement avec la SAGIP. Nous donnons ci-après quelques pistes de travail pour ces chantiers à venir.

**Relations industrielles.** Il convient de constater que le GdR MACS actuel n'a pas de politique spécifique à l'égard des acteurs économiques et sociaux, alors même que par le biais des applications, mais aussi de coopérations sur des sujets amonts, les relations existent en grand nombre entre les équipes membres et les industriels. Le GdR MACS souhaite y consacrer plus d'activité afin de devenir un acteur de coordination de ces liens avec les industriels pour une plus grande diffusion des connaissances et un ressourcement avec des problématiques nouvelles. Les outils envisagés sont :

- L'élaboration d'une cartographie des activités des équipes membres spécifique à destination des industriels. Elle serait accompagnée d'un "accueil" dédié aux industriels où, par des échanges, ceux-ci pourraient être guidés vers les meilleurs interlocuteurs. Les échanges pourraient aboutir à des Actions MACS co-financées par les industriels dont l'objectif serait d'affiner les besoins et les mettre en regard des compétences disponibles. L'expérience en cours dans le cadre du groupe de réflexion sur Automatique et Intelligence artificielle auquel se sont joints des industriels du secteur spatial est une piste à suivre dans ce sens.
- Des offres de formations (conjointes ou pas avec les offres à destination des doctorants) sur des thématiques d'intérêt. Cette offre serait à coordonner avec les outils de formation du CNRS à destination des entreprises (<https://cnrsformation.cnrs.fr/>).
- Des Actions MACS ponctuelles de type séminaires thématiques à l'image des séminaires organisés ces deux dernières années :
  - Big Data : « Une solution pour la logistique pharma ? ». Une journée pour discuter entre laboratoires pharmaceutiques, groupement d'achat d'hôpitaux, pharmaciens et chercheurs afin de dégager des opportunités majeures d'amélioration de la logistique pharmaceutique à l'aide des outils du Big Data. Avec la participation de Generix Group, du CHU de Lille, de l'AGEPS de l'AP HP, de Adents et du vice-président monde de Sanofi et des chercheurs du GdR MACS. Cette conférence organisée par le GdR MACS a réuni 230 personnes le 25 février 2020 à Paris (110 industriels et 120 chercheurs, dont 60 doctorants).
  - « Convergence du Big Data et de l'IoT pour l'amélioration de l'ordonnement et de la planification de la production ». Avec la participation d'iFAKT Allemagne, Microsoft, AIRBUS et des chercheurs du GdR MACS. Cette conférence organisée par le GdR MACS a réuni 250 personnes le 7 février 2019 à Paris (120 industriels et 130 chercheurs dont 75 doctorants).

Un partenariat de longue durée avec des engagements financiers de type cotisation est également envisagé. Cependant à ce stade il nous paraît que de tels engagements relèvent de la Société savante SAGIP. Nous travailleront en coordination entre MACS et SAGIP pour que de tels partenariats soient rendus possibles et fructueux.

**Coopérations internationales.** Le GdR MACS se veut ouvert sur l'international et en particulier sur l'Europe. Nous voulons encourager les échanges internationaux pour que, d'une part, la communauté française soit ouverte et en phase avec les derniers courants



de recherche et, d'autre part, que ses travaux soient correctement diffusés et popularisés. Puisqu'une grande partie de l'activité du GdR s'exprimera au travers des Actions, nous voulons en particulier suivre le fait que les Actions MACS ont, lorsque cela est utile et approprié, une perspective internationale. Par exemple, que des experts internationaux soient invités lors des événements scientifiques. Afin que les relations internationales ne soient pas purement épisodiques, nous avons l'intention de développer des contacts avec des structures similaires actives à l'étranger, comme DISC aux Pays-Bas et SIDRA en Italie. Un premier instrument pour renforcer ces contacts pourrait être la participation croisée aux conférences nationales respectives. Les activités de MACS à l'international se déploieront également avec les sociétés savantes internationales que sont l'IEEE et l'IFAC. Ceci sera évidemment en coordination avec la SAGIP qui est le représentant Français à l'IFAC.

## 8 Conclusion

A l'occasion de la demande d'examen à mi-parcours pour le GdR MACS, nous avons entrepris de repenser et de dynamiser son activité. Le choix a été fait de mettre l'accent sur l'animation des dynamiques la recherche avec un outil nommé Actions MACS et sur les bénéfices que peut apporter un GdR en tant que réseau d'équipes. Ce projet a été conçu au sein du comité de direction actuel du GdR, porté par Dimitri Peaucelle qui est proposé pour devenir directeur à l'occasion de cette étape de mi-mandat, et avec le soutien plein et entier de la direction actuelle à savoir la directrice Isabelle Queinnec et les directeurs adjoints Luc Jaulin et Damien Trentesaux. La conception du projet s'est faite en lien avec les équipes qui formeront le réseaux des Membres de MACS à la fois à l'occasion de rencontres des individus dans les laboratoires, mais aussi par le biais d'échanges électroniques sur les mots-clés et les rubriques.

Nous avons la conviction que l'élaboration de ce document aboutit à une définition plus claire et plus affinée du domaine scientifique de MACS : domaine pourvoyeur de méthodes dédiées à l'étude des interactions entre des processus et des systèmes décisionnels. Les interactions sont diverses, mais avec en ligne de mire la boucle fermée. Les processus considérés sont de natures très variées, caractérisées à la fois par des représentations abstraites telles que des modèles mathématiques ou des raisonnements entre connaissances, mais aussi par la multitude des applications. Les accomplissements sont en termes de garanties de stabilité, de robustesse, de sécurité et vont jusqu'à l'amélioration et l'optimisation de nombreuses performances.

Le processus mis en oeuvre pour ce travail à mi-parcours a également fait émerger un grand nombre de sujets prospectifs. Ils concernent des Actions à lancer sur des sujets scientifiques précis dont nous avons parlé en section [2](#), mais aussi des modes d'organisation et de diffusion de bonnes pratiques au sein du réseau d'équipes membres de MACS. Les activités à destinations des jeunes chercheurs et chercheuses nous tiennent particulièrement à coeur, tout comme la valorisation des codes et des logiciels.